



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN  
BIM EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA TIENDA DE MEJORAMIENTO DEL  
HOGAR: PROMART ORELLANA, 2023**

**Línea de investigación:**

**Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Valencia Marín, Pedro

**Asesor:**

Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

ORCID: 0000-0002-8455-8938

**Jurado:**

García Urrutia-Olavarría, Roque Jesús Leonardo

Madrid Saldaña, César Karlo

Arévalo Vidal, Samir Augusto

**Lima - Perú**

**2024**



# ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN BIM EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA TIENDA DE MEJORAMIENTO DEL HOGAR: PROMART ORELLANA, 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	1%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to euroinnova Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="http://www2.arts.ubc.ca">www2.arts.ubc.ca</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://repositorio.uisek.edu.ec">repositorio.uisek.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN  
BIM EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA TIENDA DE MEJORAMIENTO DEL  
HOGAR: PROMART ORELLANA, 2023**

**Línea de Investigación:**

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar por el Título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Valencia Marín, Pedro

**Asesor:**

Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

ORCID: 0000-0002-8455-8938

**Jurado:**

García Urrutia-Olavarría, Roque Jesús Leonardo

Madrid Saldaña, César Karlo

Arévalo Vidal, Samir Augusto

**Lima – Perú**

**2024**

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza y la perseverancia para completar este trabajo.

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y comprensión durante este largo proceso. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A mis directores de tesis, por su invaluable orientación, paciencia y por compartir su vasto conocimiento en el campo de la gestión y modelado de información de edificios. Su apoyo fue fundamental para la culminación de este trabajo.

A mis colegas de RIPCONCIV, en especial a aquellos que colaboraron en el proyecto Promart Orellana, por su colaboración y por brindarme la oportunidad de aplicar mis conocimientos en un entorno real, lo que enriqueció significativamente los resultados de esta investigación.

Finalmente, agradezco a todos los profesores y compañeros de la carrera, quienes de una u otra manera contribuyeron a mi formación académica y profesional.

### **Dedicatorias**

Dedico esta tesis a mi familia, quienes siempre han sido mi pilar fundamental, brindándome su amor, apoyo y ánimo en todo momento.

A mis amigos y colegas, que me motivaron y me acompañaron durante este viaje académico.

Y a todas aquellas personas que creen en la educación y en la importancia de mejorar continuamente para contribuir al desarrollo de nuestra sociedad.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema .....	2
1.1.1. <i>Problema General</i> .....	4
1.1.2. <i>Problemas específicos</i> .....	5
1.2. Antecedentes .....	5
1.3. Objetivos .....	7
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	7
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	8
1.4. Justificación.....	8
1.4.1. <i>Práctica</i> .....	8
1.4.2. <i>Social</i> .....	9
1.5. Hipótesis.....	9
II. MARCO TEÓRICO .....	10
III. MÉTODO.....	37
3.1. Tipo de investigación .....	37
3.2. Ámbito estacional y espacial.....	38
3.3. Variables.....	40

3.4.	Población y muestra .....	41
3.5.	Instrumentos .....	42
3.6.	Procedimientos .....	43
3.7.	Estudio de datos .....	46
3.8.	Apreciaciones éticas .....	48
IV.	RESULTADOS .....	49
	Resultados usando Gestión BIM .....	68
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	85
VI.	CONCLUSIONES .....	92
VII.	RECOMENDACIONES .....	95
VIII.	REFERENCIAS .....	98
IX.	ANEXOS.....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Consideraciones urbanísticas .....	40
<b>Tabla 2</b> Características de la muestra .....	42
<b>Tabla 3</b> Ubicación de la obra.....	49
<b>Tabla 4</b> Consideraciones urbanísticas .....	51
<b>Tabla 5</b> Estimación del impacto de cada tarea en la fase de definición del alcance del Proyecto empleando métodos de construcción tradicionales .....	57
<b>Tabla 6</b> Control de presupuesto de cada mes de la construcción del proyecto .....	64
<b>Tabla 7</b> Número de interferencias detectadas con el software NAVISWORK® del proyecto de construcción .....	70
<b>Tabla 8</b> Categorización de RFI's por origen del proyecto de construcción .....	78
<b>Tabla 9</b> Control Presupuestario de cada mes de la Construcción del proyecto.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Contraste entre BIM y un dibujo en 3D.....	11
<b>Figura 2</b> Fortalecimiento de BIM a nivel mundial.....	12
<b>Figura 3</b> Medición de diferencia entre BIM y CAD .....	15
<b>Figura 4</b> Medición de discrepancia entre BIM y CAD .....	16
<b>Figura 5</b> Tipos de niveles de desarrollo en el modelado de la GBIM.....	17
<b>Figura 6</b> Ciclo de vida de un proyecto de construcción. ....	21
<b>Figura 7</b> Sectorización de un Proy de estructuras utilizando software BIM.....	27
<b>Figura 8</b> Virtual Design and Construction .....	29
<b>Figura 9</b> Earned Value Management: main Indicators (SPI = EV/PV, CPI = EV/AC).....	32
<b>Figura 10</b> Investigación de los Indicadores CPI y SPI.....	33
<b>Figura 11</b> Grupo de personas interesadas.....	36
<b>Figura 12</b> Ubicación geográfica del área de estudio .....	39
<b>Figura 13</b> Área total para la obra.....	50
<b>Figura 14</b> Espacio y sistema de distribución.....	52
<b>Figura 15</b> Zonificación de la estructura .....	55
<b>Figura 16</b> E Valoración del tiempo necesario para completar cada fase del subcontratista o proveedor según el método tradicional de construcción de proyectos. ....	57
<b>Figura 17</b> Curva que representa el progreso del porcentaje de la conformidad del cronograma con la metodología tradicional. ....	59
<b>Figura 18</b> Motivos de no cumplimiento del cronograma (PPC) .....	60
<b>Figura 19</b> Resane en la base de la escalera para el paso de tuberías de montante ACI. ....	60
<b>Figura 20</b> Instalación de tubos y comunicaciones IISS, GAS e IIEE en una cubierta de 10 cm de espesor. ....	62

<b>Figura 21</b> Cambios en la sobreutilidad a medida que se ejecuta el proyecto.....	64
<b>Figura 22</b> Progreso de la Utilidad del Proyecto a lo largo de los meses.....	65
<b>Figura 23</b> Curva “S” de proreso planificado de la construcción del proyecto.....	65
<b>Figura 24</b> Estudio del valor ganado de la construcción del proyecto .....	66
<b>Figura 25</b> Determinación del tiempo que llevará la contratación de proveedores y subcontratistas para los procesos de construcción. ....	69
<b>Figura 26</b> Planificación de Obra con BIM .....	70
<b>Figura 27</b> Interrupción entre tubería eléctrica para tomacorriente y tubería para agua fría del proyecto.....	72
<b>Figura 28</b> Interrupción entre losa de concreto y montante de ventilación del proyecto Construcción.....	73
<b>Figura 29</b> Gráfico de la variación del porcentaje de cumplimiento del calendario gracias a la gestión BIM.....	75
<b>Figura 30</b> Modelo de RFI bajo la metodología tradicional.....	76
<b>Figura 31</b> Proposición de RFI bajo la Gestión BIM .....	77
<b>Figura 32</b> Valores porcentuales de la categorización de RFI por origen .....	78
<b>Figura 33</b> Valores porcentuales de RFI por dificultades de diseño .....	79
<b>Figura 34</b> Variación excesiva de la utilidad sobre la obra .....	81
<b>Figura 35</b> Variación en la utilidad a lo largo de la obra.....	81
<b>Figura 36</b> Curva de valor obtenido del proyecto.....	82
<b>Figura 37</b> Orígenes de la ganancia económica en partidas de control .....	84

## RESUMEN

Este estudio cuantitativo y descriptivo, investigó la rentabilidad del empleo de BIM en la edificación de la tienda de mejoras para el hogar PROMART ORELLANA, 2023. Por medio de una metodología transversal no experimental, se analizaron los costos, tiempos, y procesos constructivos tradicionales en contraste con aquellos optimizados por BIM. La población de estudio consistió en el mencionado proyecto, centrando la muestra en tres lotes específicos con un uso de suelo comercial y de servicios, abarcando un área total significativa. Mediante observación directa y análisis de información virtual a través del software Revit®, se evaluó la eficacia de BIM en el avance de la rentabilidad y la eficacia operativa del proyecto. Los resultados demostraron que la Gestión BIM no solo se acopla adecuadamente al tipo de construcción analizada, sino que también promueve una evidencia tangible de resultados económicos positivos, incluyen la generación eficaz de la documentación del proyecto, la compatibilidad de los planos y la precisión entre metrados. Además, resultó en un ahorro significativo de costos y tiempo, optimización en la gestión de recursos, y reducción de retrasos y errores de construcción, estableciendo un precedente valioso para futuros proyectos similares. El uso de BIM ha demostrado ser una inversión rentable que aumenta significativamente la rentabilidad y eficiencia de los contratos de construcción.

**Palabras clave:** gestión BIM, rentabilidad, construcción, modelado de información de edificios, proyecto, sistema de gestión SDG, metodología tradicional

## ABSTRACT

This quantitative and descriptive study investigated the cost-effectiveness of implementing BIM Management in the construction of the PROMART ORELLANA Home Improvement Store, 2023. Through a non-experimental, cross-sectional methodology, the costs, times, and traditional construction processes were analyzed in contrast to those optimized by BIM. The study population consisted of the aforementioned project, focusing the sample on three specific lots with a commercial and service land use, covering a significant total area. Through direct observation and analysis of virtual information through Revit® software, the effectiveness of BIM in improving the profitability and operational efficiency of the project was evaluated. The results demonstrated that BIM Management not only fits well with the type of construction analyzed, but also promotes tangible evidence of positive economic results, such as accuracy in metrics, plan compatibility, and efficient generation of project documentation. In addition, it resulted in significant cost and time savings, optimization of resource management, and reduction of construction delays and errors, setting a valuable precedent for future similar projects. BIM Management has proven to be a cost-effective investment that significantly improves the profitability and efficiency of construction projects.

**Keywords:** BIM Management, profitability, construction, building information modeling, project, management system, traditional methodology

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha aumentado el interés por el uso de tecnologías avanzadas y metodologías innovadoras en el sector de la construcción, especialmente con el advenimiento del BIM. Este documento se adentra en el análisis de la rentabilidad de adoptar la gestión BIM en la construcción de una tienda departamental para el hogar, una industria que enfrenta la constante presión de reducir costos y tiempos de entrega mientras mejora la calidad y la eficiencia (Bustamante et al., 2021).

El BIM es más que un software o un modelo 3D; es una metodología integral que reconoce la asistencia virtual en tiempo real entre arquitectos, ingenieros, constructores y otros interesados a lo largo del ciclo de vida de un edificio (Gallegos, 2021). A través del BIM, es posible visualizar de manera detallada el proyecto en todas sus fases, realizar detecciones de conflictos antes de que ocurran en la obra, y optimizar la planificación y la logística de la edificación. Esto podría provocar un aumento no sólo en la cooperación y la comprensión entre los numerosos agentes implicados, sino también de proporcionar una mejor comprensión de los costes y calendarios del proyecto (Álvarez et al., 2020).

El presente análisis busca cuantificar los beneficios de la gestión BIM, no solo en términos de eficiencia operativa sino también en la rentabilidad general del proyecto (Jobim et al., 2017). Se estudiará cómo la adopción de BIM puede influir en la reducción de los costos indirectos, mejorar la asignación de recursos, y la forma en que puede ayudar en la toma de decisiones basadas en datos para una inversión más eficiente. Además, se evaluará cómo BIM puede impactar positivamente en la sostenibilidad del proyecto, un aspecto cada vez más valorado por consumidores y empresas por igual (Morales, 2018).

Con la construcción de una tienda departamental para el hogar como caso de estudio, esta investigación profundiza en cómo la gestión BIM no es solo un instrumento de diseño y

construcción sino una estrategia empresarial que puede redefinir la ganancia en el sector de la construcción (Yucra, 2020).

### **1.1. Descripción y formulación del problema**

En 2015, todo el sector de la construcción, que incluye tanto la edificación residencial como la comercial, tuvo un incremento perjudicial del 5,8%. Este índice manifiesta un descenso en la realización de proyectos por parte de los gobiernos estatales y federales y las administraciones locales. Es bien sabido que la industria de la construcción contribuye entre el 7% y el 8% del PIB. Según el maestro de Economía de la Universidad de Piura Guillermo Dulanto Rishing, esta industria genera muchos empleos, lo que tiene un impacto multiplicador significativo en la economía nacional.

El área de la construcción es cada vez menos rentable que otros sectores de la economía. A lo largo de los años, la eficacia del sector de la construcción ha ido disminuyendo constantemente debido a una serie de factores, como los trabajadores no cualificados y el incremento de los costes de diversos materiales de obra, catástrofes naturales y documentación inadecuada sobre los proyectos. El descenso de la productividad de la construcción puede observarse en una amplia gama de indicadores, como el descenso de los costes de construcción, el aumento de los precios al consumo, el descenso de los valores de construcción, el descenso de los precios de la vivienda, etc.

Por otra parte, en comparación con otros países latinoamericanos, la tasa de producción del sector de la construcción en Perú es bastante baja. La tienda de artículos para el hogar PROMART HOME CENTER es un claro ejemplo de la baja rentabilidad de la construcción.

Este proyecto se desarrolla con un volumetría simple y forma idónea para este tipo de negocio que va de la cuadrada a rectangular con dimensiones mayor a los 80 mt por lado: Su forma hace que la distribución interior sea adecuada generando tiempos de circulación entre

cada departamento o segmento de negocio muy similares tornados muy entretenido su recorrido y generando una experiencia de compra agradable, la tienda cuenta con dos niveles: Primer Piso y Mezanine Distribuyéndose dentro del inmueble del siguiente modo:

- 1) En la parte externa frente a la Av. Francisco de Orellana se desarrolla el estacionamiento Público. Cuenta con área de circulación para autos del público, 190 unidades de parqueo de autos dentro de los cuales se consideran 08 unidades de parqueo para discapacitados. Además, se cuenta 62 unid de parqueo de bicicletas.
- 2) La tienda se desarrolla en base a 4 zonas bastante diferenciadas.
- 3) Sala De Ventas. Conformado por el conjunto de racks de exhibición de mercadería ferretera, Showroom de Corte Venta empresa; Retiro en Tienda Y centro de Servicios Post Venta.
- 4) Patio de materiales. Exhibición de materiales de construcción en racks anclados a piso. Se accede a esta zona a través de Sala de Ventas, Estacionamiento público que colinda con la Av. Francisco de Orellana y el patio de maniobras
- 5) Bodega. Esta zona alberga mercadería en tránsito teniendo relación directa con Patio de Maniobras y sala de Ventas,
- 6) Trastienda. Lo conforman los distintos ambientes que ocupan y en donde se desarrollan las actividades internas del personal. Lo conforman ambientes como:
- 7) Primer piso: Control, CCTV, Cuarto de sistemas, tesonería Bóveda, GDH, Sala de Capacitación.
- 8) Mezanine: Cuarto de tableros eléctricos, Mantenimiento, Comedor, Lactario Sala de descanso Servicios higiénicos de personal de mujeres y hombres.
- 9) Cuartos Técnicos. Conformado por los siguientes ambientes: Cuarto de tableros eléctricos, Grupo electrógeno y Subestación; ubicados en el primer piso y mezanine dentro de la zona de Bodega

- 10) En la parte posterior de la tienda se encuentra el Patio de maniobras y estacionamiento para empleados con 19 parqueos.
- 11) Existen servicios higiénicos para el público con acceso desde la parte exterior del estacionamiento. Estos servicios son para hombres, mujeres y personas con capacidades espaciales.
- 12) Adicionalmente se tiene un nivel subterráneo donde se ubican los cuartos de bombas y las cisternas.

El principal motivo de que no se cumplieran las expectativas iniciales fue la escasa demanda de software especializado, ya que se exigía un porcentaje de ventas superior al 50% para cada ejecución.

Las obras tampoco cumplieron las expectativas de servicios previstas, y su ejecución se prolongó más de lo previsto, lo que provocó que las partes posteriores del establecimiento también sufrieran retrasos. El inversor, el constructor y el usuario final, que es el propietario de cada departamento, se ven afectados por estos retrasos y demoras. De forma similar a lo ocurrido en la obra, hay varios trabajos en diferentes distritos que se han encontrado con idénticos retrasos y sobrecostos, lo que nos hace ver la necesidad de un nuevo sistema de gestión que elimine o reduzca significativamente este problema. Estas situaciones de escasa rentabilidad promovieron al abordaje de la siguiente investigación, donde el análisis de nuevos enfoques de gestión optimiza los recursos necesarios para dar término a la obra en cuestión.

### ***1.1.1. Problema General***

¿Cuál será la rentabilidad de la implementación de la gestión BIM en la construcción de la Tienda de Mejoramiento del Hogar PROMART ORELLANA, 2023?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- 1) ¿Cuáles son las herramientas de GBIM que se acoplen al prototipo de construcción de las muestras analíticas de estudio que promuevan la evidencia de resultados económicos como metrado, compatibilidad de planos y concepción de planos?
- 2) ¿Cuáles son las tareas que no aportan valor al proyecto que pasarían a eliminarse por medio de la gestión BIM?
- 3) ¿Cuál es el porcentaje de ahorro que se consigue por medio de la implementación BIM?

## **1.2. Antecedentes**

Examinando la información disponible tanto a escala estatal como mundial, es posible encontrar precedentes con características similares, tal y como se ha descrito:

Cabrera y Quiroz (2020), en su trabajo de grado titulado “Análisis del retorno de inversión al aplicar Building Information Modeling (BIM) en un proyecto inmobiliario. (Lima - Perú)”. Utilizando una métrica económica directa denominada retorno de la inversión (ROI), este estudio pretende cuantificar la rentabilidad de una implantación BIM en un proyecto del ámbito del comercio peruano. Asimismo, se busca hallar indicadores que persuadan a los no usuarios de BIM en la industria de la construcción peruana del valor que generaría su puesta en funcionamiento al comprimir la inconstancia de la duración, presupuesto y alcance de los proyectos (es decir, al disminuir las pérdidas ocasionadas por la incompatibilidad de diseños y la mala gestión de los proyectos debido a la dependencia de prácticas obsoletas). Para ello, se analizó un proyecto de desarrollo tradicional junto con una simulación BIM del mismo proyecto; a continuación, se compararon y analizaron los dos conjuntos de datos utilizando métricas cualitativas y cuantitativas para determinar el valor añadido que la implantación de BIM aportaría a un proyecto de desarrollo inmobiliario. Por último, esperamos que las

conclusiones, interpretaciones y recomendaciones de nuestro estudio puedan servir de base para futuras implantaciones de BIM en planes de construcción y empresas comparables.

Según Morales (2018) en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres-Lima”. El objetivo principal del estudio fue evaluar la rentabilidad relativa de dos estrategias de gestión de edificios para un complejo de apartamentos de 10 pisos: gestión de proyectos tradicional y modelado de información de construcción (BIM). Las dos primeras torres que se construyeron en el complejo de condominios del barrio de San Martín de Porres, Condominio Paseo San Martín, en 2015 y 2017, fueron objeto de nuestro estudio. Es importante tener en cuenta que las dos muestras son similares ya que tienen las mismas características. Se compararon utilizando la misma metodología tanto la Torre I edificada de forma tradicional como la que utiliza BIM (Torre II) como sistema de gestión del proyecto. Los resultados mostraron que se obtuvo una rentabilidad efectiva del 1,39%, mientras la Torre II del Condominio Paseo San Martín se construía utilizando la gestión BIM, durante la construcción de la Torre I del Condominio con metodología tradicional se obtuvo una rentabilidad negativa del 3,94%. La gestión BIM también supo que la Torre II tuvo un mayor margen de beneficio. Finalmente se acepta la hipótesis de la investigación: el uso de BIM conlleva a una mejora en la rentabilidad final de la construcción de edificios de departamentos de 10 pisos en el barrio de San Martín de Porres.

Gallegos (2021), en su tesis de grado: “Uso del BIM en fase de diseño y su relación con la productividad de las mypes del sector construcción de la Región Arequipa, 2018”. El propósito general de esta investigación es entender cómo el empleo de BIM durante el periodo de diseño afecta la productividad de la industria de la construcción en la región de Arequipa en 2018. Se ha planteado la hipótesis de que el empleo de BIM durante el periodo de diseño impulsaría la productividad de la construcción en la provincia de Arequipa en 2018. Un diseño

descriptivo-correlacional fue implementado en este estudio. Los datos fueron recolectados mediante un cuestionario estructurado y el método de encuesta; la población de estudio estuvo constituida por 1.498 mypes, y se utilizó una muestra representativa de 306 mypes de la industria de la construcción de la región Arequipa. El nivel de confianza de la muestra fue del 95%. A continuación, se tabularon y graficaron los datos, y se calcularon los estadísticos inferenciales, la regresión lineal, el Chi-cuadrado y la "r" de Pearson para comprobar las hipótesis. A partir de los resultados, se concluyó que sí existía una correlación positiva estadísticamente significativa ( $r=0,771$ ) entre las dos variables del estudio (nivel de implantación de BIM durante la fase de diseño y productividad). Esto significa que en la región Arequipa, las PYME del sector de la construcción tienen mayores índices de productividad en relación con el nivel de implementación de BIM.

Yucra (2020), en su tesis de investigación: “Análisis de aplicación de tecnologías BIM para la optimización de la constructabilidad en proyectos de ingeniería civil en la ciudad de Arequipa, 2019”. Para lograr el propósito de optimizar la constructibilidad desde una fase temprana, el proceso de modelización dio lugar a una lista de observaciones realizadas mediante tecnologías BIM. Estos errores se descubrieron a tiempo y condujeron a la obtención de remedios para que no surgieran problemas durante la fase de realización del proyecto.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Establecer la rentabilidad de la implementación de la gestión BIM en la construcción de la Tienda de Mejoramiento del Hogar PROMART ORELLANA, 2023.

### **1.3.2. *Objetivos específicos***

- 1) Confirmar que los instrumentos de GBIM se acoplen al tipo de construcción de las pruebas analíticas de estudio y que promuevan la evidencia de los resultados económicos como metrado, compatibilidad de planos y generación de planos.
- 2) Reconocer las tareas que no aportan valor al proyecto que se conseguiría eliminarse por medio de la GBIM.
- 3) Establecer el porcentaje de ahorro que se logra por medio de la implementación BIM que podrá funcionar como referencia en la toma de decisiones para futuros proyectos similares a las muestras analíticas del actual estudio.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. *Práctica***

Este análisis está justificado desde el punto de vista práctico ya que sus conclusiones podrían utilizarse para construir instalaciones similares en otros lugares; además, sus conclusiones podrían servir de metodología a otras empresas constructoras cuyos proyectos sean similares a la muestra del estudio, lo que les permitiría predecir con mayor exactitud el rendimiento de la inversión y otros parámetros. Como recién llegada al sector inmobiliario sin un marco de gestión preexistente, la empresa constructora que se encargó de este proyecto puede beneficiarse de las conclusiones positivas de este estudio. Con estas conclusiones en la mano, la empresa puede aplicarlas a futuros proyectos inmobiliarios, comerciales y minoristas en los que los plazos son más cortos y las exigencias mayores. Y por último, los ingenieros implicados obtendrán beneficios porque aprenderán un nuevo sistema de trabajo que les permitirá invertir mejor su tiempo

en actividades relacionadas con la construcción y menos tiempo en tareas mundanas como asegurarse de que los planos y las especificaciones son compatibles y crear solicitudes de información (RFI), que no añaden valor al proyecto y causan retrasos.

#### **1.4.2. Social**

Desde el punto de vista social, esta investigación está justificada, ya que se centra en primer lugar en la optimización de la gestión antes que en la edificación propiamente dicha. Además, esta investigación tiene en cuenta las circunstancias de salud y saneamiento actuales de la sociedad y la zona consideradas, de modo que sirve de base inicial para abordar la mejora establecida que conlleva la ejecución de esta obra en concreto. Como medio de salvaguardar la integridad tanto social como medioambiental, este proyecto medirá su impacto medioambiental en cada fase.

#### **1.5. Hipótesis**

La realización de la GBIM en la edificación de la tienda de mejoramiento del Hogar PPROMART ORELLANA, mejora la rentabilidad final.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.2 Bases teóricas

#### 2.2.1. Explicación de BIM y su origen

Según Corado et al. (2023), el BIM es una metodología de desarrollo colaborativo que utiliza instrumentos digitales para registrar todo el ciclo de vida de las edificaciones e instalaciones. El objetivo es crear un archivo único con toda la documentación importante destinada a todas las instancias implicadas en el proyecto a lo largo de su vida útil.

Según Serrano et al. (2020) Es la abreviatura de "building information modeling" (modelado de información para la edificación) o "building information management" (gestión de información para la edificación), que se traducen respectivamente por "modelado de información para la construcción" o "gestión de información para un edificio virtual". Dicho de otro modo, será una serie de métodos y mecanismos para trabajar con los datos del proyecto de forma unificada, congruente, calculable y gestionable, empleando uno o varios almacenes de información compatibles que contengan todas las características relevantes del edificio que se proyecta diseñar, construir o utilizar. Estos datos pueden presentarse en un estilo protocolario, aunque también pueden hacer referencia a detalles menos convencionales, por ejemplo, los materiales utilizados y sus características técnicas, la función prevista de cada zona de la obra, las medidas de eficacia energética, etc. Desde la planificación inicial hasta la explotación final, todo el proceso BIM supervisa el curso de la construcción.

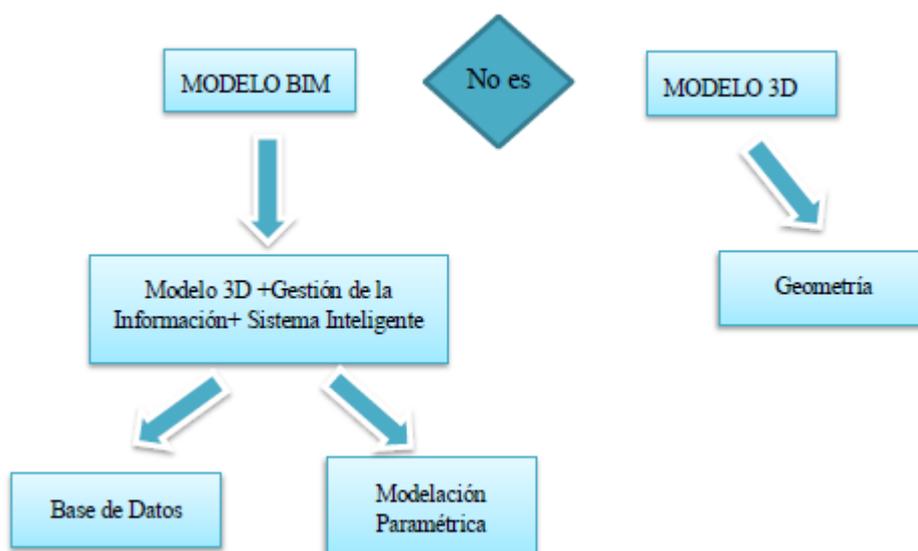
Cruz y Centeno (2019) Según los defensores del BIM, este método fomenta el paso de la perspectiva a corto plazo y orientada al grupo, típica de la construcción convencional, a otra interdisciplinar y a más largo plazo. Los modelos de negocio del sector de la construcción tendrán que adaptarse a ello.

