

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN  
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

**VICERRECTORADO**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



**“IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA BIM PARA LA GESTION DE  
MANTENIMIENO DEL MERCADO TICKA LOMA DE LA CIUDAD DE POTOSI-  
BOLIVIA”**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL “DIPLOMADO EN BIM MODELADO Y GESTIÓN DE  
PROYECTOS CONSTRUCTIVOS, VERSIÓN I”**

**CURSANTE: RAIZA MANDDY MANRIQUE MOLINA**

**SUCRE, JULIO DE 2024**

## **CESION DE DERECHOS**

Al presentar este trabajo como requisito previo para la obtención del Diplomado en Arquitectura BIM Modelado y gestión de Proyectos Constructivos de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo u documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificias de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Raiza Manddy Manrique Molina

## **DEDICATORIA**

El presente documento va dedicado a mis Madres Edith y Nora, a aquellas que me han acompañado en cada paso de mi camino académico, su amorosa presencia y apoyo incondicional ha sido mi mayor fortaleza y motivación. Sus enseñanzas, sacrificios y ejemplo de resiliencia han sido la inspiración detrás de este logro. En cada página, honro su legado y celebro el amor inmenso que me han brindado. Gracias por ser mis guías, mis confidentes y mis mejores amigas. Este trabajo es un tributo a su grandeza y un símbolo de mi eterno agradecimiento.

En memoria de mi Padre Edwin, aunque ya no este físicamente conmigo, va guiando mis pasos en este camino académico. Siempre estará en mi corazón y en cada logro que alcance.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios omnipotente, fuente de toda sabiduría y guía, por concederme la fortaleza, la perseverancia y la inspiración necesaria para completar este trabajo. Reconozco Su gracia infinita que ha iluminado mi camino y ha hecho posible este logro académico. Que este trabajo sea una expresión de mi gratitud y un testimonio de Su inmenso poder en mi vida.

## INDICE

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
I. ANTECEDENTES .....	2
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. SITUACIÓN PROBLÉMICA.....	4
IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
V. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	4
□ Objetivo General .....	4
□ Objetivos Específicos.....	5
VI. DISEÑO METODOLÓGICO .....	5
CAPITULO I .....	8
MARCO TEORICO Y CONTEXTUAL.....	8
1.1. Marco teórico .....	8
1.1.1. Antecedentes.....	8
1.1.2. Bases Teóricas .....	8
1.2. Marco contextual.....	14
1.2.1. Contexto general.....	14
1.2.2. Contexto geográfico.....	14
1.2.3. Contexto institucional.....	16
CAPITULO II.....	17
DIAGNOSTICO .....	17
2.1. Recopilación de información .....	17
2.2. Descripción técnica.....	19

2.3. Situación actual del equipamiento .....	19
2.4. Población.....	20
2.5. Resultados de la encuesta.....	20
2.6. Conclusiones preliminares .....	22
CAPITULO III.....	23
PROPUESTA.....	23
3.1. Desarrollo.....	23
3.2. BIM en la operación y mantenimiento de una construcción.....	23
3.3. Desarrollo del modelo Arquitectónico .....	24
3.4. Desarrollo del modelo Estructural .....	26
3.6. Beneficios del modelo.....	27
3.7. Gestión y Mantenimiento.....	27
Conclusiones.....	29
Recomendaciones .....	30
Bibliografía .....	31

## ILUSTRACION

<b>Ilustración 1</b> .....	11
<b>Ilustración 2</b> .....	12
<b>Ilustración 3</b> .....	17
<b>Ilustración 4</b> .....	18
<b>Ilustración 5</b> .....	19
<b>Ilustración 6</b> .....	25
<b>Ilustración 7</b> .....	27

## ESQUEMAS

Esquema 1 Diseño Metodológico .....	7
Esquema 2 Contexto Geográfico .....	15
Esquema 3 Descripción técnica .....	19
Esquema 4 Resultados de encuesta.....	21
Esquema 5 Resultado de encuesta .....	22

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La metodología BIM permite gestionar un proyecto de construcción mediante un modelo digital que integra información geométrica y datos relevante para su diseño, construcción y mantenimiento. El BIM no es solo un software, sino una filosofía de trabajo colaborativa. A través de esta metodología, todos los actores involucrados en un proyecto pueden trabajar simultáneamente sobre el mismo modelo digital, facilitando la comunicación entre ellos y permitiendo tomar decisiones más eficientes. La implementación de BIM tiene múltiples beneficios, permite detectar errores e inconsistencias antes de la fase constructiva, evitando retrasos y sobrecostos. Además, da lugar a construcciones más sostenibles al posibilitar análisis energéticos durante las fases iniciales del diseño. Sin embargo, adoptar BIM implica también desafíos. Requiere cambios en los flujos de trabajo y capacitación del personal para manejar nuevas herramientas digitales. En conclusión, la metodología BIM supone una transformación profunda en cómo se conciben y ejecutan los proyectos de construcción. Su adopción puede implicar retos, pero ofrece grandes ventajas en términos de eficiencia operativa y calidad del producto final.