Se argumenta que el BIM no solo afecta la conceptualización y el diseño, Sin embargo, también influye notablemente en la fase de ejecución y extracción. BIM gestiona el circuito de vida de la construcción, desde la planificación urbanística inicial hasta el reciclaje, rehabilitación o mantenimiento (p.2).

Según Diaz et al. (2021) El primer software de modelado de investigación de edificios (BIM) fue desarrollado en 1987 por la compañía húngara Graphisoft con el seudónimo de "Edificio Virtual". Este programa sólo incluía funciones de diseño en 2D y 3D, aunque se utilizaba en el campo de la arquitectura. Tras adquirir la empresa tejana Revit Technology Corporation por 133 millones de dólares en 2002, Autodesk empezó a utilizar la noción de modelado de información de edificios (BIM), algunos expertos afirman que el catedrático del Georgia Tech Charles M. Eastman fue el primero en popularizar el término "modelo de información para la construcción" ("BIM") a principios de los años 90.

### Figura 1

*Contraste entre BIM y un dibujo en 3D*



*Nota:* Elaboración Personal.

Valdes et al. (2022) Mucha gente cree erróneamente que el modelado de información de edificios equivale a un sencillo diseño en 3D. A pesar de esto, quienes siguen la pista a fondo y utilizan BIM están al tanto que es el fruto de la integración del empleo de un modelo 3D que incluye datos (la correspondiente base de información del proyecto junto con información medible adicional).

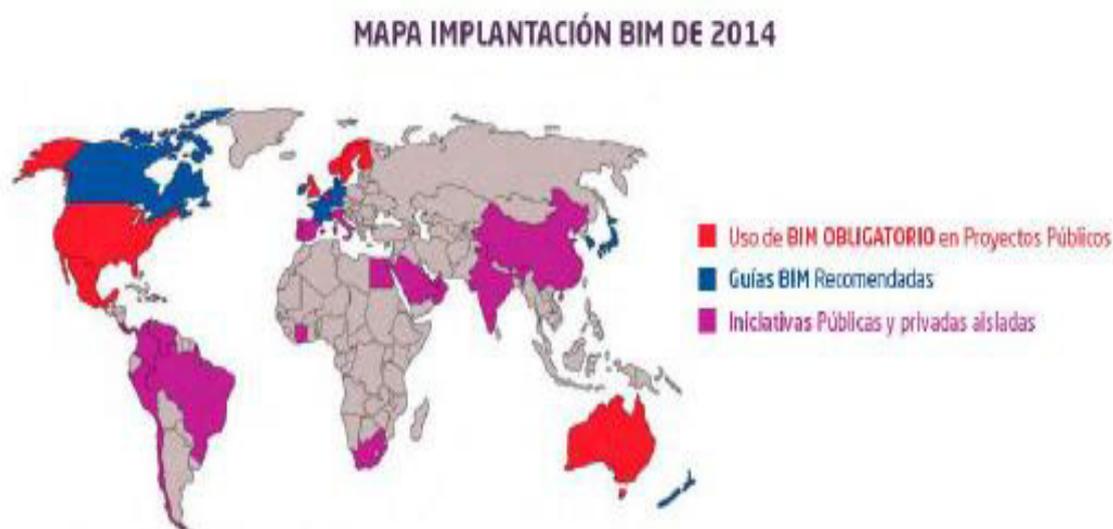
### ***2.2.2 BIM en el Perú y el mundo***

Investigadores Castillo et al. (2020): Esta metodología está siendo pionera en Estados Unidos, distintas naciones nórdicas, Australia y Reino Unido. Y un montón de distintos países que ahora se vienen adaptando, con los pioneros en América Latina. Argentina y Brasil.

Según Mendoza (2019) Los Emiratos Árabes figuran entre los países cuyos avances en este campo han sido especialmente sorprendentes. Los Emiratos Árabes Unidos (EAU) tienen previsto invertir hasta 30.000.000.000 de dólares en un boom de la construcción. El empleo de BIM es obligatorio en el barrio de Dubái desde 2013 para determinados proyectos arquitectónicos y MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing) que impliquen estructuras de más de 40 pisos o que cubran una superficie superior a 22.871 metros cuadrados. La información sobre el barrio de Dubái se actualizó en julio de 2015, lo que condujo a la formulación de un objetivo distinto: aumentar el empleo del BIM en los requisitos de construcción y MEP para estructuras de más de 20 pisos en todos los proyectos de obras públicas. Se han creado agrupaciones como el Emirates BIM Group para ayudar a los agentes inmobiliarios noveles y aspirantes a aprender los fundamentos del BIM.

## Figura 2

*Fortalecimiento de BIM a nivel mundial*



*Nota:* “BIM” UPV, 2016.

La figura 2 muestra que el mayor porcentaje de implantación de BIM se da en el continente americano, donde su empleo en proyectos públicos y particulares es obligatorio según la regla de construcción.

Así mismo, según Santelices et al. (2019) sin embargo, en América Latina, BIM sólo se ha utilizado para la etapa de licitación de Proy. de construcción privados y públicos; no se utiliza durante la fase de construcción. No obstante, existen países como Chile en los que el Gobierno ya ha creado un plan BIM a 10 años con el objetivo de satisfacer los requerimientos BIM aplicables a los contratos públicos en 2020 y a los privados en 2025.

Según Serrano et al. (2021), en Perú, BIM no es ampliamente utilizado para proyectos de construcción o de la industria inmobiliaria, a pesar de la creación en 2012 del COMITÉ BIM, cuyo propósito es provocar el empleo de este sistema de gestión y estandarizarlo para incluirlo en la legislación peruana. Sin embargo, tanto las grandes como las pequeñas empresas constructoras utilizan BIM con resultados positivos; por ejemplo, COSAPI fue galardonada con

el "Premio a la Innovación en Edificaciones" otorgado por CAPECO por su trabajo en la "Construcción de la Nueva Sede del Banco de la Nación", ya que la empresa hizo uso de innovaciones tecnológicas de vanguardia en su proceso constructivo. La próxima sede del BN fue construida por la empresa COSAPI en San Borja, en la Av. Javier Prado Este, en solo 20 meses. Es el edificio más alto de Perú, con 135,5 metros, 30 plantas y 4 pisos. Para construir los 66.539 metros cuadrados de esta mega infraestructura se utilizaron varios métodos y tecnologías de construcción COSAPI. Por ejemplo, se utilizó una metodología acelerada tanto para la ingeniería como para la construcción, y se unificaron los procesos de ingeniería, diseño y gestión de la construcción utilizando, el software Last Planner una plataforma BIM., Lean Construction y Revit.

### ***2.2.3. BIM vs CAD, el camino de la construcción de 2D a 3D***

Según la investigación de Díaz et al. (2019), las TIC han ido cambiando y complementando gradualmente el proceso de diseño tradicional. En la década de 1970, El diseño asistido por ordenador (o CAD, como se conoce en inglés) sustituyó a la manipulación manual de plantillas y dibujos en papel. Gracias a su accesibilidad y escalabilidad, Desde entonces, el CAD ha sido la aplicación de uso profesional por excelencia en la industria de la ingeniería.

Según Lizarme (2022), el CAD puede utilizarse con otras tecnologías para acelerar el proceso de desarrollo, ya que proporciona una visión holística de un plan desde las primeras fases de proyecto hasta las últimas de elaboración en línea. Los programas de diseño asistido por ordenador (CAD) y de producción (CAM) se utilizan en ambas fases del desarrollo del producto.

Según Murillo (2021), al igual que el CAD sustituyó a los planos en papel y los bocetos dibujados a mano, también se espera que el modelado de información de edificios optimice las fases de construcción para convertir el sector de la construcción en una fábrica regulada. Sin

embargo, incluso después de que el BIM esté plenamente implantado en todo el país, algunos proyectos pueden seguir utilizando métodos de construcción más antiguos.

Según Rojas y Gaibor (2021). A medida que el BIM siga extendiéndose, deberíamos esperar ver cambios significativos en cómo colaboran los equipos de proyecto en los próximos años. Gracias a la gran abundancia de datos que consigue reunir un plan BIM a partir del principio, la gran cantidad de las decisiones esenciales pueden tomarse desde el principio con ingenieros, arquitectos y constructores trabajando codo con codo. Gracias a BIM, se obtendrá una visión temprana y completa del proyecto.

### Figura 3

*Medición de diferencia entre BIM y CAD*

Task	CAD(hours)	BIM(hours)	Hours saved	Time savings
Schematic	190	90	100	53%
Desing development	436	220	216	50%
Construction documents	1023	815	208	20%
Cheking and coordination	175	16	159	91%
<b>Totals:</b>	<b>1824</b>	<b>1141</b>	<b>683</b>	

Nota: 'BIM' UPV, 2016.

La figura 3 enseña que el empleo de un software de modelado de información de edificios reduce el tiempo necesario para la planificación, documentación y coordinación del proyecto en un 37% en general, y que el mayor ahorro de tiempo se produce durante la fase de coordinación (de ahí el nombre de "gestión BIM").

## Figura 4

### Medición de discrepancia entre BIM y CAD

Tradicional CAD	BIM
Las decisiones son tomadas una vez terminados los planos para la construcción.	Las decisiones se van tomando a lo largo del desarrollo del proyecto.
Se trabaja con elementos genéricos.	Se trabaja con elementos específicos. (Materialidad/Terminación/Fase)
Los metrados se obtienen una vez que se tienen todos los planos de construcción.	Los metrados están a lo largo de todo el proyecto.
La información no es tan precisa, ya que por lo general existen incompatibilidades entre una especialidad y otra.	La información del modelo es exacta.
Los cambios que se hacen en un plano tienen que modificarse uno por uno en los otros planos de las demás especialidades.	Los cambios que se hacen en el plano de una especialidad se modifican automáticamente en los planos de las demás especialidades.

*Nota:* Elaboración propia

#### 2.2.4 Los grados de desarrollo BIM (LOD)

El pecado capital entre los expertos en modelado BIM es el sobremodelado, que consiste en proporcionar más información sobre lo que nuestro cliente solicita y con qué fin. Según la filosofía Lean, el sobre modelado es un despilfarro, ya que conduce al sobre procesamiento y la sobreproducción, lo que a su vez conlleva una pérdida de tiempo. Como cualquier despilfarro, consume recursos, genera gastos y, en última instancia, no aporta valor añadido.

Álvarez et al. (2020) Cuando se utiliza un programa BIM para modelar, es fundamental no modelar más de lo necesario; en lugar de eso, hay que centrarse en lo que es realmente necesario. Por ejemplo, si el objetivo es obtener las medidas de materiales de construcción como suelos, pintura, puertas, etc., no es necesario invertir una cantidad significativa de tiempo en el modelo de acero de pilares o vigas, sobre todo porque se sabe que esta tarea es la que más

tiempo lleva. El término "Level of Detail" (LOD), cuya traducción al español es "Nivel de desarrollo", surge de la insuficiencia de no saber a qué nivel de referencia representar.

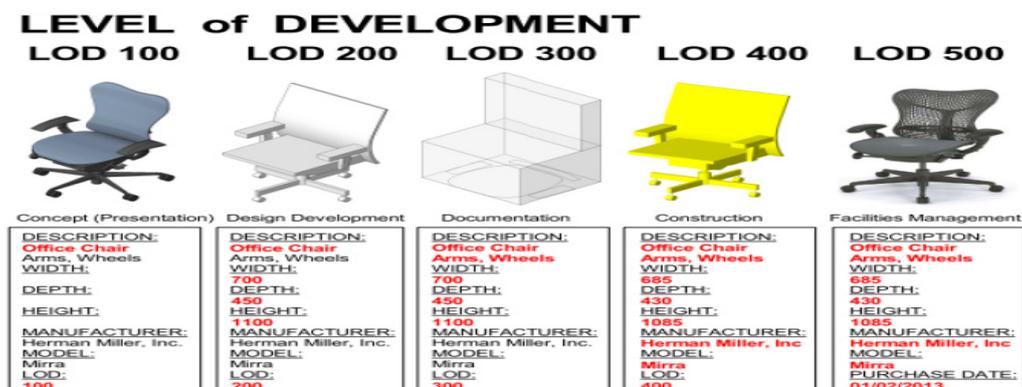
### A. Tipos de LOD

En la actualidad, existen tipos LOD, sin embargo, son varios, de manera equivalente a como hay varios códigos de construcción (Díaz et al., 2019). Estándares LOD proporcionados por cada nación y cada entidad dentro de ella son lo más comunes. También existen estándares LOD nacionales, sin embargo, no son internacionales y sólo se aplican a determinadas jurisdicciones. Además, existen compañías de diseño/construcción que han elaborado sus propias normas LOD.

Según Lizarme (2022) El uso de las normas LOD radica en su papel de guías para evitar el exceso de modelado y precisar la trascendencia que deben tener los proyectos. Como se dice cuando alguien inventa algo, si alguien ya lo ha inventado. Se puede elegir un nivel de desarrollo (LOD) que cumpla las necesidades del usuario último en función de las necesidades de cada modelador.

**Figura 5**

*Tipos de niveles de desarrollo en el modelado de la GBIM*



*Nota:* 'BIM' UPV, 2016.

Los distintos niveles de desarrollo se muestran en la figura 5, siendo el pico final del elemento A la principal diferencia. El nivel de desarrollo del propio elemento aumentará a medida que se acerque a la realidad.

### ***B. LOD 100***

Según Murillo (2021) El objeto logra simbolizarse o representarse genéricamente. Una definición geométrica no es necesaria, Sin embargo, también puede apoyarse en otros elementos de definición geométrica y gráfica. Este nivel de desarrollo puede ser mantenido por varios elementos en etapas adelantadas del proyecto.

#### **Usos:**

- **Análisis:** De acuerdo con las dimensiones geométricas, la dirección y la localización, además de la correspondencia con otros componentes.
- **Coste:** cálculo de gastos basado en parámetros como la superficie, el volumen o datos comparables. Para este tipo de LOD, este es el parámetro más útil.
- **Programación:** Se puede utilizar el elemento para establecer procesos y duraciones.
- **Coordinación:** No se aplica.
- **Otros:** como valor umbral para este LOD o posteriores

### ***C. LOD 200***

Según Álvarez et al. (2020) Este es el nivel en el que se definirá de forma gráfica el componente, indicando las cantidades aproximadas, el tamaño, la forma y/o la ubicación con relación al volumen del proyecto. Se puede incorporar esta información sin gráfica.

#### **Usos:**

- **Análisis:** Usando criterios generales del proyecto, se puede analizar cómo bien funciona el modelo.

- **Coste:** Gastos vinculados a medidas geométricas y magnitudes específicas de dicho nivel con estimación avanzada. No otros elementos tienen el mismo coste que el elemento mismo.
- **Programación:** Puede utilizar este componente para visualizar horarios y juicios de prioridad.
- **Coordinación:** Este componente se coordina con otros elementos del mismo proyecto en función de sus medidas, ubicación, trayectoria y distancias con respecto a la formación de las capas o sistemas del edificio (por ejemplo, vigas, materiales, etc.). Para estimar sus costes se utilizan su propia longitud y superficie, y no las de cada planta del edificio.
- **Otros:** debe definirse por este LOD o por otros posteriores. Así, por ejemplo, una faceta podrá describirse mediante su tipología y forma (frontis curvo de Ladrillo cara vista), pero se desconocerá su constitución de capas o sistemas de construcción (eps, materiales, etc.). No es la superficie por planta que se utiliza para estimar los costes, sino la longitud y superficie de la fachada.

#### ***D. LOD 300***

Según Rojas y Gaibor (2021) Este es el nivel en el que el elemento se describe gráficamente, especificándose con precisión las cantidades, el tamaño, la forma y/o la relación de ubicación con el grupo del proyecto. Es posible incorporar datos sin gráficos.

#### **Usos:**

- **Análisis:** Es posible analizar el funcionamiento del elemento utilizando los parámetros especificados para cada elemento. Es posible que se requiera un complemento de datos no gráficos.

- **Coste:** Evaluación detallada y concreta del componente basado en datos concretos de fabricación e instalación.
- **Programación:** Puede utilizar este elemento para visualizar horarios y criterios de prioridad.
- **Coordinación:** El elemento puede utilizarse para coordinarse con otros elementos del proyecto en función de sus dimensiones, ubicación, trayectorias y distancias relativas a otros.

### ***E. LOD 400***

Según Corado et al. (2023) Además de estar definido geoméricamente con precisión, el elemento objeto también está posicionado, pertenece a un sistema constructivo específico, está utilizado y montado en términos de cantidad, dimensiones, forma, ubicación, orientación (con todos los detalles), información de fabricación específica para el proyecto, está colocado en la obra/instalación, etc. Es mencionada asimismo la posibilidad de incluir datos no gráficos vinculados al elemento.

#### **Usos:**

- **Análisis:** Puede ser evaluado el Componente y sus sistemas o grupos de construcción utilizando criterios específicos para determinar cómo funciona. Puede necesitar más información no gráfica.
- **Coste:** Una evaluación precisa y específica del artículo basada en datos concretos de fabricación e instalación en función de su costo de compra.
- **Programación:** Este componente logra utilizarse para exponer los calendarios, los criterios de prioridad, los plazos de producción y las tareas relacionadas.

- **Coordinación:** Este elemento puede utilizarse como coordinación con otros componentes del proyecto en función de las medidas, la ubicación, las trayectorias y las lejanías con respecto a los demás, incluidos los detalles específicos de utilización y conservación.

### ***F. LOD 500***

Álvarez et al. (2020) La definición geométrica precisa del elemento objeto va acompañada de su posición; pertenece a un determinado sistema de construcción, uso y ensamblaje en cuanto a cantidades, dimensiones, forma, ubicación y dirección. Es mencionada también la posibilidad de incluir datos no gráficos vinculados al elemento. La información de este nivel se verifica en relación con el proceso de construcción finalizado ("as built") y no es aplicable a todos los elementos del proyecto. La propiedad y los reglamentos pertinentes definirán el criterio válido. En todos los casos, la base de datos de este nivel se sustituirá por la correspondiente a los niveles más bajos.

#### **Usos:**

Con vista hacia el futuro, el uso del nivel 500 puede incluir acciones como determinar el estado presente, especificar y homologar productos, utilizar directa o indirectamente y mantenimiento, gestar y explotar, así como realizar reformas y transformaciones.

### ***2.2.5 BIM: Ventajas y Áreas de Aplicación en los Proyectos de Construcción***

Serrano et al. (2020) El modelado BIM nos permite cometer errores virtualmente en el modelo y no in situ, lo que genera un ahorro de costes debido a procesos mal diseñados. La maqueta no sólo sirve para detectar errores de conflicto entre disciplinas, Además, se transforma en una herramienta de análisis eficiente que posibilita revisar los juicios de diseño y analizar la correcta operatividad del grupo entre las diversas dependencias. Asimismo,

posibilita la evaluación de aquellos aspectos relacionados con la construcción que facilitan una mejor planificación y vigilancia de las tareas de edificación a partir del trabajo de subcontratistas.

## Figura 6

*Ciclo de vida de un Proy. de construcción.*



*Nota:* elaboración propia.

Como puede verse en la Figura 6, el BIM se integra en la mayoría si no son todas las fases de un Proy. de construcción, empezando por la creación hasta la demolición, lo que hace que cada fase sea más fructífera y la cambia en un completo método de gestión.

Es posible enumerar las siguientes como principales ventajas de utilizar BIM en las fases de un Proy. de construcción:

### ***A. Fase de Planificación:***

- El uso del BIM ayuda a facilitar la determinación y aceptación de los requisitos del proyecto, lo que a su vez facilita el diseño, la ejecución y la utilización de los múltiples elementos intervinientes.

Utilizando modelos volumétricos, el BIM puede emplearse en estudios previos a la planificación para educarse sobre la posibilidad de los proyectos, considerando las investigaciones sobre el plan funcional, los sistemas de construcción, el costo y el desarrollo del ciclo de vida.

### ***B. Fase de Diseño:***

- La comunicación entre los agentes implicados se mejora con el uso de BIM. (cliente, distintas disciplinas de diseño, etc.), haciendo más accesible y visible la información y garantizando que esté perpetuamente actualizada.
- Admite adoptar decisiones tempranas y suministra su adopción, estableciendo prioridades en situación del valor que proporcionan o de las limitaciones de diseño del Proy. La reducción del trabajo de revisión y, por extensión, la optimización de costes, serán el resultado de una pronta adopción de decisiones.
- En consecuencia, optimiza su participación en la etapa de diseño para los futuros responsables de las etapas posteriores, como la construcción, el mantenimiento y la extracción, así como para su intervención futura. La integración de dichos factores facilita la adopción de decisiones durante la etapa de diseño, cuando el gasto de las etapas que siguen puede controlarse de forma más eficaz.
- La calidad del producto final aumenta gracias a una mejor comunicación entre agentes y una menor incoherencia interdepartamental. Entre otras cosas, ayuda a automatizar procesos, como la creación de entregables, con la consiguiente reducción de los plazos de finalización del diseño. Se puede analizar la constructibilidad de las soluciones

diseñadas y simular su construcción, lo que reduce los riesgos y la incertidumbre de las fases posteriores.

- La calidad de un proyecto puede mejorar si se realizan auditorías en cada una de las fases de su realización. El coste de construcción y mantenimiento puede ser mejor controlado de manera 5D.

### ***C. Fase de Construcción:***

- Le permite realizar la fiscalización con mayor eficacia y seguridad.
- Asegura a todos los demás que se mantendrá el Proy. documentado y actualizado de manera más eficiente.
- Al permitir simular las numerosas tareas que deben realizarse, minimiza los errores de planificación que influyen en los plazos de ejecución y facilita una planificación y una gestión de costes más eficaces. En consecuencia, contribuye al ahorro de costes y permite reducir los plazos de ejecución.
- Permite mejorar el rastreo de la ejecución, ya que facilita ver en qué punto se encuentra la ejecución y dónde podría desviarse de la ruta planificada.
- Simulando las actividades críticas, eliminando las que son obviamente innecesarias y sugiriendo alternativas que permitan reducir los riesgos, se puede lograr la posibilidad de reducir los riesgos relacionados con la seguridad y la salud.
- Las datas digitales sobre la realidad construida de una obra terminada y/o en curso facilitan el proceso de certificación lo que permite detectar desviaciones y cumplir las tolerancias.
- Es más fácil identificar los controles de calidad y verificar su trastorno.

- Al estar toda la información en uno o varios ficheros interconectados sin incoherencia de datos, permite gestionar más fácilmente los cambios y modificaciones y garantiza la coherencia de la información.
- Durante la fase de construcción, La trazabilidad puede establecerse durante la adopción de decisiones.

#### ***D. Fase de Mantenimiento y Operación:***

- Un modelo de construcción abarca toda la información esencial para su uso y mantenimiento.
- Todos los sistemas de gestión del mantenimiento pueden agregarse sin problemas a los modelos creados, ya que proporcionan la información requerida en el formato que se defina.
- La identificación y definición de las tareas de mantenimiento necesarias, así como su facilitación en la planificación, son posibles gracias a la actualización continua del modelo.
- Se elimina la necesidad de verificar el estado actual cada vez que se realiza una operación de mantenimiento, actualización o modificación del edificio o la infraestructura, ya que el modelo sirve como única fuente de información actualizada y fiable.
- El registro de datos es privilegiado y conserva todos los datos, así como el documento de cómo se elaboró y funcionó.
- Para los dueños de estos activos, el modelo y la información que recopilan representa fundamentalmente un valor adicional.

- El uso de BIM permitirá la implementación de sistemas de contratación más eficientes que optimicen los recursos y minimicen las incompetencias de los mecanismos de contrata tradicionales.
- Utilizando esta metodología, se puede mejorar la eficiencia en la gestión de cualquier construcción, ya sea un solo edificio o un gran complejo de casas, oficinas, hoteles, hospitales, centros educativos, infraestructuras, etc.

#### ***2.2.6. Herramientas Primordiales de Gestión BIM en la Fase de Construcción***

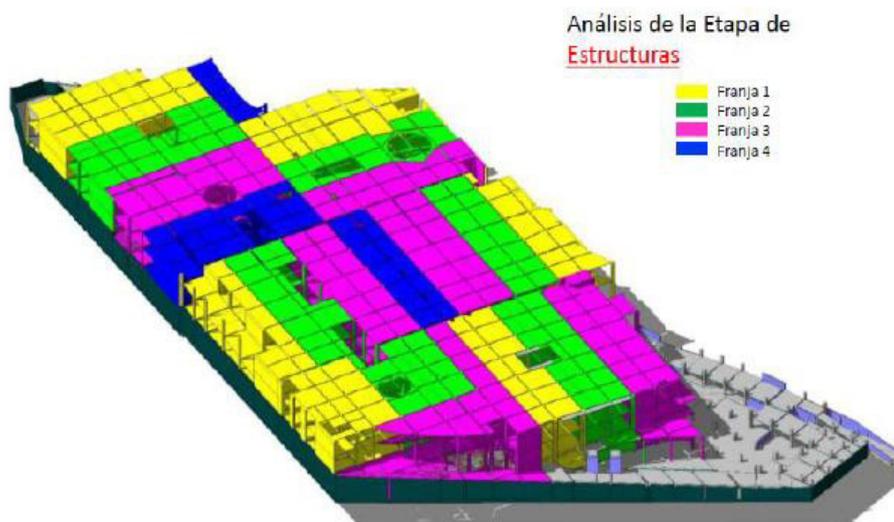
- a) **Revisión de Diseño:** Medina et al. (2020) Esta función se utiliza previamente al envío de todo el archivo técnico a la obra para su realización. Consiste en revisar todos los planos del proyecto que se han realizado con software BIM, como REVIT, que es el más utilizado en nuestro territorio. Dicha comprobación corre a cargo de expertos en las distintas áreas del proyecto, y tiene lugar durante una sesión ICE (ingeniería concurrente), donde todos los interesados se juntan y visionan el modelo definitivo, que se proyecta en múltiples pantallas. Esto permite a los participantes aportar sus comentarios y encontrar colectivamente soluciones instantáneas. Es importante recordar que, con los parámetros utilizados en un modelo BIM, cualquier cambio realizado en los planos de una especialidad se reflejará también en las demás especialidades. Gracias a esta herramienta, se puede enviar el expediente técnico con mucho menos errores de diseño planos realmente compatibilizados) y por ende menos sobrecostos de ejecución.
- b) **Cálculo de Metrados:** Sánchez et al. (2021) Esta herramienta es muy común en la industria de la construcción. Se utiliza para estimar las cantidades de los elementos que forman parte del modelo, según la especialidad correspondiente. Sin embargo, es importante que estos elementos se hayan incluido como parámetros durante el proceso de modelado. Por ejemplo, el software BIM puede permitirnos conocer el número total de puertas de nuestro proyecto, así como el número de puertas por tipo de material y

dimensiones. Todo ello depende del nivel de desarrollo (LOD) con el que se haya ejecutado el modelado. En una obra típica, los elementos más comunes que se obtienen de un modelo BIM son hormigón, encofrados, puertas, ventanas, chapas, revestimientos, techos, paredes, tomas de luz, tomas eléctricas, cables de datos, tomas de agua fría y tomas de agua caliente, entre otros.