Asimismo, las preocupaciones ahora radican en el mantenimiento de los proyectos ya construidos, y necesitan mantenimiento y renovación frecuentes, aquí es donde juega un papel muy importante la implementación de la metodología BIM.

## INTRODUCCIÓN

La metodología Building Information Modeling (BIM) es un proceso integral para la gestión de proyectos de edificación y construcción. Esta metodología facilita la planificación, el diseño, la construcción y la gestión de instalaciones y su infraestructura. Se analizará la implementación de la metodología BIM en la renovación y gestión de mantenimiento del Mercado Ticka Loma de la ciudad de Potosí-Bolivia.

### I. ANTECEDENTES

Durante la última década, la metodología BIM se ha implantado de forma progresiva en diferentes países, siendo para alguno de ellos objetivos prioritarios de sus Administraciones Publicas, las cuales han impuesto o valorado su uso en obra pública. Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción.

Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costes de operación. (BUILDINGSMART, 2024)

Cada vez más propietarios, empresas y gobiernos, están solicitando el desarrollo de proyectos BIM, entregando un mayor detalle del presupuesto, la planificación y el mantenimiento preventivo del proyecto y ayudando a predecir posibles errores e incompatibilidades entre sistemas. Trabajar con renovaciones es siempre un poco más arriesgado que comenzar un proyecto desde cero, en el proceso aparecen sorpresas agradables y desagradables que requieren de soluciones rápidas y precisas, evitando la pérdida de tiempo y sobre todo de recursos. (ARCH DAILY, 2019)

En la renovación y gestión de mantenimiento con un entorno BIM, la información encontrada que explique la conexión con la gestión del mantenimiento no es muy extensa y se desarrollan

desde un punto de vista teórico e individual. A pesar de ello, existen estudios que indican y destacan el potencial de estos dos sistemas. Asimismo, se realizan estudios para implementar BIM en la renovación y gestión de mantenimiento de una infraestructura ya existente, basado en el aporte de datos que genera el modelo BIM. (ING. Y DESARROLLO EN LA NUEVA ERA, 2022).

## II. JUSTIFICACIÓN

El caso de estudio aborda un equipamiento comercial denominado “Mercado Ticka Loma” cuya infraestructura desde su la entrega en la gestión 2010, no se realizó ninguna intervención, mantenimientos o mejoras tanto al exterior como interior del mercado. Posteriormente se realiza una revisión de los documentos técnicos del proyecto Mercado Ticka Loma, el cual no se evidencia que el proyecto fue realizado en un software más avanzado como ser la metodología BIM, el proyecto está diseñado en el programa de Autocad, el cual no permite apreciar un 3D de todo el proyecto, tanto Arquitectónico, Estructural y MEP.

Es por ello que surge la inquietud de llevar a cabo el estudio con mayor profundidad, conociendo la trayectoria constructiva y dado que actualmente el mercado se encuentra en uso, se considera valorar el estado del mercado implementando la metodología BIM, ya que en un futuro se podrá realizar una renovación y gestión de mantenimiento utilizando las herramientas que nos proporciona dicho programa.

Es por ello que es un tema novedoso ya que en el proceso de ejecución surgen cambios que muchas veces no llegan a ser documentados, siendo este un aporte innovador para tener información que estructure las actuaciones, es un tema de actualidad que será imprescindible contar con una información técnica más avanzada, a fin de verificar su eficacia e implementar en futuros proyectos de su misa índole.

La adopción de la metodología BIM generalmente requiere de inversiones significativas en software, capacitaciones de personal y actualización de infraestructura tecnológica. Estos costos iniciales deben compararse con los beneficios esperados a lo largo del ciclo de vida del proyecto. BIM puede ayudar a reducir los costos operativos y de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del proyecto al proporcionar una representación digital precisa de la infraestructura. Esto

puede facilitar la identificación temprana de problemas, optimizar el mantenimiento preventivo y mejorar la eficiencia operativa.