- c) **Estimación de Costos:** Zúñiga y Centeno (2019) Es sabido que utilizando las mediciones obtenidas del BIM y aplicando valores unitarios, es posible calcular los costes efectivos del proyecto, o lo que llamamos el costo objetivo. Normalmente, los precios unitarios de un proyecto se obtienen utilizando el software S10®, y el fabricante de dicho software trabaja actualmente en añadir funciones que lo hagan accesible al software BIM. Pronto, será tan fácil como hacer clic generar el presupuesto del Proy. Además, existe otra manera práctica de utilizar la previsión de costes: conciliar las mediciones con los subcontratistas. Esto se hace tradicionalmente mediante mediciones en AutoCAD® y Excel® pero a partir de ahora bastaría con examinar el modelo con el subcontratista. Un enfoque similar podría adoptarse con los pagos progresivos.
- d) **Planeamiento 3D:** Diaz et al. (2021) Esta herramienta es ampliamente utilizada por el total del equipo de construcción, pero especialmente por los ingenieros de elaboración. Se trata de armonizar la GBIM con LAST PLANNER y los instrumentos de LEAN CONSTRUCTION. Con un programa BIM, podemos, entre otras cosas, dividir el Proy. (como se muestra en la figura 8, que ilustra la segmentación de un proyecto de especialidades estructurales concebido con un programa BIM). Gracias a otro software que integra BIM y planificación, podremos supervisar los avances en directo y generar informes.

## Figura 7

*Sectorización de un Proy. de estructuras utilizando software BIM*



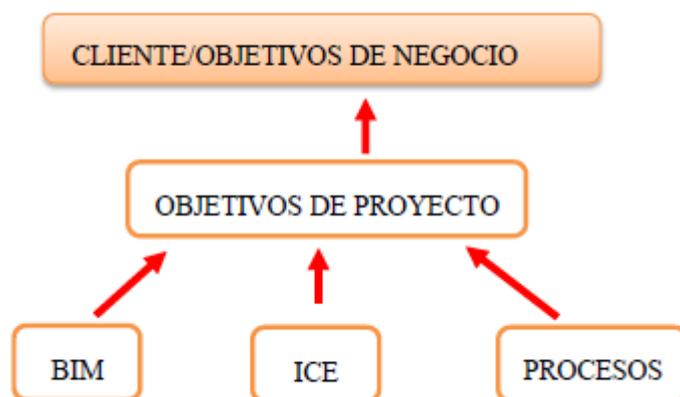
*Nota:* Valdes et al. (2022).

- e) **Logística:** Valdes et al. (2022) En el modelo BIM se puede ingresar una gran cantidad de información. Se pueden incluir, así, las especificaciones de un material, sus cantidades, el modelo e incluso el suministrador al que se adquirirá. Con estos datos, los responsables de la gestión logística pueden examinar el modelo, presupuestar los suministros de materiales y hacer un inventario de su entrega. De esta forma, se evitarán retrasos en la coordinación entre las áreas implicadas en el pedido y envío de materiales para el proyecto.
- f) **Generación de Planos As Built:** El estudio realizado por Castillo et al. (2020) Esta herramienta resulta muy beneficiosa para todas las personas involucradas en el Proy. Como todos sabemos, durante la ejecución del Proy. se realizan cambios, completando la parte que falta e incluso eliminando detalles, todo ello con el fin de mejorarlo. Todo ello queda reflejado en los planos As Built ( tras la construcción), que se realizaban clásicamente con AutoCAD® unos días antes de la finalización del Proy. Esta labor era bastante pesada, ya que había que replicar en los demás cada modificación realizada en

una de las especialidades. Sin embargo, con el empleo de BIM Management, se reduce a unos pocos trámites, pues el software BIM tiene la característica de que todas las especialidades modeladas están interconectadas, y cualquier cambio que se realice en la estructura del Proy. se reflejará en todos los planos de este.

### ***2.2.7 VDC y el futuro de BIM***

En un estudio dirigido por Mendoza en 2019, El trabajo llevado a cabo en el CIFE de la Universidad de Stanford acerca de la utilización de las tecnologías de la información en la construcción (uso de BIM, colaboración extrema, etc.) ha dado lugar al surgimiento de un concepto nuevo llamado Construcción y Diseño Virtuales (VDC, por sus siglas en inglés). VDC es un enfoque integrado y multidisciplinar para modelar el rendimiento de los proyectos de diseño y construcción, destinado a apoyar de forma explícita y pública los fines empresariales. El modelo VDC del Proy. se centra en los elementos que es posible diseñar y gestionar, como el producto (normalmente un edificio o una planta), la organización y el proceso de equipo. Dichos métodos están integrados de forma lógica (si un agente realiza un ajuste, los elementos asociados varían), son multidisciplinarios (representando al arquitecto, al constructor, al cliente y a las demás especialidades relevantes), pronostican el rendimiento del Proy. y posibilitan su rastreo. En la actualidad, la Universidad de Stanford ofrece certificados en VDC, y ya hay algunos latinoamericanos que están obteniéndolos y dedicándose a fomentar el empleo de VDC en Proy. de construcción. En dicho grupo ya se encuentran diversos peruanos.

**Figura 8***Virtual Design and Construction*

*Nota:* Valdes et al. (2022).

### ***2.2.8 La Gestión del Valor Ganado en Construcción***

El PMBOK® entiende por valor obtenido el valor del trabajo que el proyecto ha desarrollado, ejecutado o realizado. Este valor se expresa en función del presupuesto inicial del Proy. y se asigna a la tarea, al conjunto de tareas o al elemento de la estructura de desglose del trabajo.

Una gran técnica para evaluar el estado del proyecto y utilizar una especie de métrica para dirigirlo es analizar el valor ganado., según Santelices (2019). Los interesados del proyecto pueden recibir información acerca del estado del presupuesto y rendimiento en el tiempo de manera efectiva mediante el análisis de valor ganado. Se puede hacer un gran análisis para obtener auténticas actualizaciones del estado del proyecto, aunque la forma de calcularlo utilice fórmulas matemáticas básicas que no siempre se entienden bien.

### ***A. Elementos del Valor Ganado***

- a) **El PV:** presenta el presupuesto de la totalidad de las tareas cuyo inicio y finalización se anticiparon a lo largo del análisis.
- b) **El EV:** simboliza el coste total de la obra presupuestado en el instante del estudio.
- c) **Costo Real (AC):** Se trata del coste íntegro en el que realmente se ha tenido que incurrir en el transcurso de la realización de una determinada actividad. El coste total encariado para llevar a cabo el trabajo evaluado por la EV.
- d) **SV:** Es un indicador del rendimiento del calendario de un Proy.

Cuya fórmula es:

$$SV=EV-PV$$

En el EVM, es una medida útil, dado que puede señalar un retardo del proyecto en relación con la línea base del calendario.

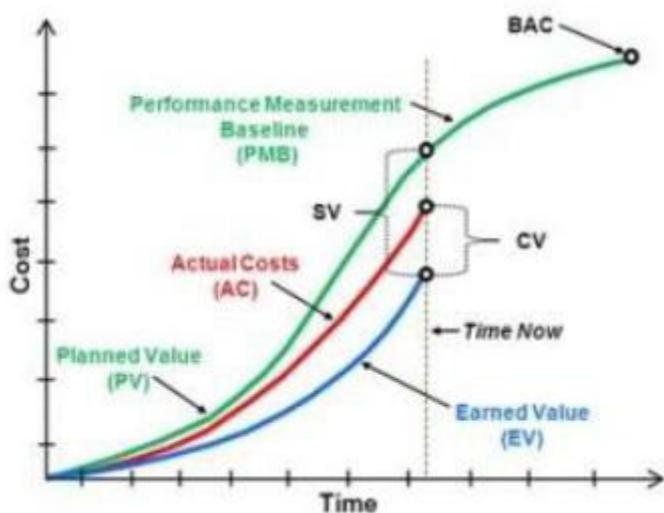
- e) **CV:** La variación del costo se utiliza para evaluar cómo se ha llevado a cabo un proyecto. Corresponde al valor ganado (VE) menos los costes reales (CA).

$$CV=EV-AC$$

Porque indica la relación entre el rendimiento actual y los costos incurridos, la CV es especialmente crítica en esta metodología.

**Figura 9**

*Earned Value Management (SPI = EV/PV, CPI = EV/AC)*



*Nota:* Valdes et al. (2022).

Según Diaz et al. (2019) El rendimiento de costes y plazos de cualquier proyecto, tanto individualmente como en comparación con otros, puede ser representado por los valores SV y CV, que son índices de eficacia. Sus diferenciaciones, además de los índices que permiten calcular, sirven para detectar la situación de un proyecto en un momento dado y sirven de base para estimar el coste y el calendario al término del Proy.

- **SPI:** Índice de desempeño del cronograma es una medición del progreso realizado en torno a un proyecto en contraste con el progreso previsto.

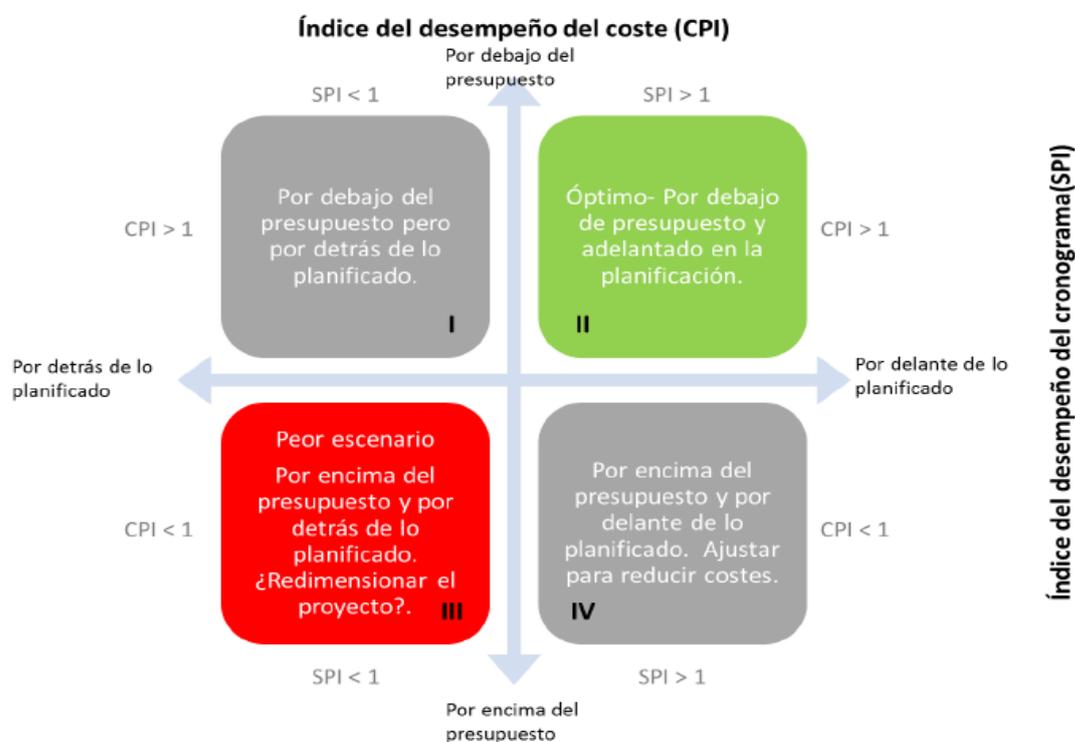
$$SPI = EV/PV$$

- **CPI:** El Índice del desempeño del costo es cuando el valor de la obra terminada en relación con el costo actual o al progreso del Proy. se calcula utilizando esta métrica.

$$CPI = EV/AC$$

**Figura 10**

*Investigación de los Indicadores CPI y SPI*



*Nota:* Valdes et al. (2022).

La figura 8 muestra una curva que puede verse como una "S" CURVA con las dimensiones del coste y el tiempo necesarios para ejecutar el proyecto.

### **2.2.9. Curva "S" de un Proy. de Construcción**

Prieto et al. (2019) Muchos elementos vinculados con la planificación inicial pueden ser examinados mediante las herramientas disponibles en el campo de la gestión de proyectos de construcción. Es posible que estos factores sean financieros, cronológicos o de otro tipo. La más común y una de estas herramientas es la curva de avance, a veces conocida como curva "S". En un proyecto, esta curva indica el progreso actual en comparación con el progreso previsto durante un tiempo acumulativo hasta la fecha. La curvatura de la letra "S" es el resultado de su forma. Normalmente, existe una predisposición al aumento de los costes al principio del proyecto, y estos costes disminuirán hacia el final. De acuerdo con el cronograma

actual y el presupuesto inicial se genera la primera versión de la Curva S. Más adelante, podrá actualizarse en función del avance real de las obras. Como se ha mencionado anteriormente, el reto en cualquier obra es determinar las desviaciones y tomar medidas para corregirlas, este es el rol del área de oficina técnica.

Jobim et al. (2017) Se sabe que se debe incurrir una suma de gastos por cada unidad de tiempo establecida, lo que hace que la curva en "S" sea una herramienta útil para el seguimiento y control del Proy. En cambio, sirve de fundamento a la aplicación de la metodología de gestión del EV, que puede utilizarse para constatar retrasos o adelantos en el plan presupuestario y el calendario, así como para identificar tendencias y previsiones de finalización en términos de tiempo y coste.

Ramon y Barboza (2019) La facilidad para visualizar el avance del proyecto es una de las principales virtudes de esta herramienta. Esto hace muy fácil y claro para todos los implicados -el gestor del proyecto, nuestro cliente y la dirección- conocer la situación o el momento en que se encuentra el proyecto.

Álvarez et al. (2020) Para construir la curva de recursos, Es necesario definir las partidas que aportarán la necesaria información y que se procesarán utilizando las pertinentes herramientas y técnicas para obtener los conocimientos que servirán para elaborar el gráfico.

Saludablemente, hay que considerar lo siguiente antes de realizar la curva de recursos:

- La perspectiva del proyecto, su fundamento, hipótesis, limitaciones, etc, deben estar bien documentados y comprendidos.
- El alcance, la descripción, los detalles y los criterios de aceptación han sido definidos por el trabajo.
- Gestionar el alcance del proyecto implica informar qué se contiene y qué no en el Proy.
- Es esencial elaborar una estimación de tiempo y costes.

El gráfico de la curva de progresión debe tener, como mínimo, los siguientes elementos:

- El título del Proy.
- El código de Proy.
- Fecha de inicio del Proy.
- Fecha de finalización del Proy.
- El valor de la obra prevista
- El valor acumulado del trabajo planificado (el importe de los patrimonios utilizados como consumo según el Proy).
- Lo que realmente costó ejecutar los recursos utilizados en esas actividades durante ese tiempo es el verdadero coste del trabajo realizado.
- Los recursos usados como gasto según el gasto ejecutado constituyen el gasto exacto del trabajo llevado a cabo.

### ***2.2.10 Estudio de Rentabilidad de un Proy. de Construcción***

Meana et al. (2019) Es crucial determinar si el proyecto en el cual se va a invertir genera un beneficio suficiente para justificar la opción estipulada. Es necesario obtener una sobreutilidad, o un margen de beneficio adicional, para saber si un proyecto es beneficioso o no, ya que, como es sabido en la construcción, la utilidad puede oscilar entre el 7% y el 8%. Se atribuye, en general, esta ganancia adicional al uso de SDG y al manejo apropiado de los patrimonios. Al mismo tiempo, entenderíamos la rentabilidad como un coste beneficio. Los tres pilares esenciales de todo proyecto son la rentabilidad por ventas, la rentabilidad por activos y la rentabilidad por capital. En este caso, utilizaremos la rentabilidad de las ventas para evaluar la rentabilidad de la gestión BIM. Esto se debe a que el producto terminado, que en este caso sería el edificio de 10 pisos, se vende en la industria de la construcción.

La fórmula a continuación de la rentabilidad:

$$\text{Rentabilidad sobre ventas} = \frac{\text{Presupuesto Venta} - \text{Presupuesto invertido}}{\text{Presupuesto invertido}} \times 100$$

Donde:

**Presupuesto venta**= La propuesta ganadora de la puja.

**Presupuesto invertido**= Coste real del proyecto ya realizado.

El proyecto no logró la ganancia esperada si el resultado es negativo; un nivel aceptable de rentabilidad se indica con un resultado positivo.

### 2.3 Grupo de Interesados

El autor ha optado para clasificar como "Grupo de Interesados" a los individuos u organizaciones cuyo propósito es asegurar el nivel de servicio convencido con los clientes, lo cual implica la edificación de edificios comerciales y residenciales. La cuadrilla de 13 empleados de la CONSTRUCTORA INARCO PERÚ S.A.C. en el Condominio Paseo San Martín constituye este grupo como cuadrilla de construcción de las muestras del estudio, quienes están a cargo de toda la cuadrilla de trabajo doméstico y subcontratistas.

#### Figura 11

*Grupo de personas interesadas*

Cargo	Cantidad
Residente de Obra	1
Jefe de Oficina Técnica	1
Jefe de SSOMA	1
Jefe de Calidad	1
Administrador de Obra	1
Jefe de Producción	1
Asistente de Oficina Técnica	1
Metrador	1
Asistente de Producción	2
Asistente Administrativo	1
Ingeniero de SSOMA	1
Almacenero	1
<b>Total</b>	<b>13</b>

*Nota:* Valdes et al. (2022).

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

Debido a que la averiguación pudo ser respondida mediante el esbozo de resultados numéricos, Se utilizó un paradigma positivista basado en un enfoque cuantitativo (Sánchez, 2019). Según Cadena et al. (2017), la indagación cuantitativa se lleva a cabo para comprender modelos, medias y correspondencias; para deducir conclusiones generales; y para probar o validar conceptos, hipótesis o supuestos mediante conocimiento estadístico y numérico. Los resultados pueden mostrarse entonces de esta manera en un estilo gráfico o numérico. En este sentido, se tiende a establecer un rango de porcentajes de acumulación positiva de costes alcanzados por la gestión BIM y, de esta forma, evaluar la rentabilidad para las empresas correspondientes.

Además, la investigación se ciñó a una tipología descriptiva, que se establece para promover la salvaguarda medioambiental de los procesos industriales inherentes a la organización en cuestión. Esto promovió la comprensión a través de los fundamentos teóricos existentes sobre la realidad problemática de los costos incurridos y el análisis de los indicadores dentro de la construcción del sitio de estudio en particular. La investigación descriptiva incluyó el desarrollo de un plan de investigación, la creación de preguntas de investigación y el análisis de datos. Se conoce como metodología de investigación observacional, dado que ninguna de las variables del estudio se manipula (Barriga et al., 2018).

Además, la investigación fue aplicada, ya que se basó en la incompetencia de un ámbito organizativo, en este caso los sobre costos y escasa rentabilidad de procesos tradicionales versus la gestión BIM, de tal forma que posterior al diseño, se estableció el consolidado estructural dentro de un territorio en particular. En tal sentido, Ramos

et al. (2021), menciona que el objetivo es identificar enfoques que puedan utilizarse para abordar un determinado problema. La investigación aplicada se basa en la comprensión teórica para fundamentar el desarrollo de conocimientos prácticos en campos como la ingeniería y la medicina.

Asimismo, respondió a un diseño no experimental de corte transversal (Herbas y Rocha, 2018), ya que dentro del abordaje no se manipularon de forma directa las variables intrínsecas dentro del estudio, asimismo, el levantamiento de información del proyecto se realizó en conformidad con el avance en obra. Este tiempo incurrió en un segmento de tiempo durante un año.

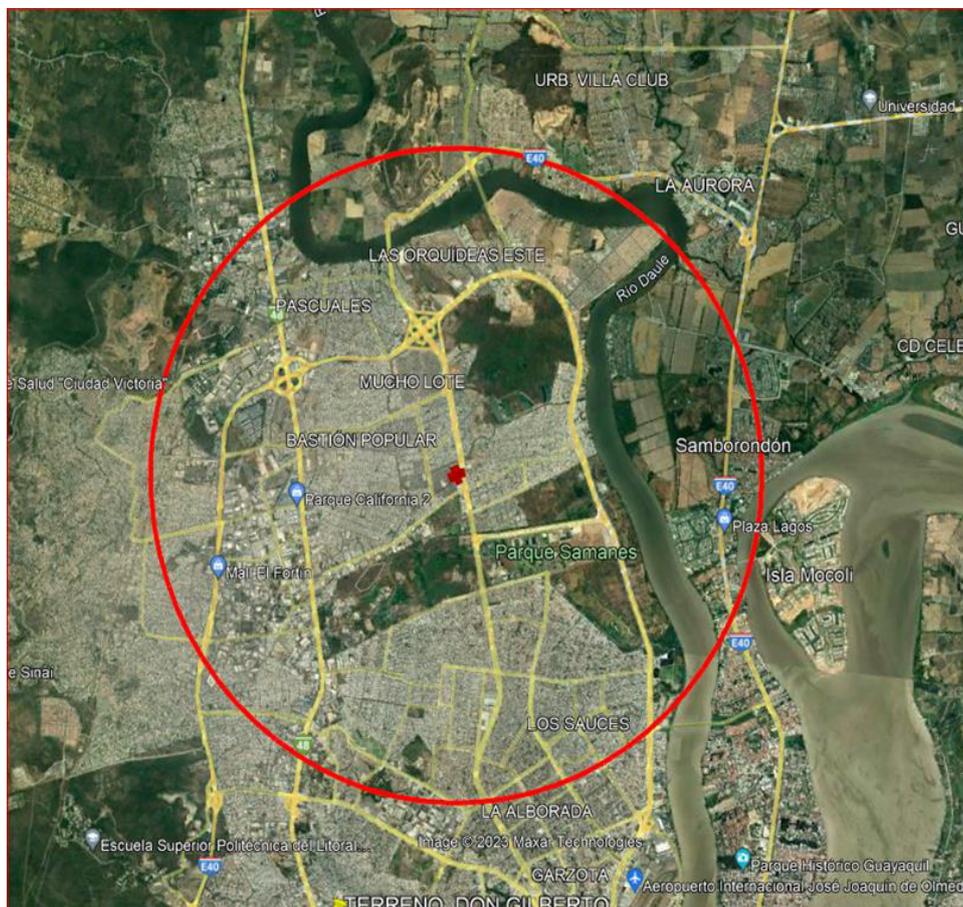
### **3.2. Ámbito estacional y espacial**

Desde un punto de vista temporal, la investigación se fundamentó en un tiempo de relevancia haciendo llamado a un corte transversal donde se promulgó el levantamiento correspondiente dependiente del avance de la obra en el tiempo de un año esto promovió el levantamiento previo a la construcción de la información para cumplir los objetivos de estudio.

Por su parte, desde un punto de vista espacial, la investigación abordó la construcción de PROMART HOME CENTER. El proyecto está ubicado en las zonas de más alto crecimiento habitacional de guayaquil y teniendo como una ratio directo de influencia a sus 5 km a la redonda las zonas residenciales y comerciales que se describen a continuación:

**Figura 12**

*Ubicación geográfica del área de estudio*



*Nota:* Google Maps, todos los derechos reservados al 2023.

Asimismo, dentro de la ubicación de la obra se tomaron en consideración las siguientes consideraciones urbanísticas:

**Tabla 1***Consideraciones urbanísticas*

<b>Clasificación</b>	<b>Suelo Urbano – Consolidado</b>
	Catastral y Escritura: 16,518.11m <sup>2</sup> (Considerando Subdivisión Nov-2018)
Área	LT (Al 2022): 16,813.084m <sup>2</sup> Útil (Proyectada): 16,518.11m <sup>2</sup>
Zona SubzonaUso	Corredor Comercial – CC-H Corredor Comercial – CC-3 (H) Comercial y de Servicios
Compatibilidad	Compatible con TDMH y Patio constructor (al detal o por menor)
Altura	6 a más (altura máxima 36 a 39 mt, considerando Fusión de Lotes))
COS	70% (Según PUSG 2019-2023) Puede variar solo con modificación de la Norma PUGS
Afec. Geográfica	No establecida por el Municipio

*Nota:* bitácora de campo.

**3.3. Variables****Variable independiente:**

A continuación, se muestra la variable independiente general del estudio:

Y: Gestión BIM (sistema de gestión fundamentado en la realización de la construcción por medio de la virtualidad del proyecto por medio de un modelo abordado por un software especializado REVIT)

**Dimensiones:**

- 1) Personal capacitado
- 2) Software y hardware adecuados
- 3) Comunicación

**Variable dependiente:**

X: Rentabilidad (ratio de medición de los beneficios sobre un producto en particular por medio de la relación de los recursos invertidos por la empresa para lograrlo).

**Dimensiones:**

- 1) Control presupuestario
- 2) Resultado operativo

**3.4. Población y muestra**

La población de la presente investigación estuvo conformada por el proyecto PROMART HOME CENTER. El Proyecto de la Tienda de Mejoramiento del Hogar: Promart Galpones, tiene una configuración de tienda nueva y de funcionamiento tipo especialidad enfocada al mejoramiento del hogar y el sector de la construcción. La funcionalidad del proyecto está determinada por un autoservicio asistido con su distribución y Layout muy similar a un super mercado con sus zonas y espacio de venta distribuidas en base a una circulación o Race track. Sus estanterías tipo Racks livianos y semipesados de profundidad estándar está ubicado en sentido perpendicular a su caminera principal generando puntos de ingreso en ca línea de la exhibición. El proyecto por su ubicación y terreno tiene la ventaja de mantener muy bien señaladas y separadas sus zonas exteriores de servicio y de estacionamiento para sus clientes generando un buen flujo de cada una de sus actividades.

Asimismo, en cuanto a la muestra de estudio, se tomará en consideración las siguientes características establecidas en la tabla 2.

**Tabla 2***Características de la muestra*

Código catastral	059-2576-002-5-0-0-1		
Dirección	Urbanización Mucho Lote Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, Solar 2 (5), parroquia Pascuales (antes Tarqui).		
Lote	LOTE 5	LOTE 6	LOTE 7
Uso de Suelo	Comercial y de Servicios	Comercial y de Servicios	Comercial y de Servicios
Sub Zona de Edificación y Construcción	Corredor Comercial 3H (CC-3H)	Corredor Comercial 3H (CC-3H)	Corredor Comercial 3H (CC-3H)
Área	6,017.31m <sup>2</sup>	5,400.91m <sup>2</sup>	5,099.89m <sup>2</sup>
Lindero Norte	Solar 1 162.22m	Solar 2 (Lote 5) 153.61m	Solar 2 (Lote 6) 145.63m
Lindero Sur	Solar 2 (Lote 6) 153.61m	Solar 2 (Lote 7) 145.63m	Solar 2 (Lote 8) 138.51m
Lindero Este	Av. Francisco de Orellana 39.06m	Av. Francisco de Orellana 37.10m	Av. Francisco de Orellana 36.36m
Lindero Oeste	2do Pasaje 9 NO 38.10m	2do Pasaje 9 NO 35.97m	2do Pasaje 9 NO 36.16m
Retiro Frontal 1 y 2	3mt	3mt	3mt
Retiro Lateral 1	0.00	0.00	0.00
Retiro lateral 2	1 mt	1 mt	1 mt
COS	70%	70%	70%
CUS Total % (*)	420	420	420
Altura (**)	39.06mt	37.10mt	36.36mt
Ratio de Estacionamiento	- 1 est c/ 60m <sup>2</sup> de área de atención al público (venta y cajas)		
	- 1 estacionamiento c/ 500m <sup>2</sup> de área de bodegaje.		

*Nota:* bitácora de campo.

### 3.5. Instrumentos

Se tomó en consideración los siguientes instrumentos de recolección de información necesarios para llevar a fin el cumplimiento de los objetivos de estudio:

**Observación directa:** La información del proyecto cuestionado, que se construyó de forma convencional, se recopilará con esta herramienta. Como miembro

del equipo del proyecto, se pudo supervisar los cambios mensuales en los costes de construcción mediante una herramienta llamada Control de Predicción de Costes (CP), y también se abordó un seguimiento de cuánto tiempo dedicaban los ingenieros a tareas que, añadían poco o ningún valor al proyecto y podrían haberse automatizado con el Modelado de Información de Construcción (BIM). Además, se recopiló información que resulta crucial para la investigación actual, como informes semanales sobre el avance de las obras en términos de tiempo y dinero.

**Análisis de la información (experimento):** Este instrumento se usó para la recolección de los datos de la construcción del proyecto: PROMART HOME CENTER, usando Gestión BIM, a través del modelado en 3D con el software Revit®. Hablamos de experimento, pues este procedimiento se ejecutó de manera virtual, y se evaluó el resultado operativo o llamado también Control Presupuestario del mismo proyecto construido de la forma tradicional, pero ahora usando Gestión BIM de manera virtual. Cabe resaltar, que se usó un laboratorio virtual, puesto que analizar los datos del mismo proyecto de manera física, es decir construyendo un proyecto similar, pero usando Gestión BIM, hubiese sido costoso, con un tiempo de respuesta de más de un año, y con el riesgo de que el resultado no sea favorable.

### **3.6. Procedimientos**

Se tomó en consideración la elección de las especialidades a modelar donde se abordará la ingeniería hidráulica, la ingeniería vial, las instalaciones de detección y alarma, instalaciones de agua contra incendios, instalaciones sanitarias, ingeniería de control, instalaciones eléctricas e ingeniería estructural y geotecnia. Posterior se procederá al cálculo de cantidades y estimación de costos por método tradicional. Asimismo, se procederá al cálculo de cantidades de obra y estimación de costos con

la gestión BIM. Para, finalmente, realizar para el cálculo de la rentabilidad de los proyectos.

Consecuentemente, el procedimiento se detalló más particularmente de la siguiente manera:

#### 1) Selección de Especialidades Para Modelar:

- **Ingeniería Hidráulica:** Se modelará el sistema de abastecimiento y distribución de agua, considerando tanto el caudal requerido como la presión necesaria en diferentes puntos del proyecto.
- **Ingeniería Vial:** Se diseñarán y modelarán las vías de acceso y circulación dentro del proyecto, incluyendo pavimentos, señalización y drenaje vial.
- **Instalaciones de Detección y Alarma:** Se modelarán los sistemas de detección de incendios, así como las alarmas y notificaciones necesarias, asegurando la cobertura completa según normativas vigentes.
- **Instalaciones de Agua Contra Incendios:** Se desarrollará el modelado de los sistemas de extinción de incendios, incluyendo rociadores automáticos, bocas de incendio y sistemas de hidrantes.
- **Instalaciones Sanitarias:** Se modelarán las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales, incluyendo los sistemas de tratamiento necesarios para cumplir con las regulaciones ambientales.
- **Ingeniería de Control:** Se abordará el modelado de los sistemas de automatización y control de procesos dentro del proyecto, asegurando su integración con otros sistemas de infraestructura.

- **Instalaciones Eléctricas:** Se desarrollará el modelado de la infraestructura eléctrica, desde la acometida principal hasta la distribución en cada área del proyecto, incluyendo sistemas de respaldo y protección.
- **Ingeniería Estructural y Geotecnia:** Se modelarán las estructuras principales del proyecto, considerando aspectos geotécnicos y la interacción suelo-estructura para garantizar la estabilidad y seguridad del proyecto.

## 2) Cálculo de Cantidades y Estimación de Costos por Método Tradicional:

- Se procederá a realizar el cálculo de las cantidades de obra de forma manual o utilizando software tradicional de presupuestos. Este proceso incluirá la medición detallada de todos los elementos modelados anteriormente.
- Se realizará la estimación de costos asociada a cada especialidad, considerando precios unitarios actuales del mercado, mano de obra, materiales, y otros recursos necesarios para la ejecución de cada actividad.
- Se integrarán las cantidades de obra y costos de cada especialidad en un presupuesto global del proyecto, analizando los costos directos e indirectos.

## 3) Cálculo de Cantidades de Obra y Estimación de Costos con la Gestión BIM:

- Utilizando la metodología BIM (Building Information Modeling), se extraerán las cantidades de obra directamente del modelo digital, garantizando mayor precisión y reducción de errores comparado con el método tradicional.
- Se procederá a la estimación de costos utilizando el modelo BIM, lo que permitirá una evaluación más dinámica de costos y cambios de diseño, así como la integración de datos en tiempo real.

- Se realizará una comparación detallada entre los costos obtenidos por el método tradicional y los obtenidos con la gestión BIM, identificando las diferencias y posibles optimizaciones.

#### 4) **Cálculo de la Rentabilidad de los Proyectos:**

- Se analizará la rentabilidad del proyecto considerando los costos de inversión estimados tanto por el método tradicional como por la metodología BIM.
- Se evaluarán los beneficios de la implementación de BIM en términos de reducción de costos, tiempos de ejecución, mejora en la coordinación y disminución de retrabajos.
- Finalmente, se realizará un análisis financiero, utilizando indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión, para determinar la viabilidad económica y rentabilidad del proyecto con la implementación de la gestión BIM.

### 3.7. **Análisis de datos**

Las siguientes fases se considerarán para el estudio de los datos:

- 1) Ordenación y categorización: Toda la data utilizada en la búsqueda de los conocimientos obtenidos del Proy. PROMART HOME CENTRE (edificio convencional) y de la edición de este a través de la gestión BIM será organizada y clasificada.
- 2) Registro y proceso computarizado por medio del software ofimático Excel: se registrará y procesará toda la información por medio de una hoja de cálculo Excel 2019.

Asimismo, se tomarán los siguientes reparos usuales para el modelamiento BIM:

Para que la metodología BIM tenga éxito, debe llevarse a cabo de manera organizada siguiendo ciertas reglas. Esta metodología incluye crear un dibujo del proyecto en 3D con información sobre los materiales que se utilizarán, y es a partir de este dibujo que se deriva la información para administrar el costo y el tiempo del proyecto.

El Building Information Modelling (BIM) puede utilizarse de dos formas en los Proy. de construcción. La primera es cuando se plantea el proyecto utilizando BIM desde el lado del diseño, es decir, utilizando un software que posibilite el modelado 3D y que se pueda cargar con parámetros. Gracias a la posibilidad de trabajar de manera independiente en un ordenador y que todos estos se vinculen a una misma fuente, todos los especialistas involucrados trabajan juntos para lograr este proceso (la operación se conoce como mantenimiento del sitio web. También otra fase quizás más extensa, es el uso de Modelado de Información de Construcción (BIM) con diseño de proyectos en una plataforma 2D, a menudo obtenida del software AutoCAD®, y realizada de forma independiente por los especialistas.

Por último, se estudiarán las modalidades de modelización:

Una familia de software de programas desarrollada por AUTODESK®, REVIT 2016®, será utilizada para el desarrollo del modelo. La información para el modelo se obtendrá del diseño del proyecto de la manera tradicional, es decir de planos en formato AutoCAD®. Cabe resaltar que para decidir que especialidades van a ser modeladas, se realizará uso de la teoría de Wilfredo Pareto, conocido como “Principio de Pareto”, que enuncia lo siguiente: “Aproximadamente el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas”

### **3.8. Apreciaciones éticas**

A fin de salvaguardar la identidad de los participantes se trabajará con herramientas estandarizadas como la Norma Técnica en los cuales no figuran datos o formas de identificar al examinado, siendo el carácter normativo lo que definirá esta aplicación. Asimismo, antes de la aplicación de la gestión BIM para mejorar la rentabilidad, se realizará posterior a la aprobación por parte de las autoridades correspondientes, sobre los alcances del estudio, el uso de los datos, mediante la lectura de una carta de consentimiento del participante, quedando en la elección personal de ellos si se quedan o se retiran del ambiente donde se aplicarán los cálculos correspondientes para el diseño. Asimismo, el presente trabajo de investigación se ampara bajo el manual de ética de investigación de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

## IV. RESULTADOS

### Consideraciones generales del proyecto

Para el establecimiento inicial protocolar investigativo con el fin de analizar la rentabilidad de la obra por medio del uso del BIM se tiene la siguiente ubicación de la obra:

**Tabla 3**

*Ubicación de la obra*

Concepto	Descripción		
Código catastral	059-2576-002-5-0-0-1		
Dirección	Urbanización Mucho Lote Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, Solar 2 (5), parroquia Pascuales (antes Tarqui).		
Lote	LOTE 5	LOTE 6	LOTE 7
Uso de Suelo	Comercial y de Servicios	Comercial y de Servicios	Comercial y de Servicios
Sub Zona de Edificación y Construcción	Corredor Comercial 3H (CC-3H)	Corredor Comercial 3H (CC-3H)	Corredor Comercial 3H (CC-3H)
Área	6,017.31m <sup>2</sup>	5,400.91m <sup>2</sup>	5,099.89m <sup>2</sup>
Lindero Norte	Solar 1 162.22m	Solar 2 (Lote 5) 153.61m	Solar 2 (Lote 6) 145.63m
Lindero Sur	Solar 2 (Lote 6) 153.61m	Solar 2 (Lote 7) 145.63m	Solar 2 (Lote 8) 138.51m
Lindero Este	Av. Francisco de Orellana 39.06m	Av. Francisco de Orellana 37.10m	Av. Francisco de Orellana 36.36m
Lindero Oeste	2do Pasaje 9 NO 38.10m	2do Pasaje 9 NO 35.97m	2do Pasaje 9 NO 36.16m
Retiro Frontal 1 y 2	3mt	3mt	3mt
Retiro Lateral 1	0.00	0.00	0.00

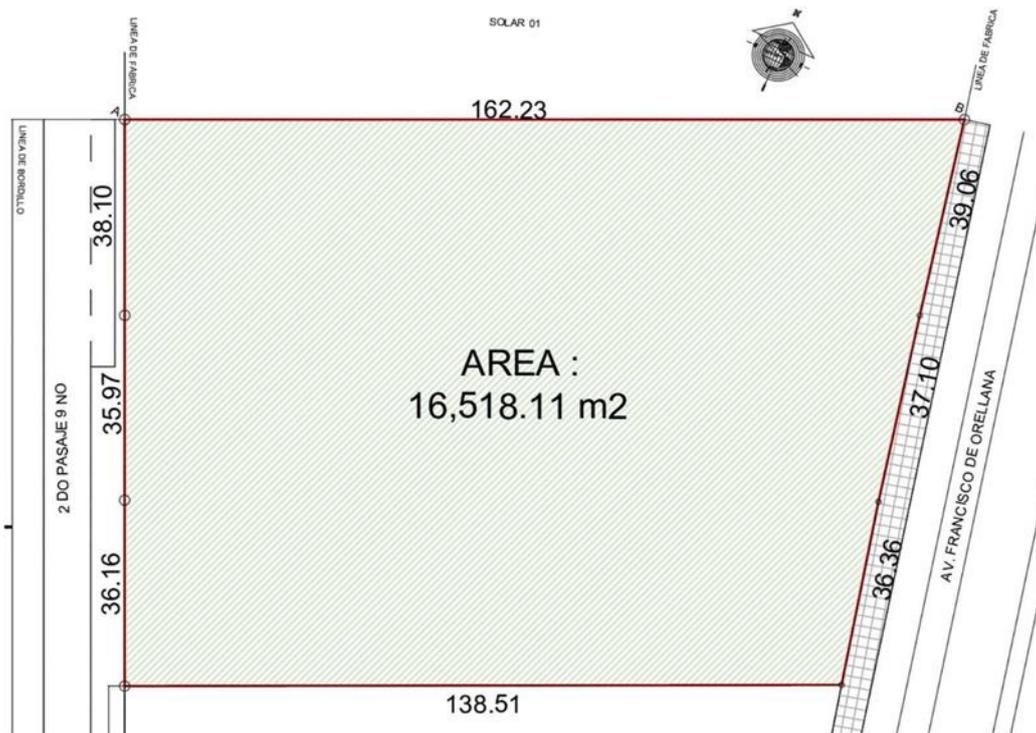
Retiro lateral 2	1 mt	1 mt	1 mt
COS	70%	70%	70%
CUS Total % (*)	420	420	420
Altura (**)	39.06mt	37.10mt	36.36mt
Ratio de Estacionamiento	- 1 est c/ 60m <sup>2</sup> de área de atención al público (venta y cajas) - 1 estacionamiento c/ 500m <sup>2</sup> de área de bodegaje.		

*Nota:* extraído del expediente técnico

Por su parte, para el establecimiento del área total de la obra en concordancia con la tabla 3, se especifica la figura 13.

### Figura 13

*Área total para la obra*



*Nota:* elaboración propia.

Consecuentemente, se tomaron en consideración características urbanísticas necesarias para el diseño infraestructural. En tanto, se cumplan con las siguientes clasificaciones: área,

zona y subzona de uso, compatibilidad, altura, COS y afección geográfica. A este respecto se presenta el cuadro 4.

#### **Tabla4**

##### *Consideraciones urbanísticas*

Clasificación	Suelo Urbano – Consolidado
Área	Catastral y Escritura: 16,518.11m <sup>2</sup> (Considerando Subdivisión Nov-2018) LT (Al 2022): 16,813.084m <sup>2</sup> Útil (Proyectada): 16,518.11m <sup>2</sup>
Zona Subzona Uso	Corredor Comercial – CC-H Corredor Comercial – CC-3 (H) Comercial y de Servicios
Compatibilidad	Compatible con TDMH y Patio constructor (al detal o por menor)
Altura	6 a más (altura máxima 36 a 39 mt, considerando Fusión de Lotes))
COS	70% (Según PUSG 2019-2023) Puede variar solo con modificación de la Norma PUGS
Afec. Geográfica	No establecida por el Municipio

*Nota:* extraído del expediente técnico

#### **Definición premeditada del giro de proyecto**

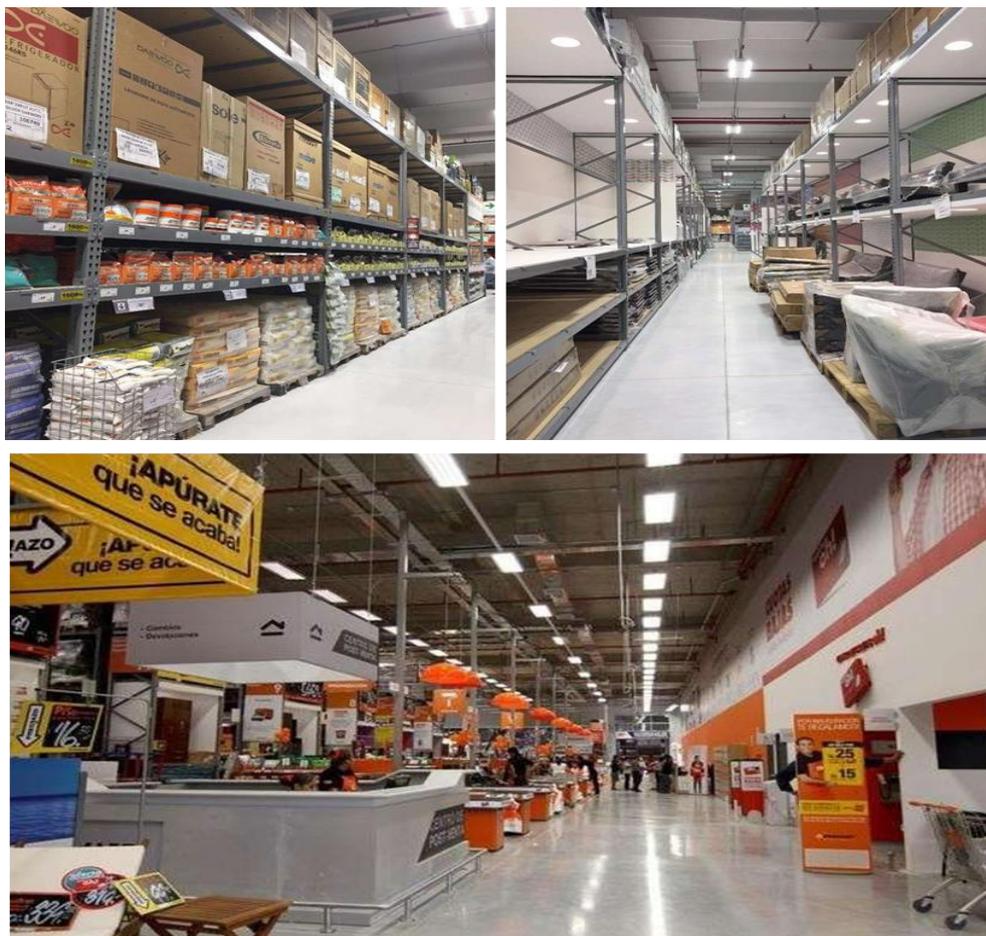
El Proyecto de la Tienda de Mejoramiento del Hogar: Promart Galpones, tiene una configuración de tienda nueva y de funcionamiento tipo especialidad enfocada al mejoramiento del hogar y el sector de la construcción. La funcionalidad del proyecto está determinada por un autoservicio asistido con su distribución y Layout muy similar a un super mercado con sus zonas y espacio de venta distribuidas en base a una circulación o Race track

Sus estanterías tipo Racks livianos y semipesados de profundidad estándar está ubicado en sentido perpendicular a su caminera principal generando puntos de ingreso en ca línea de la

exhibición. El proyecto por su ubicación y terreno tiene la ventaja de mantener muy bien señaladas y separadas sus zonas exteriores de servicio y de estacionamiento para sus clientes generando un buen flujo de cada uno de sus actividades. Para tener una consolidación de la definición se esboza de forma fotográfica el entorno a abordar en la figura 14.

### Figura 14

#### *Espacio y sistema de distribución*



*Nota:* elaboración propia.

## Descripción general del proyecto

El proyecto se desarrolla con un volumetría simple y forma idónea para este tipo de negocio que va de la cuadrada a rectangular con dimensiones mayor a los 80 mt por lado.

- 1) Su forma hace que la distribución interior sea adecuada generando tiempos de circulación entre cada departamento o segmento de negocio muy similares tornados muy entretenido su recorrido y generando una experiencia de compra agradable
- 2) La tienda cuenta con dos niveles: Primer Piso y Mezanine Distribuyéndose dentro del inmueble del siguiente modo:
- 3) En la parte externa frente a la Av. Francisco de Orellana se desarrolla el estacionamiento Público. Cuenta con área de circulación para autos del público, 190 unidades de parqueo de autos dentro de los cuales se consideran 08 unidades de parqueo para discapitados. Además, se cuenta 62 unid de parqueo de bicicletas.
- 4) La tienda se desarrolla en base a 4 zonas bastante diferenciadas.
- 5) Sala De Ventas. Conformado por el conjunto de racks de exhibición de mercadería ferretera, Showroom de Corte Venta empresa; Retiro en Tienda Y centro de Servicios Post Venta.
- 6) Patio de materiales. Exhibición de materiales de construcción en racks anclados a piso. Se accede a esta zona a través de Sala de Ventas, Estacionamiento público que colinda con la Av. Francisco de Orellana y el patio de maniobras
- 7) Bodega. Esta zona alberga mercadería en tránsito teniendo relación directa con Patio de Maniobras y sala de Ventas,
- 8) Trastienda. Lo conforman los distintos ambientes que ocupan y en donde se desarrollan las actividades internas del personal. Lo conforman ambientes como:
- 9) Primer piso: Control, CCTV, Cuarto de sistemas, tesonería Bóveda, GDH, Sala de Capacitación.

- 10) Mezanine: Cuarto de tableros eléctricos, Mantenimiento, Comedor, Lactario Sala de descanso Servicios higiénicos de personal de mujeres y hombres.
- 11) Cuartos Técnicos. Conformado por los siguientes ambientes: Cuarto de tableros eléctricos, Grupo electrógeno y Subestación; ubicados en el primer piso y mezanine dentro de la zona de Bodega
- 12) En la parte posterior de la tienda se encuentra el Patio de maniobras y estacionamiento para empleados con 19 parqueos.
- 13) Existen servicios higiénicos para el público con acceso desde la parte exterior del estacionamiento. Estos servicios son para hombres, mujeres y personas con capacidades espaciales.
- 14) Adicionalmente se tiene un nivel subterráneo donde se ubican los cuartos de bombas y las cisternas.

### **Características del emplazamiento**

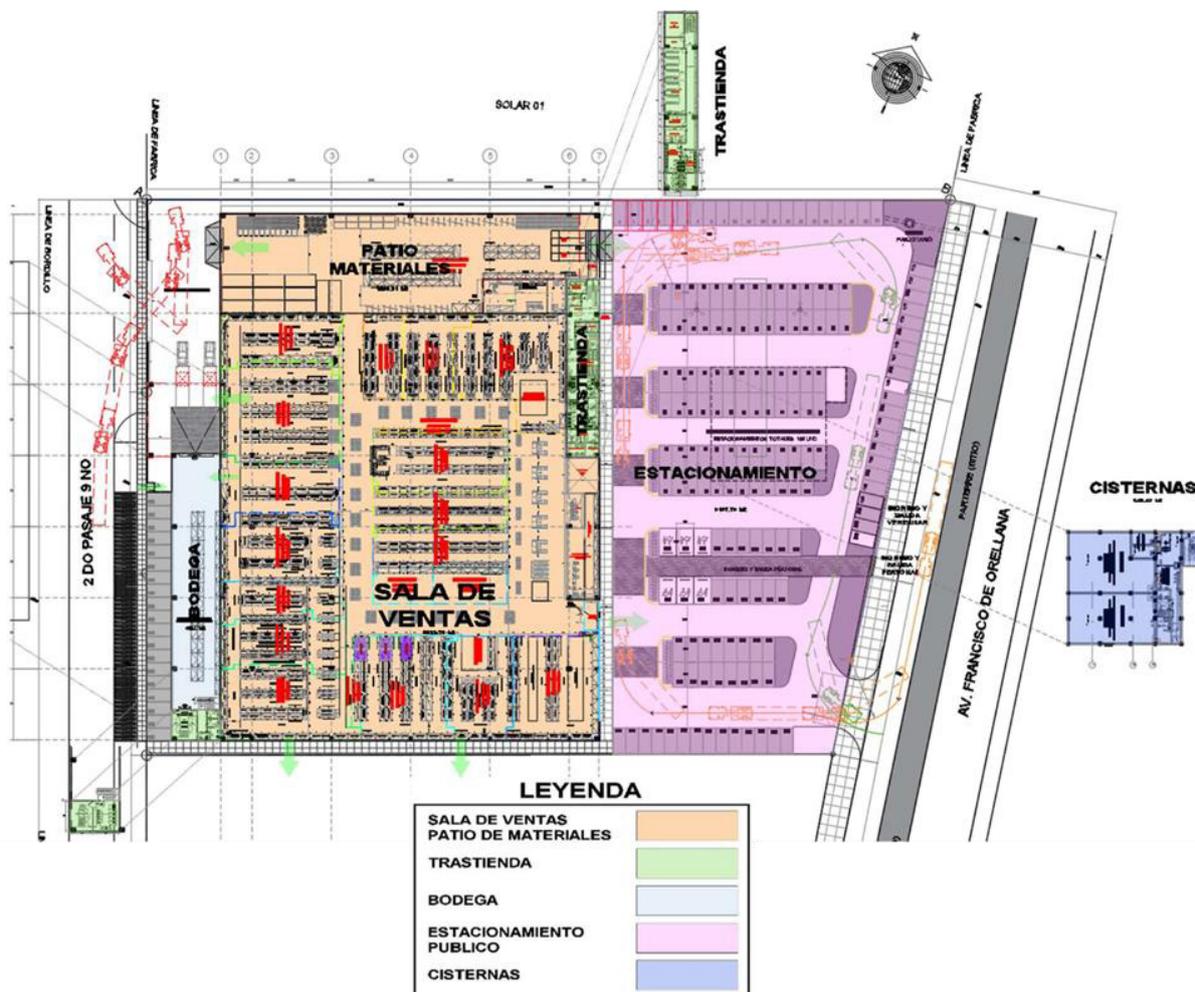
El proyecto se encuentra en un lote con zonificación CC-3 (H). La zona de Ingreso al público es a través de la bolsa de estacionamiento que se ubica al lado de la Av. Francisco de Orellana. El ingreso de personal cuenta con doble acceso, uno por el frente de la fachada y otro por la calle posterior; en ambos casos existirá control permanente de acceso. La llegada de los camiones de mercadería será por la parte posterior a la Sala de Ventas.

### **Zonificación de la tienda a construir**

Se identifican de acuerdo con las actividades que se realizan dentro de tienda las siguientes zonas de conformidad con la figura 15.

Figura 15

Zonificación de la estructura



*Nota:* extraído del expediente técnico

### Consideraciones generales para el modelado BIM

Para que resulte exitosa, la metodología de modelado BIM, que abarca la creación de un diseño tridimensional del proyecto complementado con detalles específicos de los materiales a emplear, y de la que se extrae información crucial para la administración del costo y la duración del proyecto, debe implementarse de manera sistemática y conforme a ciertas normativas establecidas.

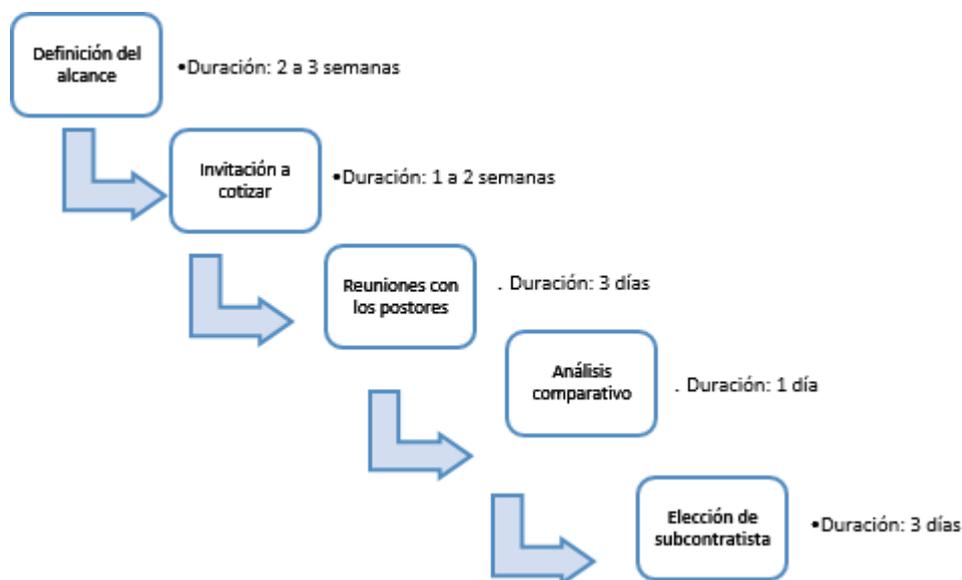
Hay dos enfoques predominantes para la implementación de la Gestión BIM en proyectos constructivos. El primero se inicia en la fase de diseño del proyecto, utilizando software especializado que no solo facilita la creación de modelos 3D sino que también permite incorporar parámetros adicionales. Este método se caracteriza por la colaboración de diversos especialistas que, aunque trabajan de manera autónoma en sus equipos informáticos, están interconectados a través de una red común, lo que permite una integración fluida de sus contribuciones (un enfoque conocido como trabajo colaborativo en red). Por otro lado, el método más extendido implica la adaptación de la Gestión BIM a partir de diseños preliminares realizados en una plataforma 2D, comúnmente creados con AutoCAD®, donde los especialistas aportan al modelo de manera independiente.