### III. SITUACIÓN PROBLÉMICA

La ineficiencia en la gestión de mantenimientos del mercado, puede tener varios efectos negativos tanto en termino económicos como operativos, si la gestión de mantenimiento no se realiza de manera eficiente, los costos pueden aumentar debido a reparaciones frecuentes y una planificación deficiente en el momento de realizar el respectivo mantenimiento.

Asimismo, la falta de documentación precisa del mercado Ticka Loma puede tener consecuencias negativas durante la gestión de mantenimiento, ya que se tiene una documentación técnica escasa debido a que el proyecto se tiene en un formato de software antiguo como ser Autocad, en el cual no se visualiza la construcción en su totalidad en un modelo 3D, también cabe mencionar que en el documento digital no se tiene el diseño estructural del mercado ya que fue realizado por otro profesional y fue trabajado en otro tipo de programa.

Por todos estos factores mencionados se ocasionan retrasos en obra y se incrementan los costos, es decir un cronograma poco realista el cual no cumple con lo planificado, ya que el equipamiento no se elaboró en un solo programa en el cual puedan intervenir y colaborar todos los profesionales.

### IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se puede implementar la metodología BIM en el Mercado Ticka Loma de la ciudad de Potosí-Bolivia, a fin de mejorar las gestiones de mantenimiento y obtener una documentación más completa en el momento de tomar decisiones futuras del equipamiento?

### V. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

- Objetivo General

Implementar la metodología BIM para la gestión de mantenimiento del Mercado Ticka Loma de la ciudad de Potosí-Bolivia, a través de un modelado en un software especializado de la infraestructura objeto de estudio, para identificar los materiales implementados y el diseño estructural del equipamiento.

- Objetivos Específicos
  - ✓ Investigar la metodología BIM, mediante sitios web, para implementar un modelado del Mercado.
  - ✓ Analizar el tipo de documentación técnica que se tiene del proyecto, a fin de elaborar una documentación completa.
  - ✓ Identificar las deficiencias en los procesos de gestión de mantenimiento del mercado Ticka Loma para optimizar la eficiencia operativa.
  - ✓ Modelar las especialidades de arquitectura y estructura, para identificar las futuras gestiones de mantenimiento.

## VI. DISEÑO METODOLÓGICO

- Tipo de investigación

Se realizará una investigación descriptiva ya que buscará detallar las características y funciones de la metodología BIM y cómo estas pueden aplicarse al contexto específico del mercado Ticka Loma, así también realizar un análisis y comparación con otros proyectos similares.

Finalmente, tener elementos de investigación experimental si se planea implementar diferentes estrategias o técnicas BIM y comparar sus resultados para determinar cuál es más efectiva.

- Métodos, técnicas e instrumentos.
  - Método teórico

Esta parte corresponde al análisis de la implementación de la metodología BIM en la renovación y gestión de mantenimiento del mercado, lo que contempla:

Se realizará una descripción de la implementación de la metodología BIM en la renovación y gestión de mantenimiento y todo lo que conlleva, como surge y en que consiste hasta finalizar con su implantación en Bolivia y sus múltiples ventajas en el mundo de la construcción actual.

Se presentará las ventajas y desventajas que esta metodología conlleva.

Se describirá la importancia de las interferencias de la fase de la ejecución.

- Método práctico

La parte práctica del proyecto corresponde al Modelado: Se realizará el modelado del Mercado en el software Revit. Los cuales contarán con las siguientes características:

- ✓ Componentes de diseño y construcción
- ✓ Perspectivas seccionales
- ✓ Modelo de proyecto
- ✓ Presentación y visualización

Cada fase puede presentar el proceso constructivo de un edificio como son un trazo y nivelación, cimentaciones, estructura, colocación de muros, instalaciones, acabados, etc.

- Método análisis y síntesis

Se utilizará aspectos generales sobre implementación de la metodología BIM en la renovación y gestión de mantenimiento, a su vez también se aplicará en el diagnóstico, ya que, por medio del llenado de los instrumentos de investigación, se logrará la interpretación y análisis de los datos recolectados, los mismos que darán resultados sobre los beneficios.