### **Resultados del Control de Obtenciones de Proveedores y Subcontratistas**

La selección de los proveedores y subcontratistas que intervendrían en el proyecto fue uno de los procedimientos más meticulosos que requirió mucho estudio por parte del ingeniero responsable. De acuerdo con la metodología convencional de construcción, el Ingeniero de Oficina Técnica se encargó de escoger, mediante análisis comparativos, los clientes y/o empresas encargadas de comprar los materiales requeridos para llevar a cabo el Proy. El ciclo de adjudicación de subcontratistas y proveedores se muestra en la figura 16, con especial referencia al tiempo utilizado en las construcciones clásicas.

**Figura 16**

*Valoración del tiempo necesario para completar cada fase del subcontratista o proveedor según el método tradicional de construcción de proyectos.*



*Nota:* elaboración propia.

**Tabla 5**

*Estimación del impacto de cada tarea en la fase de definición del alcance del Proy. empleando métodos de construcción tradicionales*

TAREA	% INCIDENCIA
Análisis de los documentos técnicos	11.50%
Compatibilidad de los planos	36.50%
Fabricación de metrados	52%
Total	100%

*Nota:* Creación propia.

La elaboración de metros es la tarea más accesoria de la etapa de Definición del Alcance, como se muestra en el Cuadro 5. Cabe señalar que, a pesar de contar con personal

específicamente dedicado a su cálculo, el proyecto objeto de estudio presentaba numerosos déficits de metros de varias partes.

### **Registro de Tiempos bajo la Metodología Tradicional de Construcción**

En cuanto al registro del tiempo en la metodología de construcción tradicional, se adoptó una estrategia centrada en la planificación y seguimiento del cronograma de trabajo. Se segmentó el proyecto en distintas fases, asignando a cada una metros específicos de concreto, encofrado, y acero, basándonos en las estimaciones proporcionadas por la Oficina Técnica. Para monitorear la productividad, comparamos los rendimientos teóricos, previstos en los análisis de precios unitarios, con los rendimientos reales obtenidos en el campo. La adherencia al cronograma se evaluó mediante el indicador Porcentaje de Planificación Completado (PPC), mientras que el control de las horas hombre se realizó comparando las horas presupuestadas versus las horas reales trabajadas.

Durante la ejecución, enfrentamos desafíos que impactaron el cronograma, especialmente en las fases de obra gruesa, debido a interferencias y errores de diseño, como discordancias entre los planos de construcción y los de instalación. Estos problemas provocaron retrasos y tareas adicionales imprevistas, afectando tanto el cumplimiento del cronograma como el presupuesto del proyecto. Para mitigar estos impactos, se requirió una revisión detallada del diseño y la adopción de soluciones que minimizaran los retrasos, asegurando que las instalaciones críticas se ajustaran a las limitaciones físicas del proyecto sin comprometer la calidad o la seguridad.

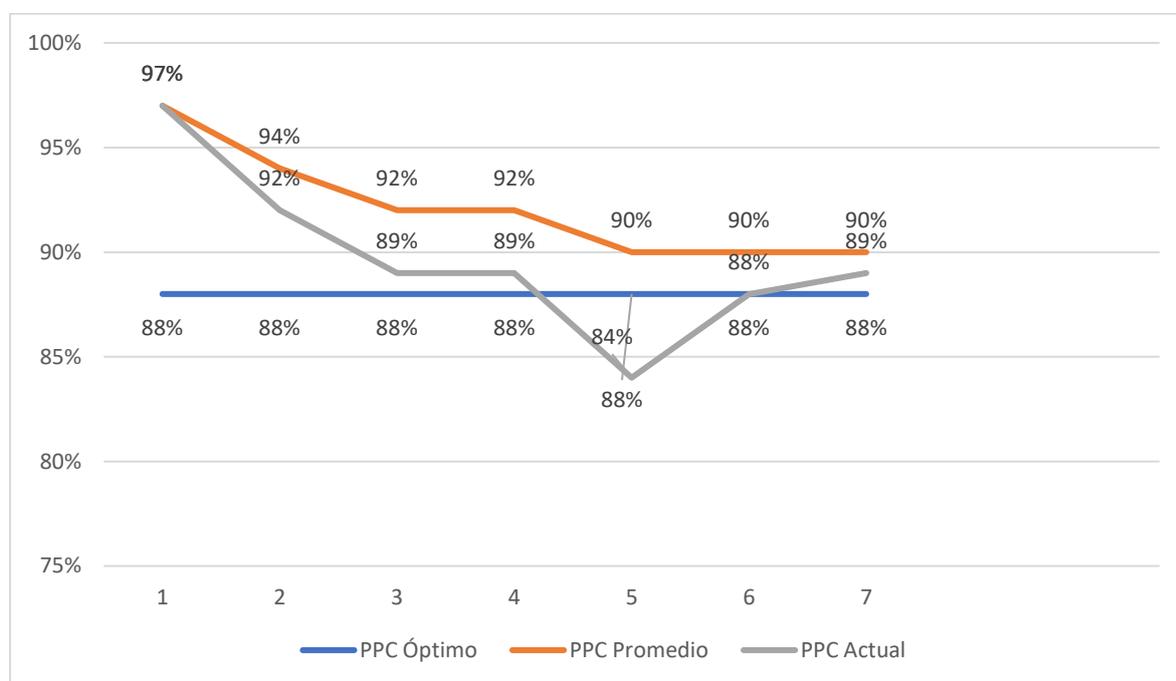
Este enfoque proactivo en la gestión del tiempo y la resolución de problemas permitió superar los obstáculos encontrados, aunque subrayó la importancia de una planificación y coordinación detallada desde las etapas iniciales del proyecto. La experiencia destacó la necesidad de una comunicación efectiva entre todos los equipos involucrados y la importancia

de contar con sistemas flexibles que puedan adaptarse a los cambios y desafíos inherentes a la construcción.

Dicho control de los tiempos aseguró disponer de un marco que permitiese asegurar el cumplimiento del cronograma.

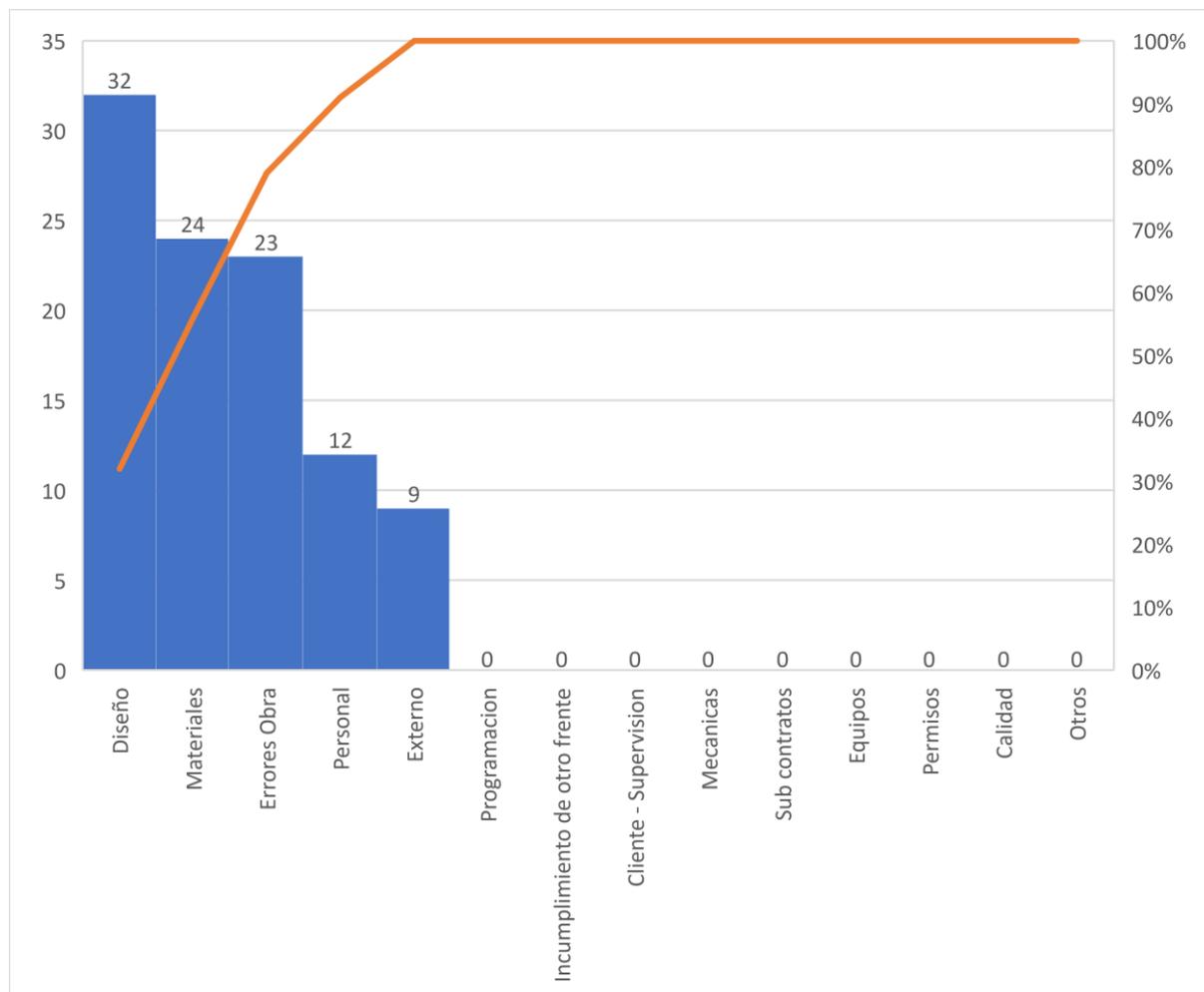
### Figura 17

*Curva que representa el progreso del porcentaje de la conformidad del cronograma con la metodología tradicional.*



*Nota:* elaboración propia.

La figura 17 muestra que el PPC real de la obra ha ido disminuyendo por las seis iniciales semanas, alcanzando un porcentaje inferior al óptimo en la semana 5. Detalladas en la figura 18, se obtuvieron como causas principales del incumplimiento tras un análisis de las causas.

**Figura 18***Motivos de no cumplimiento del cronograma (PPC)*

*Nota:* creación propia.

Se observa que el error de diseño del Proy. -es decir, incompatibilidades entre planos y mediciones, falta de información sobre el proyecto, etc.- fue la principal causa de que no se cumpliera el calendario, seguida de los errores en los materiales y la obra.

Entre los problemas que surgieron durante el proyecto y que se debieron a un error de diseño, figuraban las incompatibilidades entre los planos estructurales y los de instalación. Esto dio lugar a trabajos adicionales que no estaban incluidos en el presupuesto de ventas ni en el presupuesto objetivo. Esta es la situación que se divide en la figura 19.

**Figura 19**

*Resane en la base de la escalera para el paso de tuberías de montante ACI.*



*Nota:* elaboración propia.

A pesar de que se advirtió a lo largo de la ejecución de la obra, el error de repetición que se produjo durante el vertido de todos los niveles en este caso hizo que fuera uno de los más costosos, ya que nadie se comprometió a remediarlo. Finalmente, fue necesario verter todo el suelo, cortarlo y arreglarlo.

## Figura 20

*Instalación de tubos y comunicaciones IISS, GAS e IIEE en una cubierta de 10 cm de espesor..*



*Nota: elaboración propia.*

Dentro del alcance de nuestro proyecto, se identificó un desafío recurrente relacionado con el retrabajo en la etapa de instalaciones, específicamente al colocarlas en la losa de cubierta antes del vaciado de concreto. Debido a que nuestro diseño se basó en un método constructivo de ductilidad restringida, los grosores de losa y muros se mantuvieron en el mínimo viable, con un espesor de losa de tan solo 10 cm. Esta limitación presentó una dificultad significativa al instalar tuberías de desagüe de gran diámetro, ya que su colocación comprometía el recubrimiento requerido por normativa, un problema que se replicaba en áreas donde se debían instalar múltiples sistemas simultáneamente, reduciendo así el espacio disponible y el recubrimiento entre el concreto y las instalaciones.

Para abordar esta problemática, fue imperativo seleccionar y emplear productos alternativos que no solo cumplieran con las funciones necesarias dentro del sistema de instalaciones, sino que también se adaptaran a las restricciones de espesor de la losa. La implementación de estas soluciones resultó en costos adicionales no previstos en el presupuesto

de venta del proyecto, destacando la importancia de la previsión y la adaptabilidad en la planificación y ejecución de las obras de construcción.

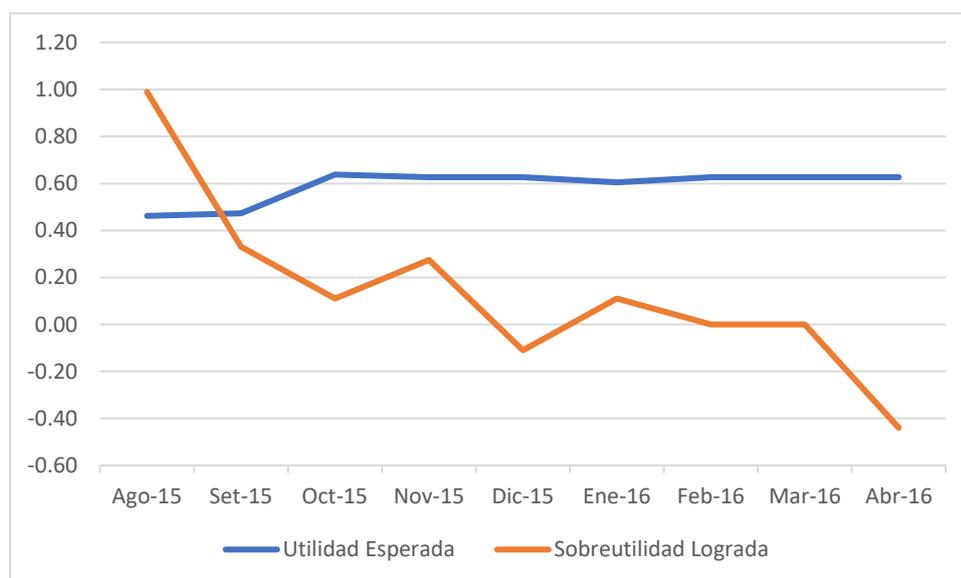
### **Gestión de gastos con la MT**

La gestión de costes según la MT en nuestro proyecto de construcción se ha gestionado con un riguroso seguimiento presupuestario realizado mensualmente, complementado con un análisis del valor ganado realizado semanalmente, una responsabilidad clave del Ingeniero de la Oficina Técnica. Semana tras semana, se generaba un reporte de construcción para la gerencia que incluía la curva S del proyecto, proporcionando una representación gráfica del progreso de la obra en el tiempo y facilitando el análisis de valor ganado para el periodo correspondiente. Además, se presentaban al cliente las tablas de valoración y, mensualmente, se preparaba un informe de control presupuestario en el que se detallaban los ingresos, gastos y previsiones financieras del proyecto desde su inicio hasta su finalización prevista.

Por su parte, estos informes exactos, pudimos rastrear las variaciones en el margen de ganancia esperado del proyecto. A pesar de nuestros esfuerzos, el proyecto no logró mantener su margen de utilidad proyectado, consumiendo parte del beneficio anticipado y, por ende, no alcanzando la rentabilidad prevista. Al principio, el proyecto se presupuestó con un margen deseable del 8%, equivalente a una ganancia de \$/ 138,839.05. No obstante, este margen experimentó variaciones a lo largo del tiempo, reflejadas en los gráficos subsiguientes, lo que subraya la importancia de una supervisión financiera constante y adaptativa a lo largo de la vida del plan.

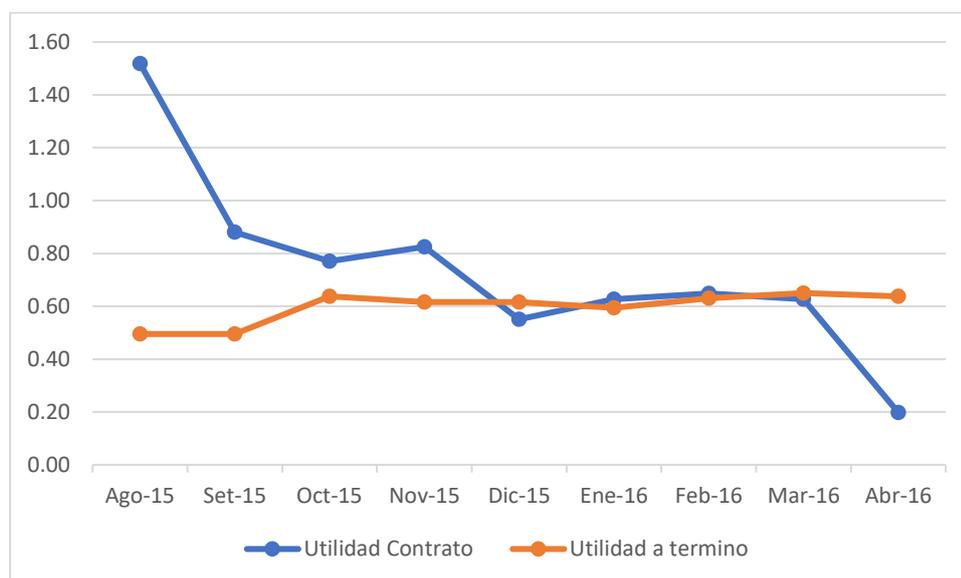
**Tabla 6***Control de presupuesto de cada mes de la construcción del proyecto*

Fin de Obra	Utilidad Contrato \$	Utilidad a Terminó \$	Sobreutilidad \$	%Margen Esperado	%Margen Logrado
ago-15	138,839.05	391,811.60	252,972.55	8.25%	20.32%
sept-15	138,839.05	226,637.62	87,798.57	8.25%	11.75%
oct-15	170,948.83	199,451.86	28,503.03	8.25%	9.41%
nov-15	157,948.83	204,071.53	46,217.31	8.25%	9.99%
dic-15	157,854.23	135,922.66	-21,931.56	8.25%	6.73%
ene-16	138,839.05	149,109.99	10,295.24	8.25%	7.41%
feb-16	157,088.75	153,613.90	-3,474.84	8.25%	7.64%
mar-16	157,088.75	147,190.48	-9,898.27	8.25%	7.32%
abr-16	156,704.25	41,180.65	-115,523.61	8.25%	2.13%

*Nota: elaboración propia.***Figura 21***Cambios en la sobreutilidad a medida que se ejecuta el proyecto**Nota: elaboración personal.*

**Figura 22**

*Progreso de la Utilidad del Proyecto a lo largo de los meses*

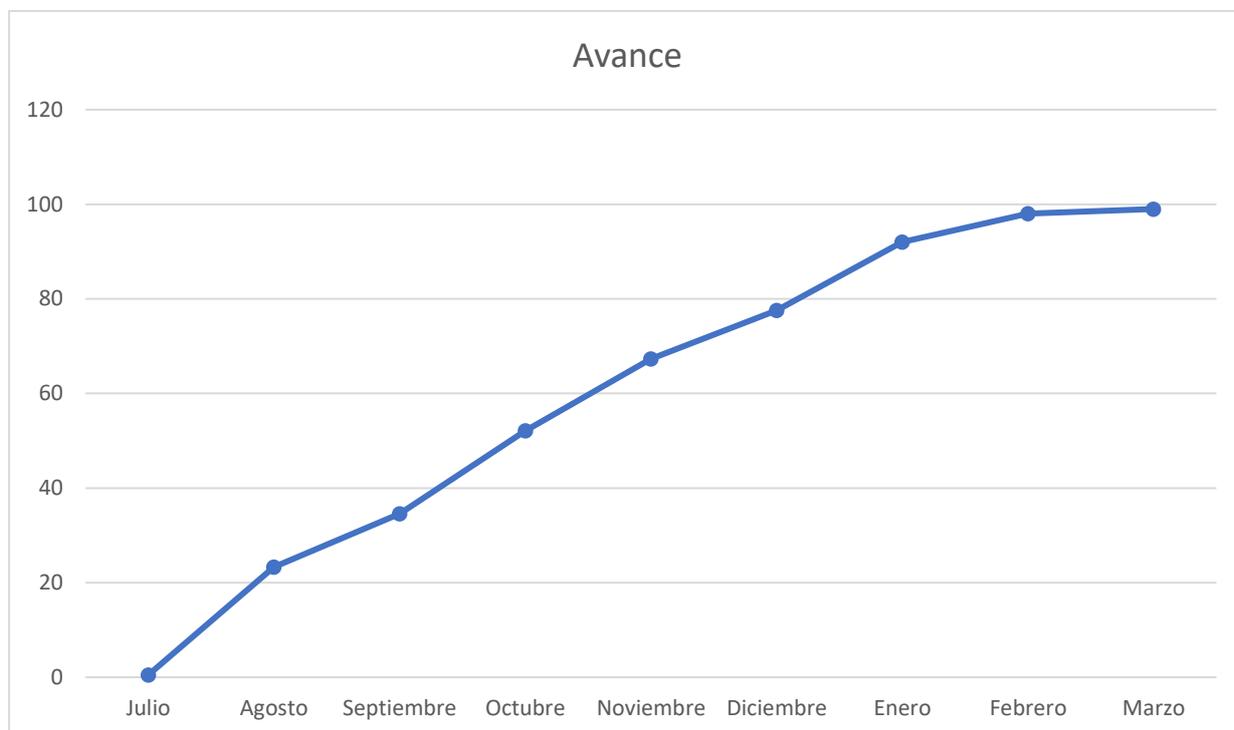


*Nota:* elaboración propia.

La sobreutilización y la rentabilidad, respectivamente, no se mantuvieron, como muestran las figuras 21 y 22. Al principio, el equipo de construcción convenció a la dirección de que la rentabilidad se mantenía y que se había logrado una sobreutilización de casi el 13%. Esto llevó a un control presupuestario óptimo que inicialmente reveló una sobreutilización por sobre las expectativas. Sin embargo, estos porcentajes cambiaron a lo largo de las obras, lo que obligó a hacer más realista el control presupuestario. Como resultado, en el informe de control presupuestario más reciente, relativo a abril, el beneficio disminuyó significativamente del 6,54% al 2,03%, y el porcentaje de sobreutilización se redujo a cero. Si bien es cierto que no se perdió dinero, sí se perdió una cantidad significativa de beneficio que no era evidente en los periodos iniciales de control presupuestario, porque este último es un método de control de costes durante varios meses. Por eso, en este caso también fue necesario utilizar el método del "valor ganado" para controlar los costes durante un periodo de tiempo más corto, semanal. Para ello, en primer lugar, se visualiza la curva "S" del contrato, que refleja la evolución prevista de la obra adjudicada y que hay que seguir necesariamente para garantizar la rentabilización.

### Figura 23

*Curva "S" de progreso planificado de la construcción del proyecto.*

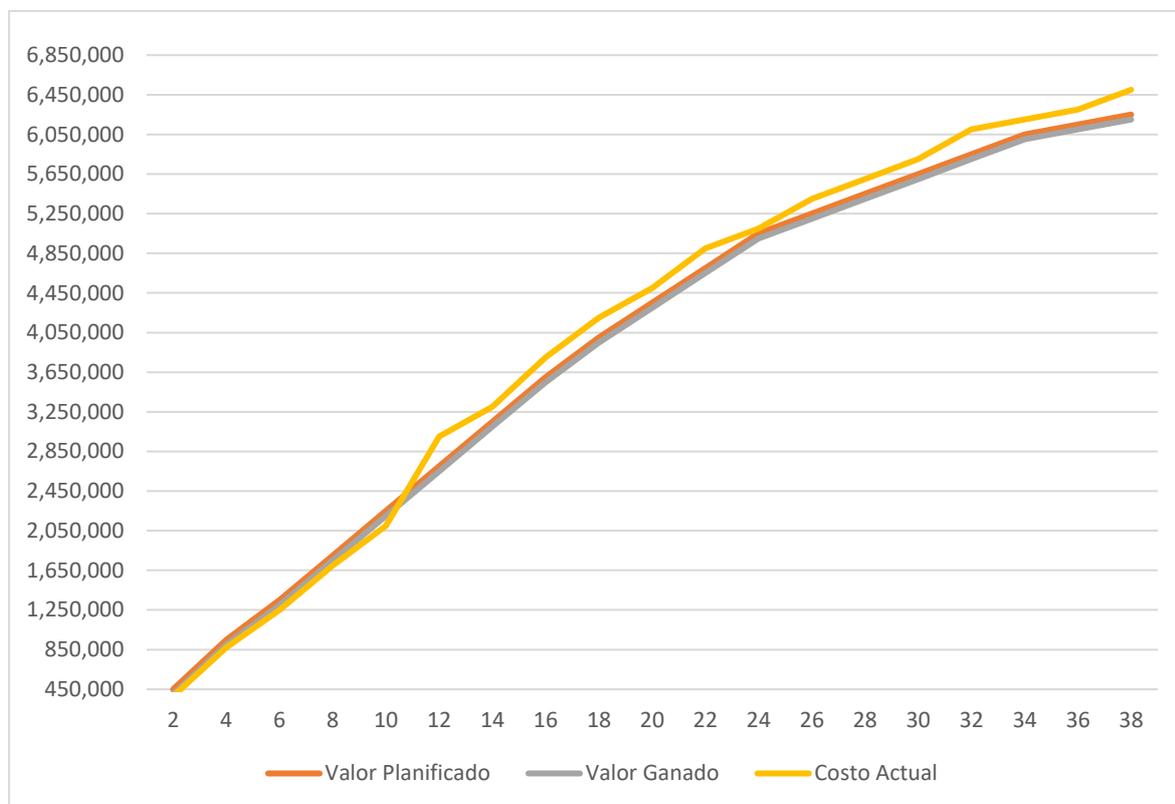


*Nota:* elaboración propia.

La figura 23 muestra los índices de progreso previstos para el proyecto. Este gráfico proporciona un indicador del avance y los retrasos del proyecto y es la base para calcular el valor ganado, otra medida que indica el avance y los retrasos del proyecto. La figura 24 presenta el gráfico del rendimiento del proyecto, que abarca las semanas 1 a 36. En el gráfico se muestran tres parámetros diferentes: el rendimiento esperado y los retrasos. El gráfico muestra tres métricas diferentes: el valor real muestra la cantidad real gastada en cada actividad, es lo que equivale a la cantidad real multiplicada por el precio real; el valor previsto muestra el coste que se consumirá semanalmente; y el resultado muestra el coste que se consume en función de la magnitud ejecutada por el precio estimado.

**Figura 24**

*Estudio del valor ganado de la construcción del proyecto*



*Nota:* elaboración propia.

La Figura 24 ilustra que el proyecto se completó cuatro semanas antes de lo previsto, ya que la curva de "valor planificado" residía por debajo de la curva de "valor ganado" en ese momento. Las curvas de "valor ganado" y "coste real" también eran casi iguales, lo que indica que el proyecto se estaba gastando según lo previsto y que no se observaban pérdidas ni ganancias. La curva del "valor actual", por otra parte, se sitúa por encima del "valor ganado" en la semana 16, lo que sugiere que el proyecto está empezando a superar el presupuesto. Se prevé que esta situación continúe durante las semanas restantes hasta que finalice el trabajo. Al final, el proyecto se ha saldado con un considerable sobrecoste y un retraso en el plazo de ejecución. Es importante señalar que este gráfico corrobora las conclusiones del control presupuestario,

que mostró que hubo un aumento del tiempo y los gastos durante los primeros meses, seguido de un trabajo retrasado y por encima del presupuesto al final.

### **Resultados usando Gestión BIM**

En este segmento se exponen los resultados alcanzados mediante la ejecución de la Gestión BIM en la edificación de la tienda de mejoramiento del hogar: Promart Orellana, constituyendo una de las evidencias centrales de la presente investigación.

El plazo de ejecución acordado ascendió a 210 días calendario, con un monto inicial de \$/ 1,967,090.47 (sin incluir IGV) y establecido mediante la figura de contratación a suma alzada. A pesar de esto, el uso eficiente de herramientas de gestión BIM permitió no solo cumplir con el plazo de obra estipulado sino también finalizar con un presupuesto reducido a \$/ 1,962, 206.47, cifra que no contempla los gastos derivados de trabajos adicionales y deductivos. Este caso subraya la eficacia de la Gestión BIM en la optimización de recursos y tiempos en proyectos de construcción modernos.

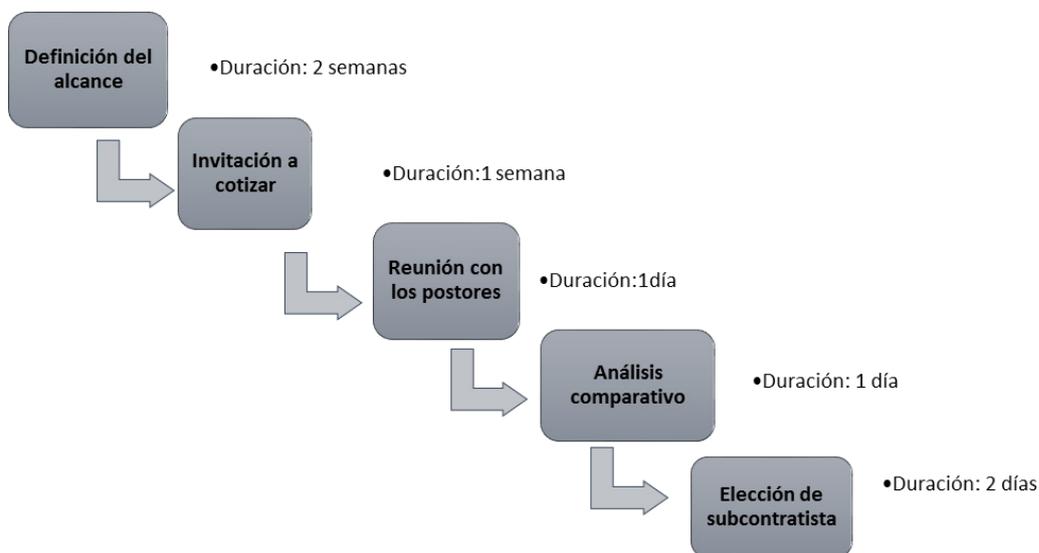
### **Resultados del Control de Adquisiciones de Proveedores y Subcontratistas**

En este segmento se exponen los resultados alcanzados mediante la implementación de la Gestión BIM en la construcción de la tienda de mejoramiento del hogar: Promart Orellana, constituyendo una de las evidencias centrales de la presente investigación.

El plazo contractual estipulado para la ejecución del proyecto fue de 210 días calendario, con un presupuesto inicial de \$/ 1,967,090.47 sin incluir el IGV y establecido bajo una modalidad de contratación a suma alzada. Sin embargo, el uso eficiente de herramientas de gestión BIM permitió no solo cumplir con el plazo de obra estipulado sino también finalizar con un presupuesto reducido a \$/ 1,962,206.89, cifra que no contempla los gastos derivados de trabajos adicionales y deductivos. Este caso pone de relieve la eficacia de la gestión BIM para optimizar recursos y tiempo en los proyectos de construcción modernos.

## Figura 25

*Determinación del tiempo que llevará la contratación de proveedores y subcontractistas para los procesos de construcción.*



## Revisión de Tiempos bajo la Gestión BIM

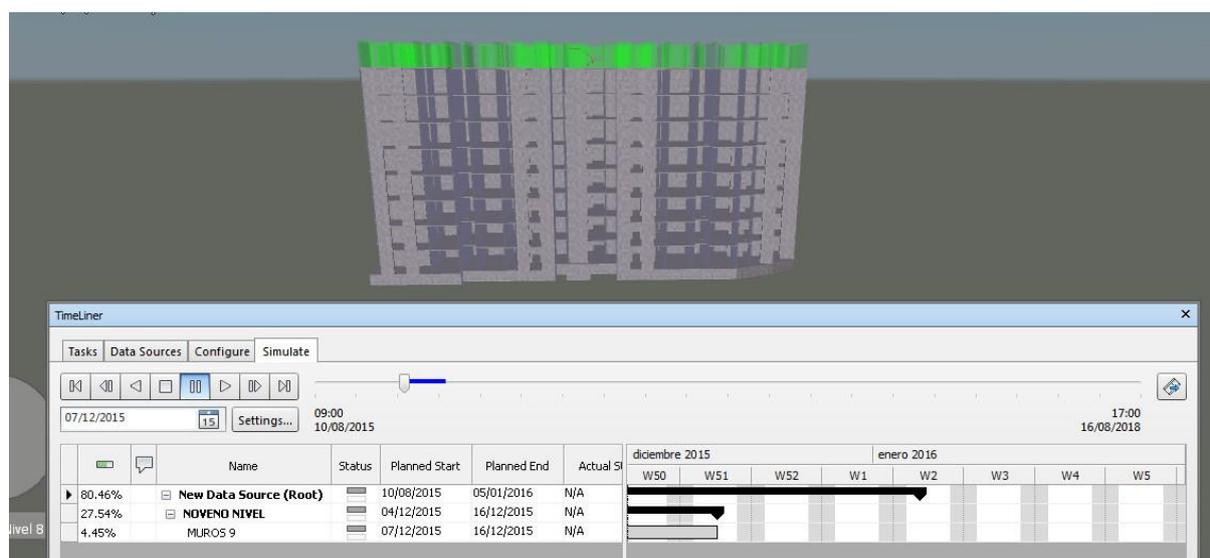
En el control del tiempo de realización de los proyectos mediante BIM, se adoptaron los principios de la metodología Lean Construction, como se hace en la edificación tradicional. La discrepancia radica en que, con BIM, dichos procesos se optimizan significativamente, facilitando una ejecución más rápida y visual. Esta eficiencia permite al equipo de producción gestionar con mayor precisión cada uno de los componentes del proyecto. Se logra una integración fluida exportando la información del modelo BIM creado en REVIT® hacia NAVISWORKS®, software que simplifica la administración de la programación de la obra.

Es importante destacar que este modelo en NAVISWORKS® está disponible para ser utilizado por todos los miembros del equipo de construcción, siendo de especial interés para los ingenieros de elaboración. Por lo tanto, no es imprescindible que todos los miembros del equipo dominen REVIT®, sino que basta con el manejo del software de visualización

NAVISWORKS®. Seguidamente se muestra el calendario de obra interconectado con el BIM. Este enlace permite mostrar en todo momento el estado actual de la ejecución del proyecto, facilitando la adopción de decisiones y la aplicación de medidas correctoras en tiempo real para garantizar el cumplimiento del calendario establecido de forma dinámica y actualizada.

## Figura 26

### Planificación de Obra con BIM



Fuente: Creación Propia

## Tabla 7

Número de interferencias detectadas con el software NAVISWORK® del proyecto de construcción

ESPECIALIDADES	CANTIDAD
II.EE TOMACORRIENTES-AGUA	1294
II.EE ALUMBRADO-AGUA	1597
ESTRUCTURAS-DESAGÜE	502
AGUA-DESAGÜE	983

Nota: Creación Propia

La Figura 26 ilustra la funcionalidad avanzada del software NAVISWORKS®, que permite importar y sincronizar la programación de la obra diseñada en MS PROJECT®. Esta integración posibilita el seguimiento detallado del avance constructivo día a día. Esta metodología se extiende a otras disciplinas, incluyendo la arquitectura y las instalaciones sanitarias y eléctricas, proporcionando una visualización completa y multidisciplinaria del progreso de la obra.

La planificación en 4D, que incluye la dimensión temporal además de las 3D espaciales, también ha sido instrumental en la generación de informes semanales de avance, reemplazando eficientemente al método tradicional de “MAPEO”. Este cambio ha resultado en una gestión más eficiente del tiempo del ingeniero, al reducir significativamente las horas hombre necesarias para la planificación y seguimiento.

Adicionalmente, una herramienta BIM esencial para la gestión del tiempo es la detección de interferencias, un proceso que asegura la compatibilidad entre los planos de todas las especialidades del proyecto. Esta práctica es crítica para identificar y resolver conflictos antes de la construcción, como la intersección entre rutas de tuberías eléctricas y sanitarias o la detección de vanos en muros no planificados. En el proyecto se llevó a cabo un exhaustivo análisis de interferencias utilizando NAVISWORKS®, lo cual se demuestra en la siguiente ilustración. Este enfoque proactivo no solo optimiza el uso de recursos, sino que también minimiza los retrasos y errores potenciales durante la construcción.

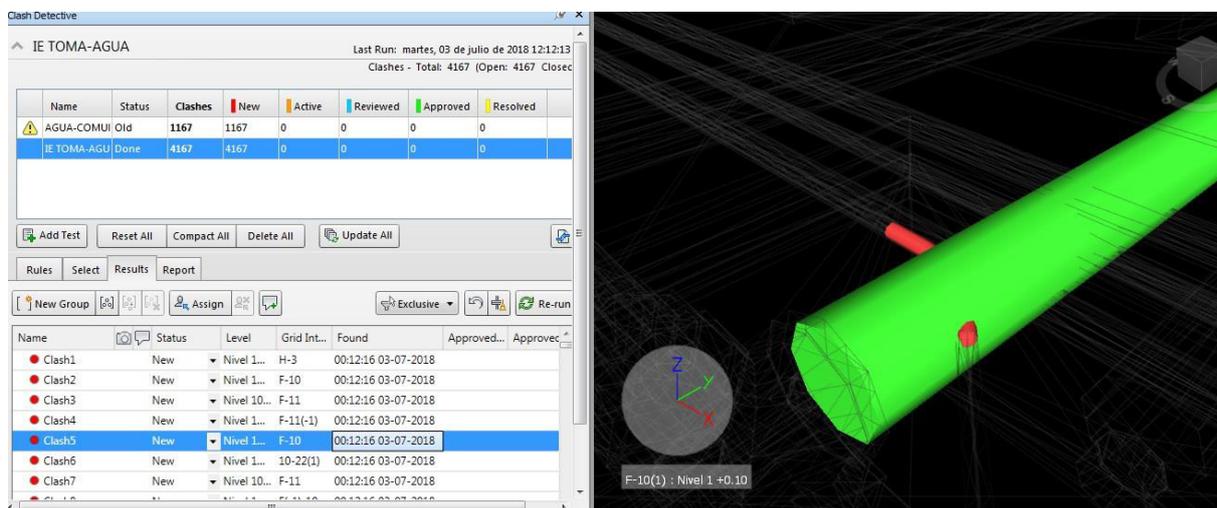
El análisis de interferencias en el proyecto demostró que, aunque el número de incidencias era considerable, muchas de ellas resultaban de faltas de dibujo no identificados en el proceso de el modelado inicial. Por ello, es imprescindible examinar cada interrupción detectada para descartar aquellas que no requieren reforma en obra. En nuestro caso, se determinó que aproximadamente el 30% de las interferencias se originaban por faltas de

modelado, mientras que el resto correspondía a conflictos reales en obra. La identificación temprana de estas últimas permitió su resolución anticipada, evitando alteraciones durante la construcción.

Una interferencia no detectada a tiempo puede conllevar un gasto de recursos no planificados y, a menudo, decisiones apresuradas que, aunque resuelven la problemática, pueden incrementar los costos más allá de lo previsto para el ítem en cuestión. La responsabilidad de la detección de interferencias recae en los ingenieros de producción, quienes pueden resolverlas directamente en obra. No obstante, es esencial que cualquier cambio efectuado sea comunicado al coordinador BIM, cuya tarea es actualizar los planos y conservar el modelo BIM alineado con lo construido, facilitando así la elaboración de los planos AS BUILT al finalizar el proyecto.

### Figura 27

*Interrupción entre tubería eléctrica para tomacorriente y tubería para agua fría del proyecto*



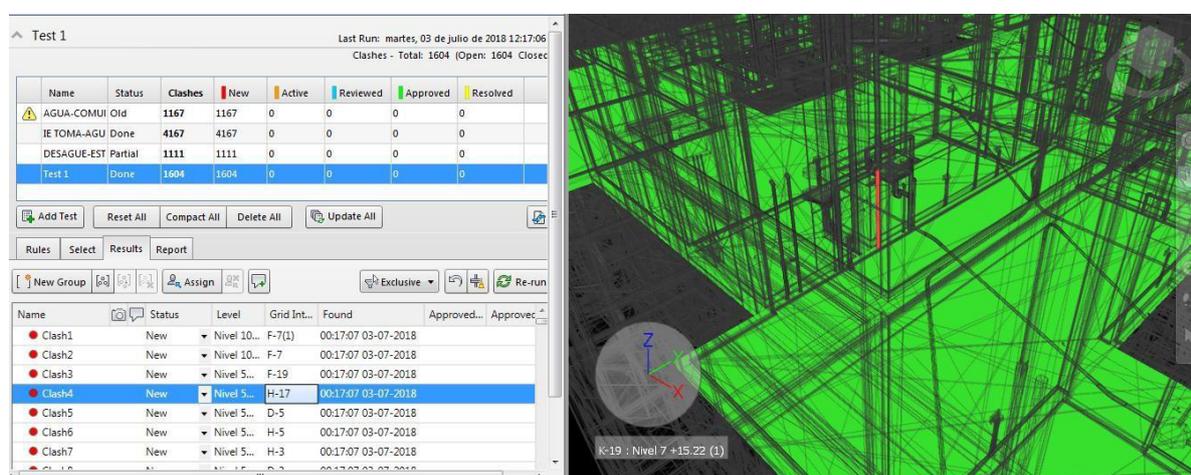
*Nota: Creación Propia*

La identificación temprana de una interferencia mediante la Gestión BIM permitió una solución eficiente durante la construcción. El plan que se puso en marcha consistió en modificar el ángulo de las tuberías de agua para que no se cruzaran con las tuberías iluminadas,

asegurándose de que ambas instalaciones se mantuvieran dentro de la profundidad permitida de la losa. Esta corrección proactiva contrasta con la medida reactiva tomada en otros escenarios, donde se añadió una conexión adicional, incluyendo accesorios para redirigir la instalación de alumbrado. Aunque esta última solución abordó el problema, resultó en una paralización temporal de los trabajos y un aumento en los costos de la partida, debido a la incorporación de nuevos accesorios y horas trabajadas adicionales no previstas en el gasto inicial.

## Figura 28

*Interrupción entre losa de concreto y montante de ventilación del proyecto Construcción*



*Nota: Creación Propia*

La gestión eficaz de interferencias con la asistencia de la Gestión BIM permitió la implementación de soluciones proactivas en la construcción. Anticipando posibles conflictos, se planificó dejar un espacio con poliestireno expandido antes de los vaciados de losa para el montante de ventilación, permitiendo la instalación del ducto tras el vaciado. Este enfoque contrasta con el abordado en los inicios de construcción del proyecto, donde la interrupción no fue descubierta a tiempo y los iniciales niveles de la losa se evacuaron por completo, lo que resultó en la necesidad de realizar trabajos de picado adicionales para la instalación de la tubería de ventilación. Esto subraya una limitación frecuente en la metodología tradicional, donde los

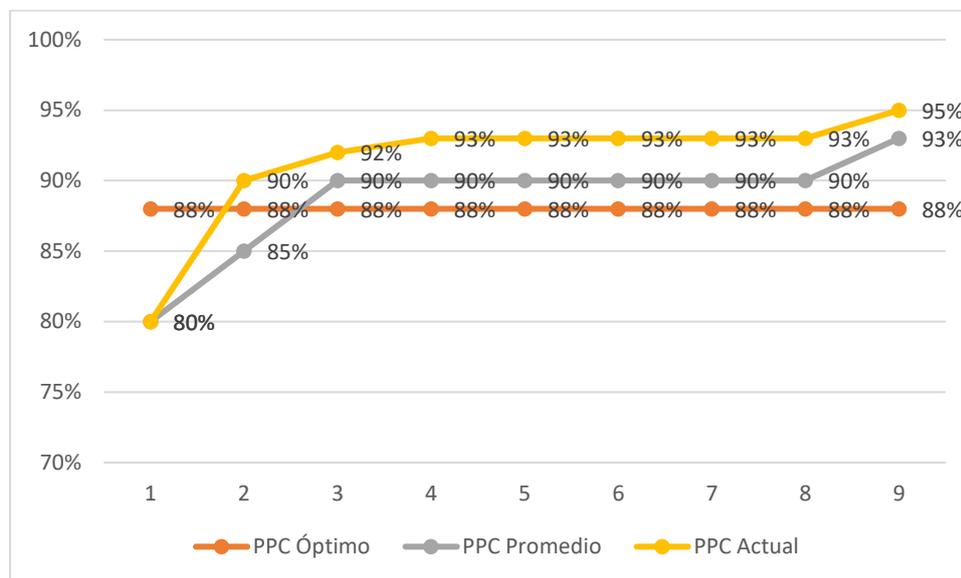
planos de propiedades a menudo no están perfectamente alineados, llevando a errores que generan sobrecostos y retrasos.

Al analizar los orígenes de infracción del PPC, se evidencia que los errores de diseño fueron un factor significativo, algo que la gestión BIM ayuda a mitigar. Un ejemplo de ello se presentó durante la programación del vaciado de losa y muros del primer piso, donde las discrepancias en los metrados obtenidos de los planos en formato AUTOCAD® provocaron retrasos en el cronograma. Estos desafíos se amplificaron debido a la falta de respuestas inmediatas a consultas críticas, como se refleja en las demoras en abordar interferencias entre las instalaciones embebidas en la platea.

En contraste, durante la construcción, la implementación de la gestión BIM trajo una significativa reducción en estos retrasos gracias a una compatibilización de planos casi instantánea. La generación de consultas y la resolución de restricciones detectadas se hacían en tiempo real, permitiendo al equipo de producción anticipar y programar actividades de manera informada. Esto se refleja en el desempeño del PPC durante la semana 7 del proyecto, donde se puede apreciar una mejora notable en la gestión del tiempo y en la coordinación de las distintas especialidades involucradas.

## Figura 29

*Gráfico de la variación del porcentaje de cumplimiento del calendario gracias a la gestión BIM*



*Nota: Creación propia.*

Es evidente que el uso de la gestión BIM daría lugar a un PPC superior al porcentaje ideal con un punto de corte en la semana 7, siendo el PPC de las semanas iniciales inferior al porcentaje ideal debido a las adquisiciones, los pedidos y las observaciones de la obra.

## Inspección Documentario bajo la Gestión BIM

Como se ha comentado anteriormente, el procedimiento más crítico dentro del proceso de control de documentos de construcción es la generación de RFI (Solicitud de Información). Este proceso destaca como una de las tareas que más tiempo consume al ingeniero de la asistencia técnica. El desarrollo de una RFI suele comenzar con la detección de una intromisión en los planos o la ausencia de precisiones entre la documentación técnica, resultando la identificación de las intromisiones la parte más laboriosa del proceso.

Con la adopción de la GBIM en nuestro proyecto, se logró una reducción significativa en el tiempo necesario para generar RFI's. Además, el tiempo de espera para las respuestas a cada RFI se disminuyó considerablemente. Esto fue posible gracias a que, en las juntas de obra con las partes interesadas y utilizando el BIM, se podían resolver en tiempo real las interferencias identificadas con ayuda del software NAVISWORKS®, permitiendo actualizaciones inmediatas del modelo. Esta metodología no solo optimizó el flujo de trabajo, sino que también mejoró la eficiencia en la comunicación y la toma de decisiones durante la fase de construcción.

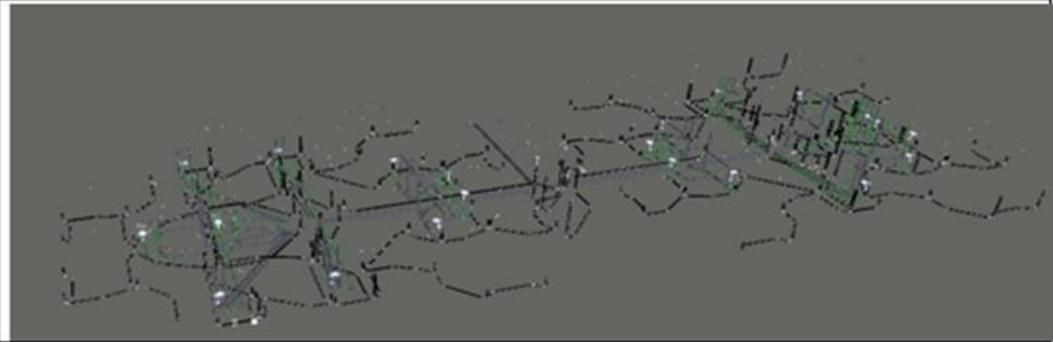
### Figura 30

*Modelo de RFI bajo la metodología tradicional*

<b>SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)</b>		RFI N°: <input type="text" value="014"/>
		Fecha: <input type="text" value="24-ago-15"/>
<b>REVISIÓN:</b> <input type="text" value="0"/>	<b>ÁREA:</b> Torre 1 - Placa	
<b>PLANOS./ESPEC. REF. :</b> <input type="text" value="Planos de Instalaciones diversas"/>	<b>DISCIPLINA</b> <input type="text" value="Instalaciones diversas"/>	
<b>PROPIETARIO:</b> <input type="text" value=""/>	<b>N° PROYECTO:</b> <input type="text" value="512"/>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> <input type="text" value=""/>		
<b>TÍTULO DEL REPORTE:</b> <input type="text" value="Reubicación de redes y tuberías en placa"/>		
<b>PRIORIDAD:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/> Normal	<b>Fecha requerida:</b> <input type="text" value="25-ago-15"/>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD DE INFORMACIÓN</b>		
<input type="text" value="Mediante referenciación se han superpuesto los planos de las diversas instalaciones del proyecto, observando que en muchos de los casos existen interferencias. Por este motivo se propone reubicar algunas redes."/>		
<b>SOLUCIÓN PROPUESTA</b>		
<input type="text" value=""/>		
<b>ORIGINADO POR:</b> <input type="text" value="Nataly Cavero Uribe"/>	<input type="text" value=""/>	
Nombre	Firma	

Figura 31

*Proposición de RFI bajo la Gestión BIM*

<b>SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)</b>		<b>RFI N°:</b> 014
		<b>Fecha:</b> 24-ago-15
<b>REVISIÓN:</b> 0	<b>ÁREA:</b> Torre 1 - Placa	
<b>PLANOS.JESPEC. REF. :</b> Planos de instalaciones diversas	<b>DISCIPLINA:</b> Instalaciones diversas	
<b>PROPIETARIO:</b>	<b>N° PROYECTO:</b> 512	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
<b>TÍTULO DEL REPORTE:</b> Reubicación de redes y tuberías en placas		
<b>PRIORIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/> Normal	<b>Fecha requerida:</b> 25-ago-15
<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD DE INFORMACIÓN</b>		
Mediante referenciación se han superpuesto los planos de las diversas instalaciones del proyecto, observando que en muchos de los casos existen interferencias. Por este motivo se propone reubicar algunas redes.		
<b>SUSTENTO GRÁFICO</b>		
		

En las Figuras 30 y 31 se presenta un RFI que aborda una consulta específica: como resultado de las interferencias detectadas, la proposición de trasladar las redes de instalación a la placa. A primera vista, el concepto de esta consulta puede parecer claro; sin embargo, para resolverla adecuadamente es imprescindible revisar los planos de las diferentes especialidades involucradas, un proceso que naturalmente demanda tiempo. La Gestión BIM propone una solución innovadora a esta situación, facilitando la creación de RFI mediante el uso de representaciones gráficas generadas en tiempo real a partir del modelo BIM. Esto permite a la supervisión localizar rápidamente la consulta en cuestión y comprender de manera más efectiva el motivo detrás de ella.

Además, la Gestión BIM promueve el uso de medios de comunicación que posibiliten el intercambio instantáneo de los RFI con los stakeholders, asegurando que estas consultas sean atendidas con la debida prioridad. En la actualidad, varios programas ofrecen esta capacidad de comunicación, mejorando significativamente la eficiencia y la efectividad en la gestión de consultas y respuestas. A continuación, en la figura 32, Los informes gráficos de las solicitudes de documentación (RFI) realizadas en el proceso de ejecución de las obras figuran en el cuadro 8, ilustrando la aplicación práctica de estas estrategias en el proyecto.

**Tabla 8**

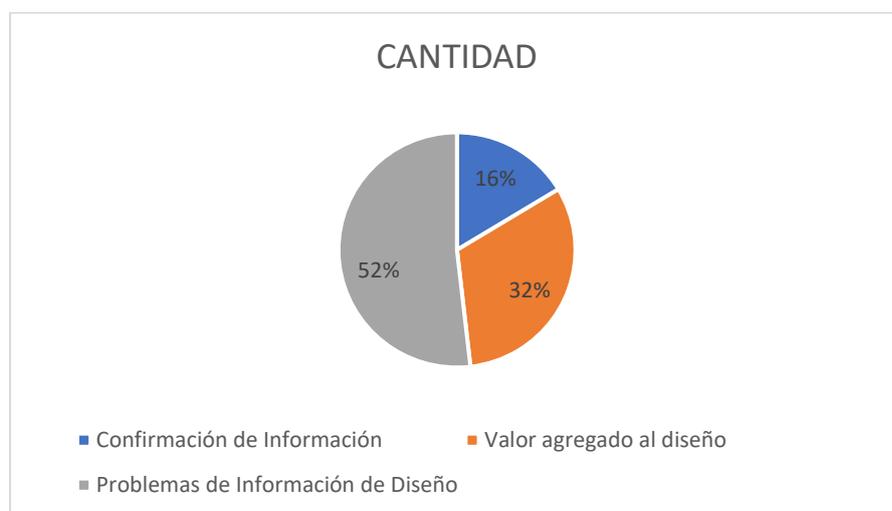
*Categorización de RFI's por origen del proyecto de construcción*

TIPO DE ORIGEN	Nº
Validación de Información	22
Valor adherido al diseño	42
Dificultades de Información de Diseño	68

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 32**

*Valores porcentuales de la categorización de RFI por origen*

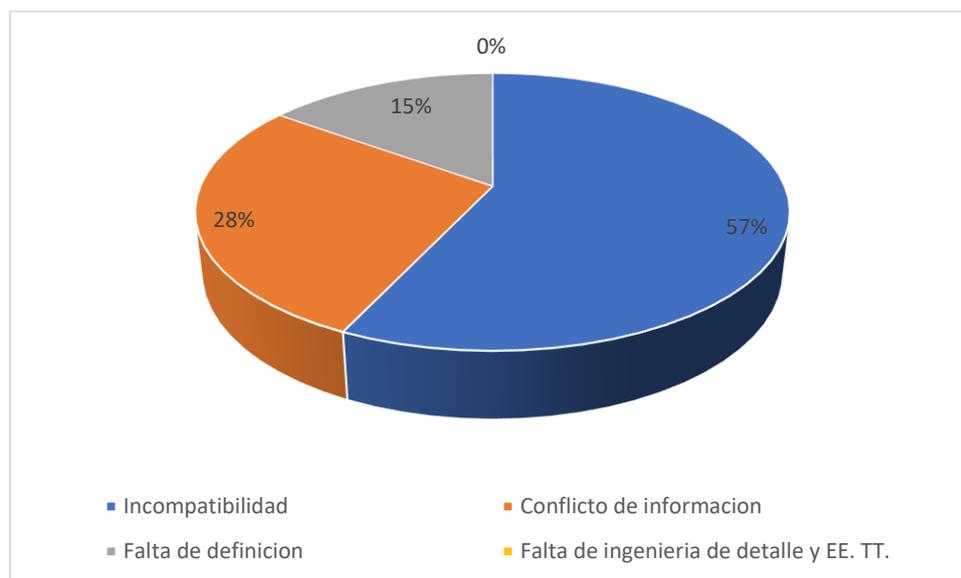


*Nota:* Elaboración Propia.