- Técnicas e instrumentos de investigación
  - ✓ Encuestas
  - ✓ Aplicación práctica de BIM
  - ✓ Análisis comparativo

## Esquema 1

### Diseño Metodológico

<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>MEDIOS</b>
Investigación de la metodología BIM.	Mediante una búsqueda de documentos	Apoyado en una bibliografía
Analizar el tipo de documentación técnica que se tiene del proyecto.	Mediante una interpretación visual de los planos	Apoyado en una evaluación
Identificar las deficiencias en los procesos de gestión de mantenimiento del mercado Ticka Loma.	Mediante una inspección in situ	Apoyado en una encuesta in situ
Modelar las especialidades de arquitectura y estructura, para identificar las futuras gestiones de mantenimiento.	Mediante un software para realizar en modelado	Apoyado en el programa REVIT.

Fuente 1 Elaboración propia

## CAPITULO I

### MARCO TEORICO Y CONTEXTUAL

#### 1.1.Marco teórico

##### 1.1.1. Antecedentes

La característica fundamental del proyecto es implementar la metodología BIM para la renovación y gestión de mantenimiento del Mercado Ticka Loma, cuyo objetivo es realizar el modelado Arquitectónico y Estructural, para poder generar una documentación completa, colaborativa con todas las especialidades para futuros mantenimientos. Asimismo, se realizará la recopilación de información sobre el equipamiento y proyectos similares con el propósito de elaborar un documento que cumpla con los estándares de la monografía.

##### 1.1.2. Bases Teóricas

- BIM o modelado de información de construcción.

BIM es una metodología de trabajo colaborativo aplicada al sector de la construcción, una colección de datos de un edificio organizados para facilitar la gestión de proyectos de ingeniería, arquitectura y construcción consiguiendo mejoras en el resultado y eficacia en los procesos. Todos los profesionales implicados en un proyecto de construcción pueden trabajar sobre un único proyecto en tiempo real con acceso a la misma información. BIM permite definir y llevar a cabo los proyectos de construcción desde una perspectiva global e integrada, teniendo en todo momento presente la totalidad del proyecto de construcción del edificio en cada una de sus fases, desde su boceto inicial hasta su lanzamiento. (HIBERUSBLOG, 2019).

- Gestión y mantenimiento

Este tipo de mantenimiento destinado a la conservación y mantenimiento de infraestructura debe ser efectuado por técnicos especializados que tiene por objetivo recuperar la estructura dañada para ponerla en servicio nuevamente.

La gestión y mantenimiento se produce cuando inesperadamente se producen daños a la infraestructura. Daños que pueden ser provocados por accidentes propios de la actividad operativa del puerto o producto de que las instalaciones o equipos han cumplido la vida útil para lo que fueron construidos. (ROLDAN, 2023)

- Estandarización de BIM

La metodología BIM está basada en la colaboración de todos los agentes, por lo que es necesario establecer los estándares que van a permitir dicha colaboración. Building SMART International es el líder a nivel mundial en la creación de estándares relacionados con la digitalización del sector AECO, tales como el modelo de datos IFC, que sirve como formato de intercambio de datos entre agentes, procesos y aplicaciones, y que viene definido por la Norma ISO 16739:2018. Desde building SMART Spain ayudamos al sector en la adopción y aplicación de los estándares abiertos BIM

- Building Information Modeling (BIM)

BIM (Building Information Modeling) es el proceso holístico de creación y administración de la información de un activo construido. Basado en un modelo inteligente e impulsado por una plataforma en la nube, BIM integra datos estructurados y multidisciplinarios para generar una representación digital de un activo durante todo su ciclo de vida, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y las operaciones. (AUTODESK, 2024)

- Características de proceso constructivo BIM

Se define proceso constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar. Debido a la singularidad de la construcción el

proyecto debe ser gestionado de manera que pueda cumplir con las exigencias, requisitos y condiciones establecidas. Para establecer un orden en los procesos constructivos, desde la concepción del edificio hasta su finalización, podemos utilizar el siguiente esquema como ejemplo. Se podría decir que los procesos constructivos se dividen en tres modelos organizativos. (DOCUMENTOS, 2022)

Procesos previos a la construcción

Procesos durante la ejecución de la construcción

Procesos posteriores a la construcción

- Estándares BIM

Los estándares BIM, se puede definir como los lineamientos establecidos para el intercambio de datos entre los agentes de un proyecto BIM. Los primeros estándares creados para el BIM fueron los IFC Industry Foundation Classes.

ISO 16739: 2016 especifica un esquema conceptual de datos y un formato para el intercambio de archivos y datos de Building Information Model (BIM). El esquema conceptual se define en lenguaje de especificación de datos EXPRESS. El formato de archivo de intercambio estándar, para intercambiar y compartir datos, de acuerdo con el esquema conceptual utiliza la codificación de texto claro de la estructura de cambio. Se pueden utilizar formatos de archivo de intercambio alternativo, si se ajustan al esquema conceptual.

ISO 16739: 2016 representa un estándar internacional abierto para los datos de BIM que se intercambian y comparten entre aplicaciones de software utilizadas por los diversos participantes en un proyecto de construcción de edificios o la gestión de instalaciones.

BIM es 90% Sociología, 10% Tecnología. La Industria de la Construcción debe buscar y aprender a trabajar de un modo diferente. Los flujos de información tradicionales son un gran problema y no es sostenible como se manejan, existiendo gran pérdida de información entre todos los interesados. En estos momentos la información de los proyectos esta fragmentada e incompleta. No obstante, se piensa que para obtener un adecuado rendimiento de la

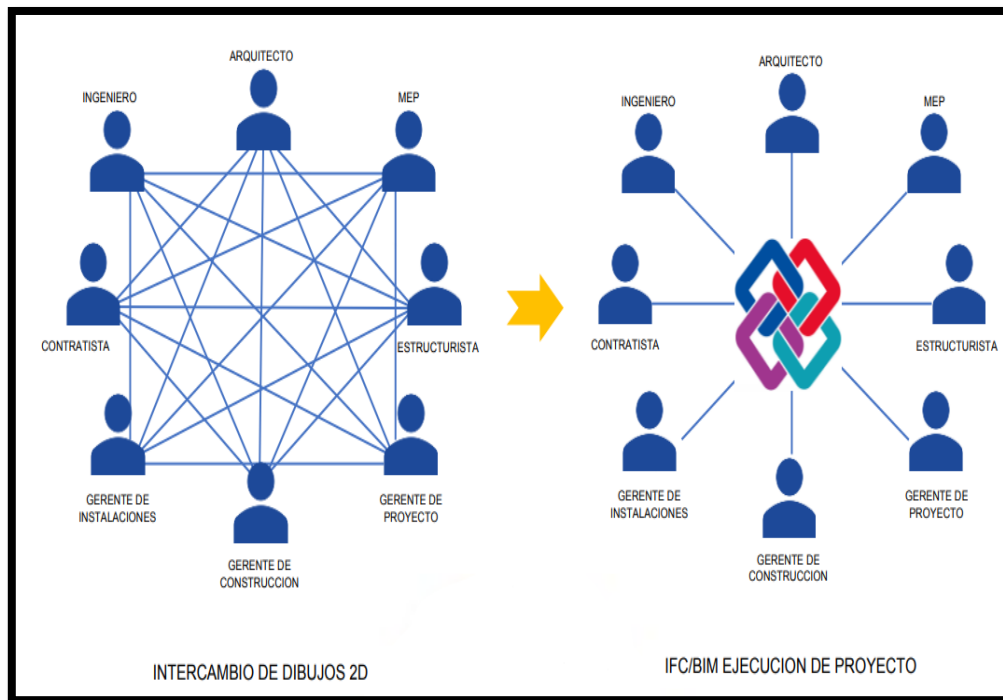
implementación BIM en los proyectos es preciso seguir unas pautas que garanticen el correcto desarrollo del mismo. (DOCUMENTOS, 2022)

- Importancia de los estándares BIM

Estamos creando un nuevo lenguaje digital para permitir el intercambio abierto y preciso de la información, para permitir la gestión del ciclo de vida eficiente y eficaz de nuestro entorno construido. Hay beneficios muy sustanciales, potencialmente disponibles desde el desarrollo y la adopción de estándares interoperables para BIM. Estos beneficios sólo están totalmente disponibles si estas normas están abiertas e internacionalizadas. Estos beneficios van mucho más allá de las fases de diseño y construcción, un entorno construido, totalmente habilitado como una economía digital está previsto. (DOCUMENTOS, 2022)