En este proyecto se crearon 132 RFI, la mayoría de las incidencias se debieron a problemas de información sobre el diseño.

### Figura 33

*Valores porcentuales de RFI por dificultades de diseño*



*Nota:* Elaboración Propia

De acuerdo con la figura 33, en cuanto al proyecto de construcción, del general de RFI causados por dificultades de información sobre el diseño, el 57% se debieron a disconformidades entre cada uno de los planos, es decir, a interrupciones.

### Cálculo de Costos con la Gestión BIM

La herramienta de cálculo de costos es fundamental en la realización de proyectos que aplican la Gestión BIM, marcando una notable diferencia en cotejo con la metodología habitual, especialmente en términos de la celeridad de los procesos y la fiabilidad de los resultados obtenidos. En el modelo BIM, que constituye una representación virtual completa del edificio, se concentra toda la información derivada de los planos contractuales usados en la adjudicación del proyecto. Esto permite iniciar el modo de control de costos con la reproducción de un

presupuesto objetivo de manera mucho más eficiente. Mientras que, con el enfoque tradicional, el cálculo de metrados para cada partida en MS EXCEL® podría tomar entre 3 a 5 días dependiendo de la complejidad, la gestión BIM facilita la extracción de esta información directamente del modelo en unos pocos segundos.

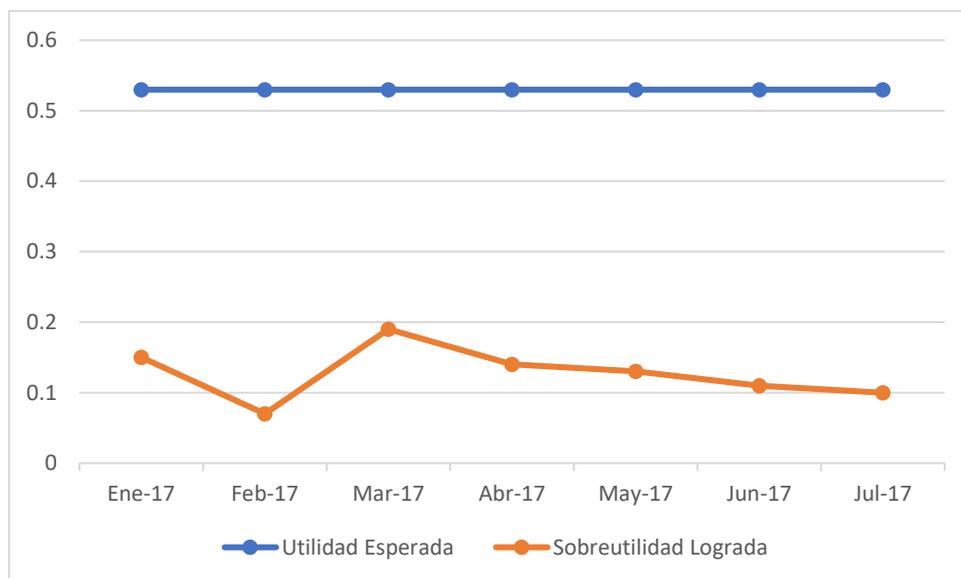
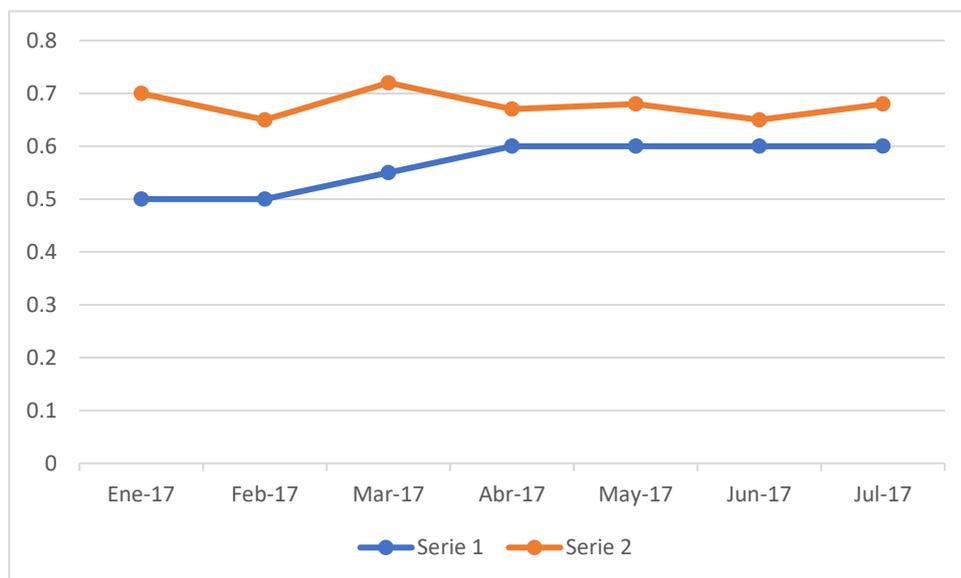
Para el proyecto de edificación, se generaban informes de obra semanales para la gerencia, incluyendo la curva S del proyecto y el estudio del valor obtenido correspondiente a cada semana. Además, se mostraron mensualmente al cliente los cuadros de valoración y se realizó un control presupuestario detallando los ingresos, gastos y estimaciones del proyecto desde el inicio hasta el final de la obra. A diferencia de experiencias previas, este proyecto logró mantener e incluso superar el margen de utilidad esperado, inicialmente proyectado en un 9.49% con una utilidad de \$/. 167,629.42. Seguidamente, se detalla la evolución de este margen mes a mes, basada en los datos del control del presupuesto en el proyecto.

**Tabla 9**

*Control Presupuestario de cada mes de la Construcción del proyecto*

Resultado	Utilidad de Obra	Ganancia Contrato	Ganancia a Término	Sobreutilidad Esperado	% Margen Logrado	% Margen Esperado
ene-17	167,629.42	201,303.64	33,674.49	9.49%	16.73%	9.49%
feb-17	167,629.42	191,753.58	24,124.16	9.49%	12.58%	9.49%
mar-17	167,629.42	222,122.81	54,493.66	9.49%	24.53%	9.49%
abr-17	167,629.42	215,451.28	47,822.13	9.49%	22.20%	9.49%
may-17	167,629.42	213,688.53	46,059.38	9.49%	21.55%	9.49%
jun-17	167,629.42	202,561.67	34,932.25	9.49%	17.25%	9.49%
jul-17	167,629.42	196,428.61	28,799.46	9.49%	14.66%	9.49%

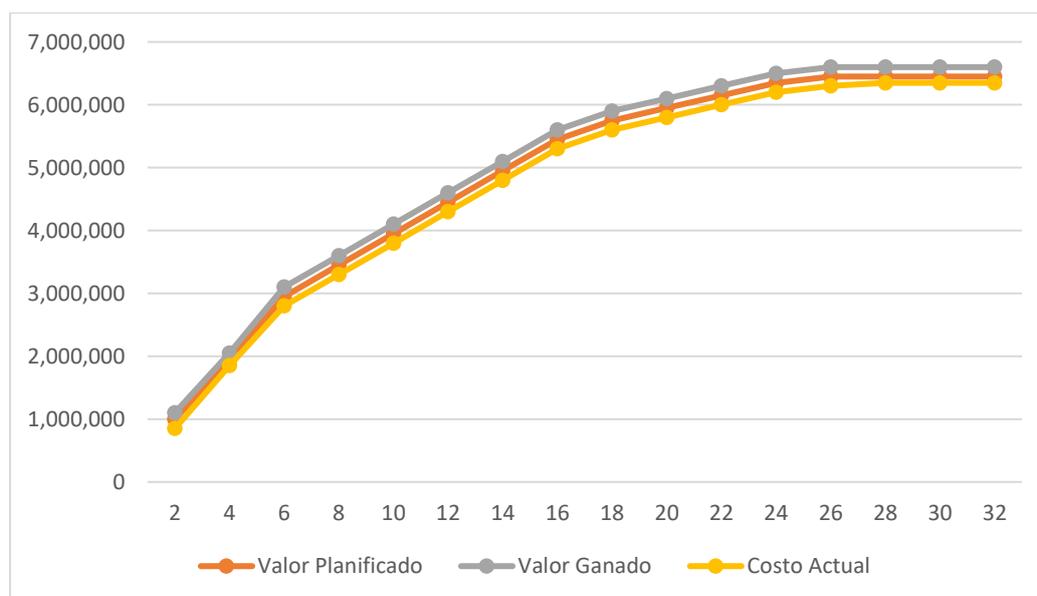
*Nota:* elaboración propia.

**Figura 34***Variación excesiva de la utilidad sobre la obra**Nota:* Elaboración Propia.**Figura 35***Variación en la utilidad a lo largo de la obra**Nota:* Creación Propia.

La utilidad y la sobreutilidad del proyecto variaron a lo largo de los meses del proyecto, como se ilustra en las Figs. 34 y 35. Esto fue muy ayudado por el empleo de la GBIM mes tras mes. Esto ocurrió principalmente al uso de la gestión BIM de forma mensual; en principio, el beneficio fue mayor ya que se analizó un escenario de ahorro optimista en las partes ajustadas al margen., y estas cantidades se afinaron en los últimos meses. Cabe destacar que los resultados permitieron que el proyecto mantuviera su cronograma de desarrollo además de aumentar su rentabilidad. Para ayudar a visualizar este último, en la figura 36 se muestra el gráfico del valor ganado del proyecto de construcción.

### Figura36

*Curva de valor obtenido del proyecto*



*Nota:* Creación Propia.

La tendencia de la curva de valor ganado está sobre la curva de valor predicha y del costo actual., lo que indica un pequeño avance del plazo y un ahorro de costes en las semanas siguientes. Esto se observa en la figura 36, que muestra que el plazo y el coste previstos se mantuvieron durante las primeras semanas. El hecho de que las curvas de valor ganado y valor previsto se interpusieran a lo largo de las semanas sugiere que se mantiene el plazo contractual

del cronograma inicial. En otras palabras, el ritmo de trabajo se mantuvo coherente con lo programado, lo que demuestra una gestión del tiempo suficiente. Sin embargo, hasta la semana 16, se estaba realizando un coste total inferior al previsto. Esto se debía a que la curva de costes reales divergía de la curva de valor ganado, y la disparidad entre ambas era cada vez más notable. En las semanas siguientes, este margen se redujo, dando lugar al final a una diferencia de costes positiva.

### **Estudio de la Rentabilidad del Método Tradicional de Construcción versus el uso de Gestión BIM**

Se estableció la rentabilidad lograda al construir el proyecto con el empleo de GBIM.

#### **Cálculo de la Rentabilidad del Proyecto:**

Hemos utilizado el indicador de rentabilidad en ventas para determinar la rentabilidad. que proporciona la siguiente ecuación para un proyecto de construcción:

$$\text{Rentabilidad sobre ventas} = \frac{\text{Presupuesto ventas} - \text{Presupuesto invertido}}{\text{Presupuesto invertido}} * 100$$

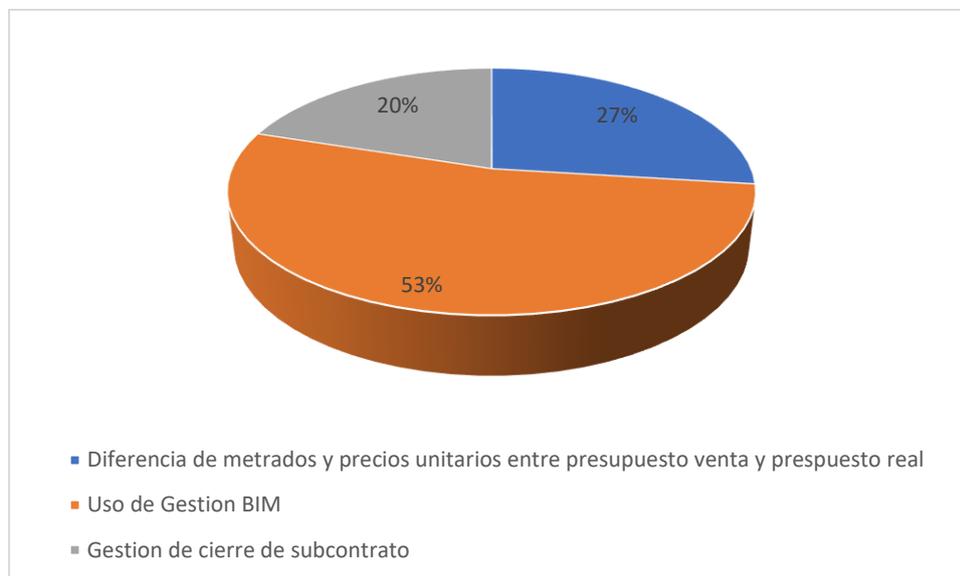
$$\text{Rentabilidad sobre ventas} = \frac{1,963,311.64 - 2,043,871.79}{1,963,311.64} * 100$$

Rentabilidad sobre venta= 4.10%

## Valoración de las causas de ganancia y pérdidas por partidas de control

**Figura 37**

*Orígenes de la ganancia económica en partidas de control*



*Nota:* elaboración propia.

La figura 37 muestra los factores de éxitos en la ejecución del proyecto, en la que se aprecia que la Gestión BIM constituye la mayor parte de la contribución. Entre el presupuesto de ventas y el presupuesto real, hay una diferencia en metros y precios unitarios. Estos resultados sugieren que las variaciones entre el presupuesto de venta estimado y el presupuesto real, posiblemente debido a diferencias en las mediciones y precios unitarios, constituyen algo más de un cuarto de la contribución.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El proyecto analizado se caracterizó por su enfoque en la rentabilidad y el uso de BIM (Building Information Modeling) para su diseño y gestión. Los lotes seleccionados para el proyecto tienen un uso de suelo comercial y de servicios, situados en una subzona de edificación y construcción denominada Corredor Comercial 3H (CC-3H), abarcando un área total que supera los 16,000 m<sup>2</sup> tras considerar una subdivisión reciente.

El diseño arquitectónico contempla una estructura con zonificación específica para diferentes actividades comerciales, optimizando el uso del espacio para la venta, exhibición de productos, almacenamiento, y áreas de servicio al cliente. Las características urbanísticas del sitio han sido cuidadosamente consideradas, respetando normativas sobre altura, coeficiente de ocupación del suelo (COS), y afectaciones geográficas, garantizando compatibilidad con la planificación urbana existente.

El proyecto incluye una detallada configuración de espacios internos y externos, con una distribución pensada para facilitar la circulación de clientes y la operatividad del negocio. Se prevé una volumetría simple con formas que van de cuadradas a rectangulares, aprovechando al máximo los más de 80 metros por lado disponibles. En términos de accesibilidad, se dispone de amplias áreas de estacionamiento tanto para vehículos como para bicicletas, áreas de servicio y operacionales claramente definidas, y facilidades para personas con discapacidad.

Para implementar exitosamente la metodología BIM en el proyecto, se plantea un enfoque que comienza desde la fase de diseño, empleando software especializado que no solo facilita la creación de modelos 3D, sino que también integra detalles específicos sobre los materiales y la gestión de costos y tiempos de proyecto. Este enfoque promueve la colaboración entre diversos especialistas a través de un trabajo en red, permitiendo una integración efectiva de las distintas contribuciones al modelo.

El proceso de selección de proveedores y subcontratistas para el proyecto se llevó a cabo con meticulosidad y fue una de las tareas más intensivas en tiempo para el ingeniero responsable. Mediante análisis comparativos, el Ingeniero de Oficina Técnica eligió a las empresas más adecuadas tanto para la ejecución de servicios específicos como para el suministro de los materiales necesarios. Este proceso, desarrollado bajo una metodología de construcción tradicional, destacó por su enfoque en la definición detallada del alcance del proyecto, donde la elaboración de metrados fue la actividad de mayor incidencia, pese a identificarse deficiencias en esta área durante la ejecución.

En cuanto al control de tiempos, se adoptó una estrategia de planificación y seguimiento detallado del cronograma, enfrentando desafíos significativos debido a interferencias y errores en el diseño, como incompatibilidades entre planos de estructuras e instalaciones. Estos problemas, que causaron retrasos y trabajos adicionales, evidenciaron la importancia de una coordinación y comunicación efectiva desde las etapas iniciales, destacando el valor de soluciones proactivas para minimizar impactos en el cronograma y el presupuesto.

Los problemas de diseño fueron las principales causas de los retrasos en el cronograma, especialmente destacados por incompatibilidades entre planos, lo que obligó a realizar trabajos correctivos significativos, afectando los costos y la programación del proyecto. Esto se vio reflejado en el necesario retrabajo en áreas como instalaciones previas al vaciado de concreto, donde se enfrentaron limitaciones por el espesor de las losas y la instalación de tuberías, generando costos adicionales no previstos.

En términos de control de costos, el proyecto implementó un riguroso seguimiento presupuestario y análisis de valor ganado, mostrando inicialmente una sobreutilización y rentabilidad prometedora. Sin embargo, problemas emergentes llevaron a ajustes realistas en el control presupuestario, resultando en una disminución significativa de la utilidad y margen de

ganancia proyectados. La gestión financiera evidenció la necesidad de adaptabilidad y previsión ante desafíos imprevistos.

A pesar de completar el proyecto antes de lo previsto, se enfrentó a sobrecostos y desafíos que subrayan la importancia de una gestión detallada y proactiva en la construcción. El análisis del valor ganado corroboró los retos presupuestarios enfrentados, destacando el impacto de las variaciones en los costos y el cronograma sobre la rentabilidad del proyecto.

La puesta en funcionamiento de la Gestión BIM en el plan de construcción de la tienda de mejoramiento del hogar Promart Orellana marcó un hito significativo, evidenciando la eficiencia de esta metodología en la optimización de recursos y tiempos. Con un plazo contractual de 210 días y un presupuesto inicial de \$/ 1,967,090.47, la gestión eficiente a través de BIM permitió no solo cumplir con el plazo estipulado sino también reducir el presupuesto a \$/ 1,962,206.89. Este ahorro destaca la aptitud de BIM para mejorar la rentabilidad de los proyectos de edificación, demostrando su capacidad para ejecutar obras dentro de los plazos y presupuestos previstos, incluso permitiendo ajustes para trabajos adicionales y deductivos sin comprometer la eficacia del proyecto.

La adopción de BIM facilitó un control de tiempos más eficiente, aprovechando principios de la metodología Lean Construction y herramientas como NAVISWORKS® para una gestión visual y dinámica del proyecto. Esta integración permitió a los ingenieros de producción y al equipo de construcción visualizar y gestionar el avance del proyecto en tiempo real, optimizando la planificación y ejecución de la obra. La capacidad de BIM para detectar interferencias entre especialidades antes de la construcción minimizó los retrasos y errores potenciales, destacando su importancia en la prevención de conflictos y en la toma de decisiones informadas durante el proceso de ejecución.

El análisis detallado de interferencias realizado con NAVISWORKS® identificó conflictos entre diversas instalaciones, permitiendo soluciones proactivas que evitaron alteraciones durante la construcción. Este proceso redujo significativamente las necesidades de retrabajo, contribuyendo a la eficiencia general del proyecto y a la disminución de costos imprevistos. La gestión BIM demostró ser una herramienta esencial no solo para la planificación y diseño, sino también para la ejecución eficaz de obras, al permitir una coordinación precisa entre las diferentes disciplinas involucradas.

La curva de evolución del Porcentaje de Planificación Completado (PPC) mostró una mejora notable en la gestión del tiempo y la coordinación del proyecto bajo la gestión BIM, reflejando un avance significativo en comparación con los métodos tradicionales de construcción. Este avance se tradujo en un cumplimiento superior de los plazos, evidenciando cómo la implementación de BIM puede influir positivamente en el cumplimiento de los cronogramas de construcción.

La implementación de la Gestión BIM en el proyecto de construcción ha transformado radicalmente el proceso de control documentario, especialmente en la gestión de las Solicitudes de Información (RFI). Tradicionalmente, la generación de RFI, iniciada por la detección de interferencias o la falta de descripciones en las documentaciones técnicas, ha sido una de las tareas más tediosas y consumidoras de tiempo para los ingenieros de oficina técnica. Sin embargo, con la adopción de la Gestión BIM, este proceso ha experimentado una mejora significativa tanto en eficiencia como en rapidez.

La capacidad para resolver interferencias identificadas en tiempo real durante las reuniones de obra, con el apoyo del software NAVISWORKS® y el modelo BIM, ha permitido no solo la reducción del tiempo necesario para generar y responder a los RFI, sino también una mejora notable en la comunicación y toma de decisiones. La propuesta de RFI bajo la Gestión

BIM, ilustrada en las comparaciones de las figuras presentadas, evidencia cómo se facilita la comprensión y resolución de consultas específicas mediante representaciones gráficas actualizadas directamente desde el modelo BIM.

Este enfoque innovador no solo optimiza el flujo de trabajo al permitir la localización rápida y efectiva de las consultas, sino que también mejora la interacción entre todos los involucrados en el proyecto. El uso de plataformas que permiten el intercambio instantáneo de RFI con los stakeholders garantiza una atención prioritaria a estas consultas, reflejando un avance significativo en la eficiencia de la gestión de planes de construcción.

El análisis de las RFI emitidas durante el proyecto revela que la mayoría de las incidencias se originaron por dificultades de averiguación de diseño, con un total de 132 RFI creadas. De ellas, una proporción significativa se debió a incompatibilidades entre los planos de las distintas especialidades, subrayando la prevalencia de interferencias como el desafío principal. La gestión BIM ha demostrado ser una herramienta crucial para abordar estos problemas de diseño, permitiendo una detección y resolución proactiva de conflictos antes de que afecten la ejecución de la obra.

La implementación de la Gestión BIM en el control de costos del proyecto de construcción de la tienda de mejoramiento del hogar ha marcado una diferencia significativa en comparación con los métodos tradicionales. Este enfoque innovador ha demostrado no solo aumentar la eficiencia y rapidez en los procesos de estimación de costos, sino también en la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos.

Gracias a la representación virtual completa del edificio proporcionada por el modelo BIM, que integra toda la información de los planos contractuales, el proceso de control de costos se ha optimizado notablemente. Mientras que en el enfoque tradicional, el cálculo de metros para cada partida podía tardar días, la Gestión BIM permite extraer esta información

en segundos directamente del modelo, facilitando la generación de un presupuesto objetivo con una eficiencia sin precedentes.

El proyecto logró no solo mantener sino también superar el margen de utilidad esperado, inicialmente proyectado en un 9.49%, alcanzando una utilidad significativa gracias a la aplicación de esta metodología. Los informes de obra semanales, incluyendo la curva S y el análisis del valor ganado, reflejaron una gestión presupuestaria efectiva que detallaba ingresos, egresos, y proyecciones, permitiendo un control financiero detallado desde el inicio hasta la conclusión del proyecto.

La evolución del margen de utilidad, que varió mes a mes, evidencia el impacto positivo de la Gestión BIM en la rentabilidad del proyecto. Esta variación se debió principalmente a un análisis más preciso y optimista de las partidas ajustadas en el margen, refinadas a lo largo del proyecto. Los resultados no solo permitieron mantener el cronograma de desarrollo, sino también aumentar la rentabilidad del proyecto.

Una curva de valor que se encuentra por encima tanto de la curva de valor esperado como del costo actual, indicó un avance en el plazo y un ahorro de costos, manteniendo el ritmo de trabajo coherente con lo programado. Esto demostró una gestión del tiempo efectiva y un control de costos superior al anticipado, especialmente en las primeras semanas donde el coste total fue inferior al previsto. La convergencia de las curvas hacia el final del proyecto reflejó una gestión exitosa que culminó en una diferencia de costos positiva, subrayando la efectividad de la Gestión BIM en optimizar tanto el tiempo como los recursos financieros en proyectos de construcción.

La valoración de la rentabilidad del proyecto utilizando la GBIM destacó la eficacia de este método en la optimización de los recursos y la mejora de los márgenes de beneficio.

Usando el indicador de rentabilidad en ventas, podemos determinar la rentabilidad, se evidenció un impacto positivo significativo de la Gestión BIM en los resultados económicos del proyecto.

La figura 37 ilustra las causas principales de la ganancia económica, destacando que la implementación de la Gestión BIM representó la contribución más significativa al éxito del proyecto. Este hallazgo subraya la importancia de la técnica BIM en el avance de la eficiencia y precisión en la planificación, realización y control de proyectos de construcción. La diferencia entre los metrados y precios unitarios estimados en el presupuesto de venta en comparación con el presupuesto real, constituyó otra fuente importante de ganancias. Estas variaciones pueden atribuirse a la precisión mejorada en las mediciones y la estimación de costos que ofrece la Gestión BIM, lo que resulta en un control más efectivo sobre los gastos y, por ende, una mayor rentabilidad.

## VI. CONCLUSIONES

6.1. El análisis de la rentabilidad de la ejecución de la Gestión BIM en la edificación de la Tienda de Mejoramiento del Hogar PROMART ORELLANA, 2023, revela resultados concluyentes sobre su impacto positivo. La adopción de esta tecnología no solo ha permitido una optimización significativa de los procesos constructivos, reflejada en la reducción de tiempos y costos, sino que también ha mejorado notablemente la precisión en la organización y ejecución del plan. La Gestión BIM ha sido determinante en la obtención de un margen de utilidad superior al esperado, destacándose como el principal contribuyente a la ganancia económica del proyecto. Este éxito se debe en gran medida a la eficiencia en la gestión de metrados y la precisión en la estimación de precios unitarios, subrayando el valor añadido de BIM en el avance de la rentabilidad en proyectos de construcción. Por lo tanto, la implementación de la Gestión BIM en la construcción de PROMART ORELLANA ha demostrado ser una inversión rentable, marcando un precedente en la aplicación de tecnologías avanzadas para la optimización de la gestión de proyectos en el sector de la construcción.

6.2. La verificación de que los instrumentos de GBIM se acoplan adecuadamente al ejemplo de construcción de los modelos de analíticas de estudio y promueven la evidencia de resultados económicos, como metrado, compatibilidad de planos y concepción de planos, ha sido concluyentemente positiva. Los resultados del estudio demuestran que la implementación de BIM no solo se ajusta a las necesidades específicas de los proyectos analizados, sino que también mejora significativamente la precisión en el metrado, la compatibilidad entre los diversos planos de especialidades y facilita la generación eficiente de documentación de proyecto. Estas mejoras han resultado en optimizaciones tangibles en términos de costos y tiempos de ejecución, evidenciando el valor agregado de la Gestión BIM en el ciclo de vida completo de la construcción. La capacidad de BIM para integrar y

sincronizar información de diseño, construcción y operación en un modelo digital cohesivo ha demostrado ser fundamental para alcanzar un mayor nivel de eficiencia y rentabilidad en los proyectos de construcción analizados, confirmando su idoneidad y efectividad para responder a las complejidades inherentes a este tipo de obras.

6.3. La implementación de la Gestión BIM en el estudio ha identificado claramente las diligencias que no contribuyen valor al proyecto, destacando su capacidad para optimizar procesos y eliminar ineficiencias. A través del análisis detallado proporcionado por BIM, se ha evidenciado que tareas como la generación manual de metrados, la compatibilidad de planos de manera tradicional y la elaboración repetitiva de documentación pueden ser significativamente reducidas o eliminadas. La Gestión BIM facilita la detección automática de interferencias, la actualización instantánea de documentos y planos conforme cambian las especificaciones del proyecto, y permite una estimación precisa de materiales directamente desde el modelo digital. Esta metodología no solo mejora la eficiencia en la gestión del tiempo y los recursos, sino que también minimiza los errores humanos y maximiza la productividad. En consecuencia, la adopción de la Gestión BIM demuestra ser una estrategia efectiva para identificar y eliminar actividades redundantes o que no generan valor, contribuyendo significativamente a la optimización de los procesos constructivos y al éxito económico de los proyectos.

6.4. La ejecución de la Gestión BIM en los proyectos analizados ha demostrado un ahorro significativo en términos de costos y tiempo, estableciendo un precedente valioso para la toma de decisiones en futuros proyectos similares. El estudio revela que, gracias a la eficiencia operativa lograda mediante el uso de BIM, los proyectos han experimentado reducciones en el presupuesto inicial, optimización en la gestión de recursos, y minimización de retrasos y errores de construcción. Este porcentaje de ahorro, evidenciado en la disminución de costos directos e indirectos y en el avance de la rentabilidad del

proyecto, se traduce en una referencia cuantificable para futuras iniciativas de construcción. Al proporcionar una base sólida de datos sobre el impacto económico de la Gestión BIM, este estudio realza el grado de incorporar tecnologías avanzadas en la planificación y ejecución de proyectos, no solo para mejorar la eficiencia operativa sino también para fortalecer la toma de medidas trascendentales con miras a la sustentabilidad financiera y la innovación en el sector de la construcción.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda que futuros proyectos de construcción consideren la adopción de la Gestión BIM como una práctica estándar. Esta tecnología ha demostrado no solo mejorar la eficiencia de los procesos constructivos a través de la optimización de tiempos y costos, sino también incrementar la precisión en la planificación y ejecución, resultando en un acrecimiento significativo en la rentabilidad del proyecto. Además, se aconseja la realización de capacitaciones y actualizaciones constantes en las herramientas BIM para el personal técnico, asegurando así la máxima eficacia en su aplicación. La inversión en BIM debe ser vista como una estrategia a largo plazo que, además de ofrecer beneficios económicos inmediatos, prepara a las empresas constructoras para enfrentar los desafíos futuros con una mayor adaptabilidad y competencia en el área de la construcción. Implementar la Gestión BIM no solo marcará un precedente en la mejora de la gestión de proyectos, sino que también promoverá una cultura de innovación y mejora continua en la industria.
- 7.2. Dada la evidencia positiva de la adaptabilidad y los beneficios económicos que aporta la implementación de la Gestión BIM a proyectos de construcción, como se ha demostrado en el estudio de muestras analíticas, se recomienda a los profesionales y empresas del sector de la construcción considerar la adopción de BIM como una práctica estándar en futuros proyectos. Es esencial invertir en la capacitación del personal en herramientas BIM y fomentar una cultura de colaboración y aprendizaje continuo para maximizar las ventajas de esta metodología. Asimismo, se sugiere la implementación de procesos de revisión y mejora continua basados en la retroalimentación de cada proyecto ejecutado con BIM, con el fin de ajustar y optimizar los flujos de trabajo, la gestión de costos y la calidad del diseño. Al hacerlo, las empresas no solo mejorarán la eficiencia y rentabilidad de sus proyectos, sino

que también aumentarán su competitividad en un mercado cada vez más orientado hacia la sostenibilidad, la innovación y la precisión en la ejecución de obras de construcción.

- 7.3. Se recomienda encarecidamente que las empresas de construcción y los gestores de proyectos adopten y profundicen su inversión en la tecnología BIM para futuros proyectos. Esta recomendación se extiende a la capacitación del personal en las competencias necesarias para maximizar el uso de BIM, asegurando así que se aprovechen plenamente sus capacidades para la detección de interferencias, la actualización de documentos y la estimación precisa de materiales. Adicionalmente, se sugiere la revisión y ajuste de los flujos de trabajo existentes para integrar la Gestión BIM de manera que se eliminen las tareas que no agregan valor, optimizando así la eficiencia operativa y contribuyendo a una mejor gestión del tiempo y los recursos. Adoptar esta estrategia no solo mejorará la productividad y la rentabilidad de los proyectos, sino que también situará a las empresas a la vanguardia en la aplicación de innovaciones tecnológicas en el sector de la construcción, alineándolas con las mejores prácticas internacionales y aumentando su competitividad en el mercado.
- 7.4. Considerando los ahorros significativos en costos y tiempo demostrados por la implementación de la Gestión BIM en los proyectos analizados, se recomienda que las organizaciones involucradas en la construcción adopten BIM como un estándar para futuros proyectos. Esta recomendación aboga por una inversión estratégica en la formación de equipos en habilidades relacionadas con BIM y la actualización de infraestructuras tecnológicas para soportar su implementación efectiva. Además, se sugiere que los gestores de proyecto utilicen los datos y métricas derivados de la implementación de BIM como herramientas clave en la toma de decisiones, no solo para proyectos individuales sino también en la planificación estratégica a largo plazo. Al hacerlo, las empresas no solo asegurarán la eficiencia y la rentabilidad de sus proyectos, sino que también contribuirán a la innovación y la sostenibilidad en el sector de la construcción. La adopción de BIM debería

ser vista no como un costo, sino como una inversión en el futuro de la construcción, facilitando la transición hacia prácticas más sostenibles, rentables y tecnológicamente avanzadas.

## VIII. REFERENCIAS

- Álvarez, A., Ripoll, V., Campos, L. y Ortega, A., (2020). Lineamientos para la implementación BIM en la evaluación ambiental de la Vivienda Social. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 9(18), 125-145  
<https://doi.org/10.18537/est.v009.n018.a07>
- ASIDEK. (2016). *La situación del BIM en el mundo evoluciona*. ASIDEK.  
<https://www.asidek.es/la-situacion-del-bim-mundo>
- Barriga, M., Churata, A. y Tinoco, O. (2018). Optimización del rendimiento de la extracción de aceite de semillas de *Vitis vinifera* con CO<sub>2</sub> supercrítico. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(2), 217-227.  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v84n2/a06v84n2.pdf>
- Borja, S. (2015). *Que es Revit o mejor, qué es BIM*. Espacio BIM.  
<https://www.espaciobim.com/que-es-revit/>
- Bustamante, G., Ochoa, J. y González, F., (2021). Propuesta de implementación de la metodología BIM 5D para obras de cimentaciones industriales en la Planta de Oxígeno de Arauco. *Obras y proyectos*, (30), 74-90. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132021000200074>
- Cabrera, J. y Quiroz, L. (2020). *Análisis del retorno de inversión al aplicar Building Information Modeling (BIM) en un proyecto inmobiliario. (Lima - Perú)*. [Tesis de grado, Universidad Pontificia católica, Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/17033>
- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J. y Sangerman, D. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1603-1617.  
<https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153520009.pdf>
- Castillo, T., Guffante, T., Paredes, A. y Paredes, O. (2020). Aprendizajes adquiridos en el trabajo en grupo. Percepciones de docentes y estudiantes de ingeniería civil. *Revista*

- Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, (12), 81-94. <https://doi.org/10.37135/chk.002.12.05>
- Cruz, N. y Centeno, E., (2019). La construcción epistemológica en Ingeniería Civil: visión de la Universidad de Costa Rica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 164-195. <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v19i1.35328>
- Contreras, J., Garzón, Y., Gómez, A. y Misie, R. (2018). Integración entre building information modeling y project management institute como propuesta metodológica para la gestión de proyectos. *Ingenieria*, 22(3), 1-16. <https://www.redalyc.org/journal/467/46759491001/html/>
- Díaz, B., Noriega, M. y Ruiz, M. (2021). Experiencias y desafíos en la formación de ingenieros durante la pandemia de la covid-19. *Desde el Sur*, 13(2), e0019. <https://dx.doi.org/10.21142/des-1302-2021-0019>
- Díaz, L., Oliveira, M. de, Pucharelli, P. y Pinzón, J., (2019). Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil.. *Revista ingeniería de construcción*, 34(2), 146-158. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200146>
- Díaz, L., Oliveira, M., Pucharelli, P. y Pinzón, J., (2019). Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil. *Revista ingeniería de construcción*, 34(2), 146-158. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200146>
- Enshassi, A. y AbuHamra, L. (2016). Investigación de las funciones del modelado de la información de construcción en la industria de la construcción en Palestina. *Ingeniería de Construcción*, 31(2), 127-138. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732016000200006>
- Fernando, A. (2017). Autodesk. Latam. <http://blogs.autodesk.com/latam/2017/04/12/autodesk-infracworks-colaboracion-yvisualizacion-a-la-vanguardia/>

- Gallegos, R. (2021). *Uso del BIM en fase de diseño y su relación con la productividad de las mypes del sector construcción de la Región Arequipa, 2018*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cd565329-25f2-4b39-b77d-d5adacfb2344/content>
- González, M. (2022). El encofrado: origen de técnicas constructivas romanas e islámicas. [Tesis de grado, Universidad de Sevilla]. [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/137327/Gonzalez\\_Sanchez\\_Maria%20Eugenia\\_G16\\_PFG.pdf?sequence=1](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/137327/Gonzalez_Sanchez_Maria%20Eugenia_G16_PFG.pdf?sequence=1)
- Gutiérrez, A. (2019). Cálculo estático de encofrados y diseño para el soporte dovela o puente Río Sucio. [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/2ddad0bc-f8d3-4623-991f-8e25f7185e91/content>
- Herbas, B. y Rocha, E. (2018). Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas. *Revista Perspectiva*, (42), 123-160. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso)
- Huancas, E. y Torres, H. (2020). *Metodología BIM para ciclos de desarrollo de proyectos inmobiliarios, Lambayeque, 2018*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán, Perú]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6997/Huancas%20Ti>
- Jiménez-Roberto, Y., Sarmiento, J., Gómez-Cabrera, A. y Leal-Del Castillo, G. (2017). Análisis de sostenibilidad ambiental en edificaciones empleando metodología BIM (Building Information Modeling). *Ingeniería y Competitividad*, 19(1), 230-240.
- Jobim, C., Stumpf, M., Edelweiss, R. y Kern, A., (2017). Análisis de la implantación de tecnología BIM en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de Brasil en

2015. *Revista ingeniería de construcción*, 32(3), 185-194.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000300185>
- Karlshoj, J. (2012). Not just CAD''. *BIM Journal*, 3(28), 39-42.
- Lizarme, N., (2022). La profesionalización de la Ingeniería y la construcción del Perú moderno (1850-1930). *Apuntes*, 49(91), 97-131. <https://dx.doi.org/10.21678/apuntes.91.1272>
- Llanos, S., Ñaupá, S. y Marca, S. (2022). Análisis de rentabilidad en la etapa de diseño entre un modelo bidimensional CAD y un modelo BIM para el proyecto de intercambio vial, Km 25+115.85 de la autopista Juliaca-Puno. *Ecno Humanismo*, 2(1), 15-32.  
<https://tecnohumanismo.online/>
- Llave-Zarzuela, E., Arco-Díaz, J. e Hidalgo-García, D. (2019). Estudio comparativo-tecnológico BIM en edificación: Arquitectura Sostenible. *Anales de edificación*, 5(3), 8-14.
- López, M., Paiz, C. y García, A., (2023). Repensar el trabajo multidisciplinar en el diseño de un objeto arquitectónico. Propuesta de metodología de trabajo entre diseñadores estructurales y arquitectos como transición hacia una metodología BIM en Guatemala. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (115), 236-251. <https://dx.doi.org/10.18682/cdc.vi115.4268>
- Lu, Z., Lu, Y. y Chang-Peh, L. (2019). A review and Scientometric analysis of global building information modeling (BIM). *Research in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry Buildings*, 9, 210.
- Noor, B. y Yi, S. (2017). Building Information Modeling in Construction Phase. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 33(10), 36-44.  
<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/TB6U9>
- Martínez, C., Díaz, J. y Duque, R. (2019). Diseño del encofrado para muros usando encofrados modulares. *Tecnológicas*, 22, 1-18. <https://doi.org/10.22430/22565337.1509>

- Meana, V., Bello, A. y García, R. (2019). Análisis de la implantación de la metodología BIM en los grados de ingeniería industrial en España bajo la perspectiva de las competencias. *Revista ingeniería de construcción*, 34(2), 169-180.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200169>
- Medina, P., Salomon, N. y Gómez, R., (2020). Evaluación de la estimación de metrados para los costos de la partida de arquitectura de una obra retail en lima en el 2019 con la implementación bim. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 155-171.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2518-44312020000100012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312020000100012&lng=es&tlng=es).
- Medina, P. y Salomón, N. (2019). *Evaluación de la estimación de metrados para los costos de la partida de arquitectura de una obra retail en Lima en el 2019 con la implementación BIM*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú, Perú].  
<https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3435/Pablo%20Medi>
- Maldonado, E. (2016). Metodología BIM en el grado de edificación: modelo de taller en la asignatura expresión gráfica de tecnologías. *Spanish Journal of BIM*, 16(1), 30-39.  
<https://www.scielo.cl/www.buildingsmart.es/index.php/sjbim/1401>
- Mendoza, J. y Helmer, F. (2019). Digitalización de la educación en ingeniería: del aprendizaje con base tecnológica a la educación inteligente. *Educación Superior*, 6(1), 39-50.  
Recuperado en 07 de agosto de 2023, de  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2518-82832019000100009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-82832019000100009&lng=es&tlng=es).
- Mojica-Arboleda, A., Valencia-rivera, D., Gómez-Cabrera, A. y Alvarado-Vargas, Y. (2016). Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio de caso. *Ingeniería*, 20(1), 34-45.  
<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/47/64>

- Morales, S. (2018). *Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres-Lima*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2555>
- Morales, S. (2018). *Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres-Lima*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2555>
- Nieto, E., Rico, F., Antón, D. y Moyano, J. (2017). Metodología BIM en el grado de edificación: modelo de taller en la asignatura expresión gráfica de tecnologías Universidad Politécnica de Madrid. *Advances in Building Education*, 1(3), 37-52. <http://polired.upm.es/index.php/abe/article/view/3668/3746>
- Prieto, W., Rocha, S., Páez, Holmes. y Lozano, N., (2019). Propuesta de herramienta para la integración de BIM a la toma de decisiones financieras en proyectos de construcción. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75-101. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>
- Porrás-Díaz, H., Sánchez-Rivera, O., Galvis-Guerra, J., Jaimez-Plata, N. y Castañeda-Parra, K. (2015). Tecnología “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *Entramado*, 11(1), 230-249. <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>
- Ramírez, J. (2018). *Comparación entre metodologías Building Information Modeling (BIM) y metodologías tradicionales en el cálculo de cantidades de obra y elaboración de presupuestos*. [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/items/03eaba69-087f-482f-97c1-c892bcf540e7>

- Ramón, A. y Barboza, R., (2019). Uso de la simulación en procesos de construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, 32(4), 145-157. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v32i4.4799>
- Ramos, R., Viña, M. y Gutiérrez, F. (2021). Investigación aplicada en tiempos de COVID-19. *Revista de la OFIL*, 30(2), 93. <https://dx.doi.org/10.4321/s1699-714x2020000200003>
- Rojas, R., Gaibor, G., (2021). Técnica didáctica en el proceso experimental de curado con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en losas de hormigón armado. *Conrado*, 17(82), 357-371  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442021000500357&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000500357&lng=es&tlng=es).
- Salazar, R., (2021). Diagnóstico en la formación del ingeniero civil basada en competencias, caso: FNI/Oruro. *Educación Superior*, 8(1),  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2518-82832021000100008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-82832021000100008&lng=es&tlng=es).
- Salinas, J. y Ulloa, K. (2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan*. [Tesis de postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/528110>
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Sánchez, M., Fernández, M. y Díaz, J., (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL*, 8(1), 107-121. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>

- Santelices, C., Herrera, R. y Muñoz, F., (2019). Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno. *Revista ingeniería de construcción*, 34(3), 242-251. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000300242>
- Serrano, M., Pérez, D., Solarte, N., Torrado, L. y Trigueros, D., (2020). Una visión general de los programas de Ingeniería Civil en Colombia. *Revista de la educación superior*, 49(196), 125-140. <https://doi.org/10.36857/resu.2020.196.1412>
- Sepúlveda, A. (2020). *Impactos en la implementación de la metodología BIM en el sector construcción: una revisión sistemática de la literatura científica desde el 2015 hasta el 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27487>
- Tedesco, C. y Chahdan, M. (2022). Contribución del BIM en la compatibilización de proyectos de diferentes especialidades integradas por la construcción civil. *DYNA*, 89(229), 46-55. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n223.99002>
- Valdes, Y., García, T. y González, E., (2022). Material de estudio sobre calidad en la construcción para la carrera Ingeniería Civil. *EduSol*, 22(78), 191-205. Epub 11 de enero de 2022. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-80912022000100191&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912022000100191&lng=es&tlng=es).
- Yucra, M. (2020). *Análisis de aplicación de tecnologías BIM para la optimización de la constructabilidad en proyectos de ingeniería civil en la ciudad de Arequipa, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Universidad Continental [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8078/3/IV\\_FIN\\_105\\_TI\\_Yucra\\_Ramos\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8078/3/IV_FIN_105_TI_Yucra_Ramos_2020.pdf)

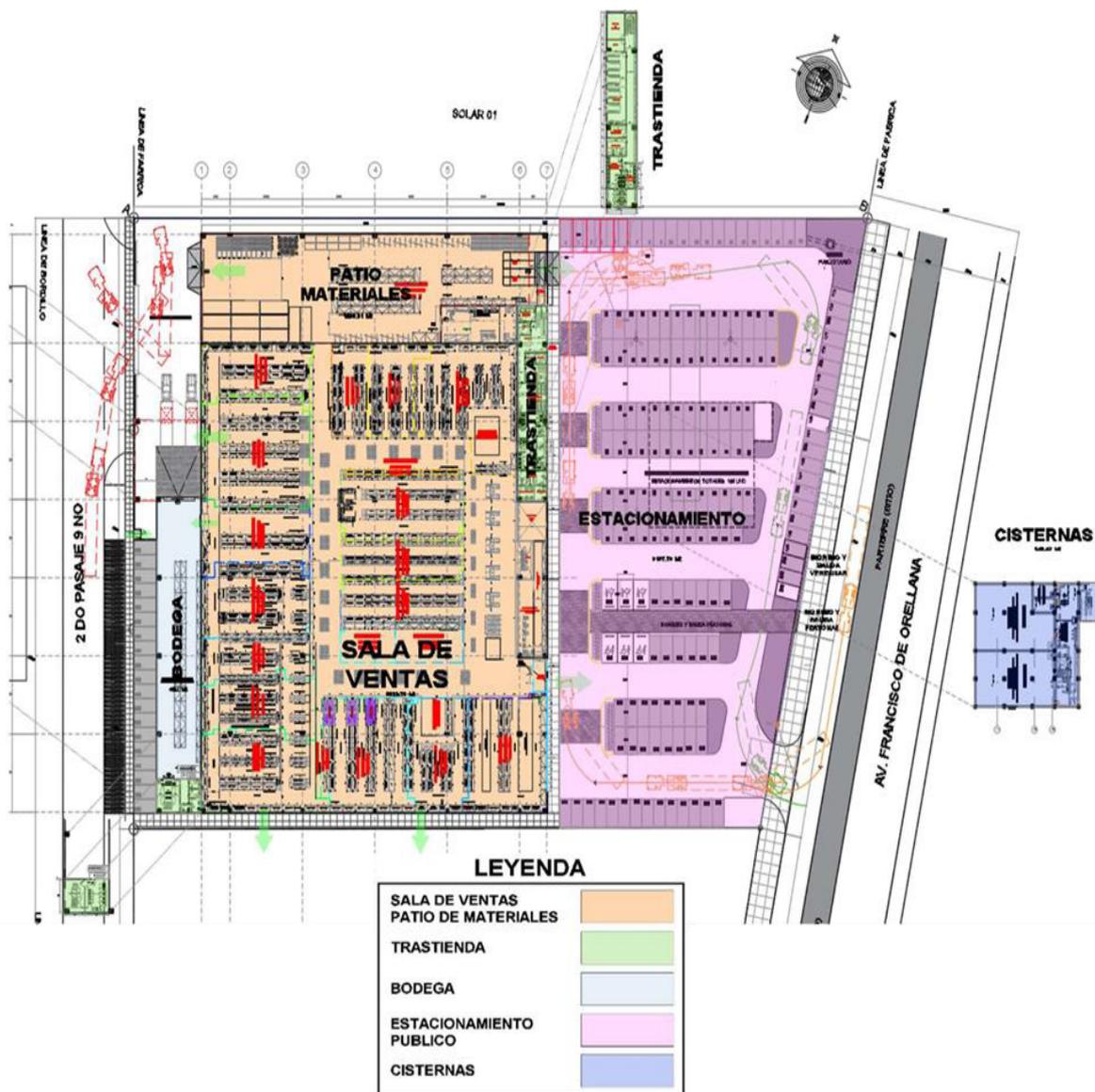
## IX. ANEXOS

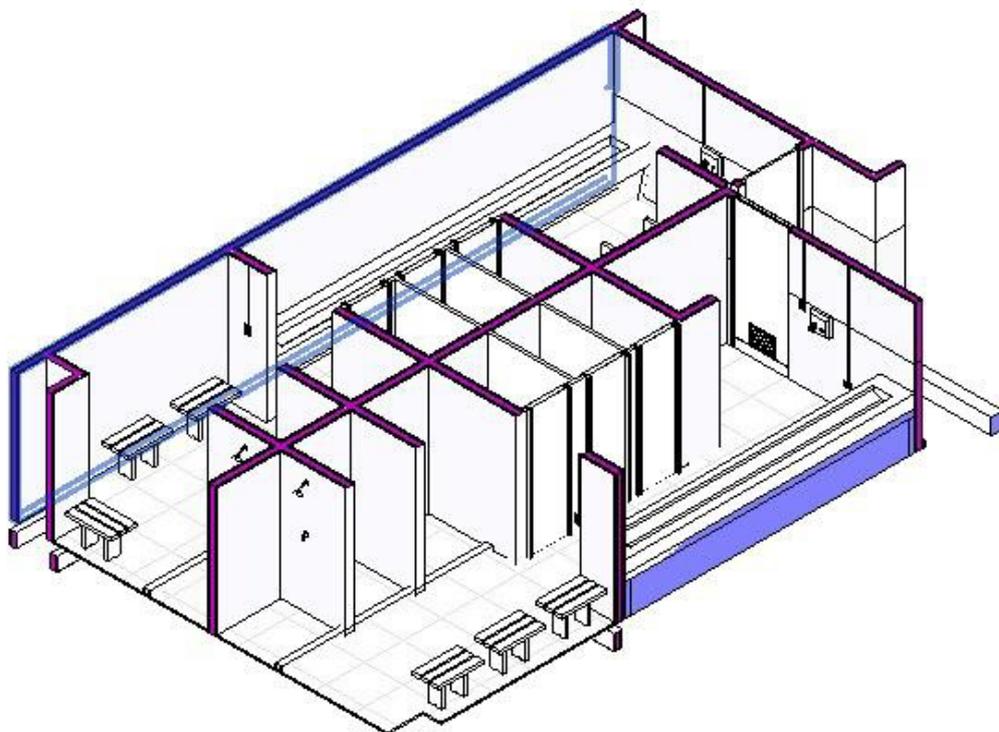
### Anexo A. Matriz de consistencia

ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN BIM EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA TIENDA DE MEJORAMIENTO DEL HOGAR: PROMART ORELLANA, 2023				
Problemas	Objetivos	Variables	Dimensión	Metodología
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	V. <b>Independiente</b>  Gestión BIM	Personal capacitado  Software y hardware adecuados  Comunicación	<b>Enfoque:</b>  Cuantitativo  <b>Tipo:</b>  Descriptivo, aplicada  <b>Diseño:</b>  No experimental, de corte transversal
¿Cuál será la rentabilidad de la implementación de la gestión BIM en la construcción de la Tienda de Mejoramiento del Hogar PROMART ORELLANA, 2023?	Determinar la rentabilidad de la implementación de la gestión BIM en la construcción de la Tienda de Mejoramiento del Hogar PROMART ORELLANA, 2023.			
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	V. <b>Dependiente</b>  Rentabilidad	Control presupuestario  Resultado operativo	<b>Población:</b>  La población de la presente investigación estará conformada por el proyecto PROMART HOME CENTER
¿Cuáles son las herramientas de gestión BIM que se acoplen al tipo de construcción de las muestras analíticas de estudio que promuevan la evidencia de resultados económicos como metrado, compatibilidad de planos y generación de planos?	Verificar que las herramientas de gestión BIM se acoplen al tipo de construcción de las muestras analíticas de estudio y que promuevan la evidencia de los resultados económicos como metrado, compatibilidad de planos y generación de planos.			

¿Cuáles son las actividades que no aportan valor al proyecto que podrían eliminarse por medio de la gestión BIM?	Identificar las actividades que no aportan valor al proyecto que podrían eliminarse por medio de la gestión BIM.			<b>Muestra:</b> Lote, uso de suelo, sub zona de edificación y construcción, área lindero norte, lindero sur, lindero este, lindero oeste, retiro frontal 1 y 2, retiro lateral 1, retiro lateral 2, COS, CUS total, altura, ratio de estacionamiento
¿Cuál es el porcentaje de ahorro que se obtiene por medio de la implementación BIM?	Determinar el porcentaje de ahorro que se obtiene por medio de la implementación BIM que podrá funcionar como referencia en la toma de decisiones para futuros proyectos similares a las muestras analíticas del presente estudio.			
¿Cuáles son los principales deterioros y daños de las áreas de análisis?	Diagnosticar los principales deterioros y daños por medio de una inspección visual de la infraestructura de las áreas de análisis para el establecimiento de acciones correctivas y preventivas.			

Anexo B. Zonificación de tienda



**Anexo C. Batería sanitaria**

© 2010

## Anexo D. Área de ambiente

AREA	NOMBRE DE AMBIENTE	ÁREA ÚTIL M2 (No se considera muros)		
		PRIMERPISO	MEZZANINE	TOTAL
<b>AREA DE VENTAS</b>				
	Sala de Ventas	6,114.30		6,114.30
	Patio de Materiales	1,414.94		1,414.70
<b>BODEGA</b>				
	Bodega	537.90		537.90
	Grupo Electrónico	30.63		30.63
	Publicidad	3.94		3.94
	Manto	3.94		3.94
	Cuarto de tableros 2	9.80		9.80
	Subestación		25.25	25.25
	Cuarto de tableros principal		31.50	31.50
<b>TRASTIENDA</b>				
	Dimensionado	111.56		111.56
	Tableros	9.20		9.20
	CCTV	7.54		7.54
	Control	44.60		44.60
	Tesorería	3.40		3.40
	Bóveda	4.05		4.05
	Economato / GHD	14.09		14.09
	Sala de Capacitación	33.84		33.84
	SSHH Público Mujeres	14.90		14.90
	SSHH Público Hombres	20.24		20.24
	SSHH Capacidades Especiales 1	4.60		4.60
	SSHH Capacidades Especiales 2	4.30		4.30
	ZUM	21.80		21.80