### Ilustración 1

#### Estándares BIM



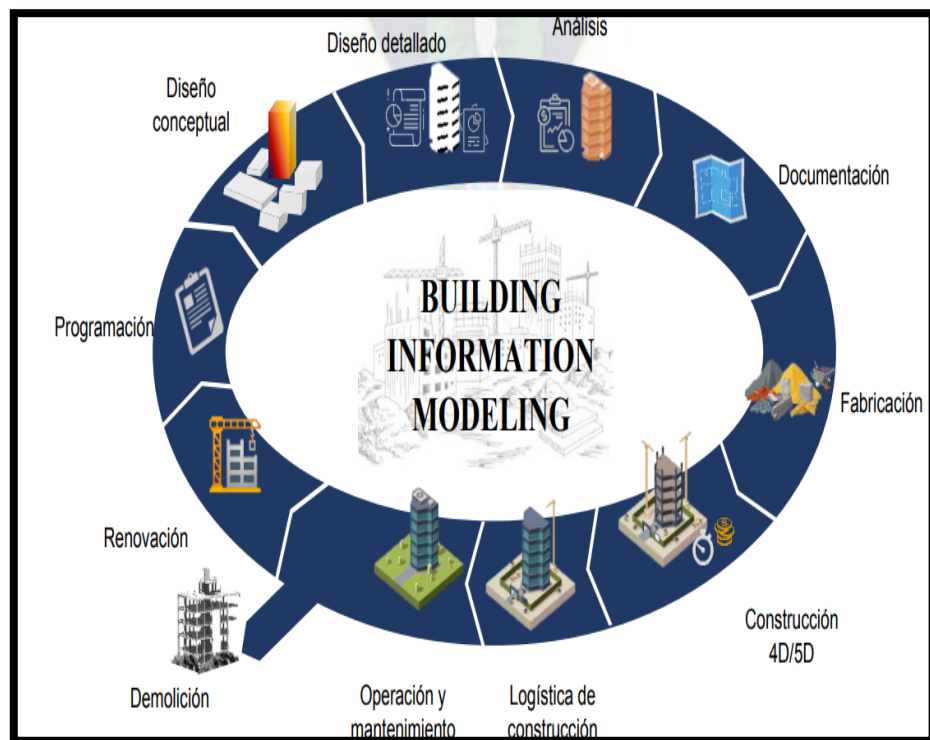
Fuente 2 Sitio web

- Interoperabilidad en la filosofía BIM

La integración se consigue bien mediante la creación de subproyectos. Partiendo de un modelo general (la mayoría de los casos el arquitectónico) gestionado por un Project manager, se crean proyectos paralelos basados en las áreas funcionales que lo integran. Estos subproyectos son actualizados periódicamente, de manera que todos los integrantes son conscientes de los cambios efectuados por los demás. (DOCUMENTOS, 2022)

## Ilustración 2

### Interoperabilidad BIM



Fuente 3 Sitio web

En esta imagen se muestra el proceso constructivo de una obra civil. Se trata de un proceso circular en el que todos los procesos concurren alrededor del modelo central BIM. Se observan procesos como el diseño conceptual, diseño de detalles, análisis térmicos, documentación, fabricación de materiales, aspectos 4D (tiempos) y 5D (costes) de los que se hablarán más

adelante, organización, programación, mantenimiento, e incluso derribo; toda la vida útil del proyecto. Este ciclo puede dividirse en las 7 dimensiones BIM:

- 1D o idea: Partes de una idea con unas primeras estimaciones.
- 2D o el boceto.
- 3D Coordinación: El uso de la metodología BIM te permite detectar interferencias entre los modelos de las diferentes especialidades, permitiéndote eliminar los conflictos en la obra.
- 4D o Planificación de obra: El uso de la metodología BIM te permite también utilizar el modelo para planificar el trabajo ajustando los procesos con la variable tiempo. El modelado 4D es una herramienta de visualización y comunicación muy útil, que puede dar al equipo de proyecto, una mejor comprensión de los hitos del proyecto y los planes de construcción.
- 5D o Medición y presupuesto de obra: El uso de la metodología BIM te permite también utilizar el modelo para el control de costes en cada una de las fases del proyecto, construcción, operación y mantenimiento.
- 6D o Certificación energética: El uso de la metodología BIM te permite también utilizar el modelo para realizar cálculos, análisis y estudios energéticos.
- 7D o Gestión de activos: Por último, el uso de la metodología también te permite volcar en el modelo BIM las condiciones físicas de los elementos estructurales, arquitectónicos y MEP, así como las instrucciones específicas para operaciones y mantenimiento. Y también, claro, utilizarlo para gestionar a corto y largo plazo las repercusiones financieras de cualquier modificación del activo, programar dichos costes y establecer su programa de mantenimiento.
- Plan de ejecución BIM

Plan de ejecución BIM es un documento en el que se definen las bases, reglas y normas internas de un proyecto que se va a desarrollar bajo la metodología BIM, para que todos los agentes implicados hagan un trabajo coordinado y coherente. Distribuye toda la información necesaria de los procesos de trabajo durante la realización de la construcción, cada agente

conoce en qué fase del ciclo de vida del proyecto debe participar, consiguiendo una forma eficiente y ágil de trabajo en equipo. (ZIGURAT, 2022)

## 1.2.Marco contextual

En la búsqueda de documentos similares al tema de estudio, se identifica un trabajo final de grado titulado “Implementación de la metodología BIM para la gestión del Teatro Principal de Barcelona” elaborado en la gestión 2023 el cual se realizará un breve resumen.

El Teatro Principal de Barcelona, ubicado en Barcelona, está viviendo una transformación gracias al uso de una nueva herramienta tecnológica, el Building Information Modeling (BIM) de última generación, que se ha dividido en tres fases. La tercera fase se centra en satisfacer las necesidades del cliente mediante la creación de un modelo 3D del estado actual del edificio, que facilitará proyectos futuros y servirá como modelo para futuras propuestas de diseño. El proyecto también pretende documentar todo el proceso de desarrollo de un modelo 3D utilizando tecnología BIM, incluyendo la creación de una nube de puntos y el modelado de posibles disciplinas. La metodología del proyecto gira en torno a BIM, definiendo el proceso, las herramientas y la ejecución. El documento también proporciona un orden cronológico con definiciones, ejemplos e imágenes para que el lector siga durante todo el proyecto. El proyecto ha logrado resultados exitosos, con el modelo 3D aplicado con éxito en la disciplina de Ingeniería Civil. Las conclusiones del proyecto enfatizan la implementación de la metodología, aunque se han abordado algunas dificultades a lo largo del proyecto. (UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA BARCELONA, 2023)

### 1.2.1. Contexto general

El uso de BIM en equipamientos comerciales se refiere a la aplicación de esta tecnología para diseñar, construir y gestionar de manera más eficiente y efectiva. BIM es un enfoque colaborativo basado en modelos 3D que integra información y datos durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción, desde el diseño inicial hasta la operación y gestión de mantenimiento.

### 1.2.2. Contexto geográfico

Nombre del equipamiento: Mercado Ticka Loma

Ubicación: País Bolivia Departamento de Potosí/Provincia Tomas Frías/Distrito 1/Zona Ticka Loma

## Esquema 2

### Contexto Geográfico

MAPA POLITICO DE BOLIVIA	MAPA POLITICO DE POTOSI	MAPA POLITICO DE PROVINCIA TOMAS FRIAS
		 <p>Municipios de la provincia de Tomás Frías</p>
UBICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO	FOTOGRAFIA DEL EQUIPAMIENTO	
		

Fuente 4 Elaboración propia

### 1.2.3. Contexto institucional

Es probable que el mercado Ticka Loma este regulado por ciertas normativas municipales que rigen las actividades comerciales en la ciudad. Esto puede incluir regulaciones sobre la renovaciones, mantenimiento y otros aspectos relacionados con el funcionamiento del mercado. Es posible que existan asociaciones del comercio que representen los intereses juntamente con el Gobierno Municipal de Potosí para el mejoramiento de la infraestructura del mercado.

## CAPITULO II

### DIAGNOSTICO

El diagnóstico sobre la implementación de la metodología BIM en la renovación y gestión de mantenimiento del Mercado Ticka Loma en la ciudad de Potosí, Bolivia, es fundamental para comprender el estado actual del mercado y las necesidades específicas que justifican la adopción de esta metodología.

#### 2.1. Recopilación de información

El mercado Ticka Loma en la gestión 2006 se encontraba en un estado deplorable, ya que no se contaba con una infraestructura, en el espacio que fue otorgado a los comerciantes se encontraban casetas mal organizadas

#### Ilustración 3

##### Imágenes satelitales


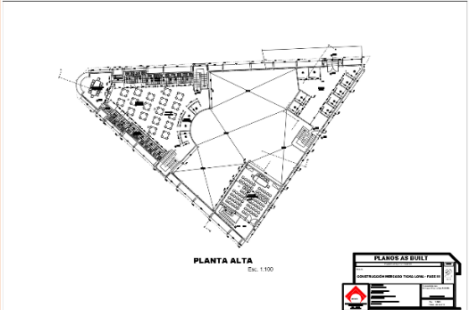




Fuente 5 Google Earth pro

Es así que en la gestión 2008 inician con la construcción del mercado el cual estuvo a cargo por la empresa constructora “ARCON” y fue concluido en la gestión 2010, en los planos se tiene la siguiente descripción:

#### Ilustración 4

#### Planos del Mercado Ticka Loma

PLANOS TECNICOS	DESCRIPCION
 <p>PLANTA BAJA Escala: 1:100</p>	<p><b>PLANTA BAJA.</b> Se tiene 3 accesos al mercado; ingreso principal, ingreso norte, ingreso sur. Cuanta con sectores de abarrotes, sector de carnicería, baños, comedor, cocina, dormitorio, secretaria, oficina, control de limpieza y accesos verticales al primer piso.</p>
 <p>PLANTA ALTA Escala: 1:100</p>	<p><b>PLANTA ALTA.</b> Se tiene un salón de juntas del mercado, deposito, baño, sector de cafetería, sector de comida, comedor cafetería, salón de juntas vecinales, sector de jugos y una salida al norte del mercado.</p>
 <p>CORTE A-A Escala: 1:100</p> <p>CORTE B-B Escala: 1:100</p>	<p><b>CORTES A-B</b> En los cortes se tiene graficado dos niveles y un diseño de cubierta con estructura metálica, así mismo se observa el diseño de distribución al interior del mercado.</p>
 <p>ELEVACION NORTE Escala: 1:100</p> <p>ELEVACION SUR Escala: 1:100</p>	<p><b>ELEVACIONES</b> Se tiene 2 elevaciones norte y sur, con un diseño de ventanas y un muro de ladrillo visto.</p>

Fuente 6 Empresa constructora ARCON

Como se puede observar, en los planos recopilados por la empresa a cargo de la construcción, se tiene documentación técnica incompleta, ya que no presentan planos de diseño estructural.

## 2.2. Descripción técnica

El terreno tiene una Superficie aproximada del terreno de 3024.74 m<sup>2</sup>

### Esquema 3

#### Descripción técnica

PLANTA	COTA DE NIVEL
PLANTA BAJA	+/- 0.00; +0.71; +1.34
PLANTA PRIMER PISO	+6.96

Fuente 7 Elaboración propia


## 2.3. Situación actual del equipamiento

Se realizo una inspección in situ, para poder ver el estado en el que se encuentra en mercado.

### Ilustración 5

#### Estado actual del mercado

IMAGENES	DESCRIPCION	IMAGENES	DESCRIPCION
	Al ingreso del mercado se pudo observar un desgaste de las aceras y de las escaleras.		Se puede observar el desprendimiento de la cerámica en las gradas, así mismo los comerciantes reducen la circulación peatonal al implementar sus ventas.
	Al norte del mercado se tiene construcción de casetas las cuales no se tiene graficado en los planos.		En el cielo falso del primer piso se puede observar que por falta de mantenimiento se va desprendiendo y eso causa peligro en los usuarios.

	<p>Al sur del mercado de igual manera se tiene construcción de casetas, los cuales no se tiene graficados en los planos.</p>		<p>Se puede observar que no se está dando uso a los puestos que se tiene en el mercado.</p>
	<p>Al interior del mercado se puede observar que se tiene rotos parte de vidrios de las ventanas, por los cuales ingresa agua por las lluvias los cuales provocan humedad en los muros, por los que se tiene desprendimiento de la pintura de los muros.</p>		<p>Se observa que no se está dando el uso correspondiente de instalaciones eléctricas ya que en la fotografía se puede observar la falla de un foco y focos colgando con cable.</p>

Fuente 8 Elaboración propia

#### 2.4. Población

Como población se tomará en cuenta a todos los vendedores del mercado Ticka Loma y a los técnicos de la alcaldía encargados de los futuros mantenimientos de los equipamientos del departamento de Potosí.

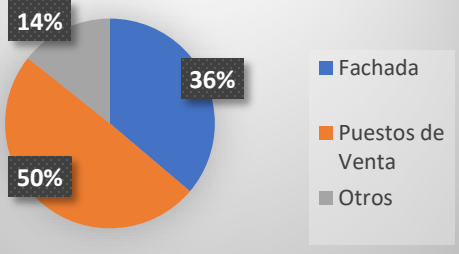
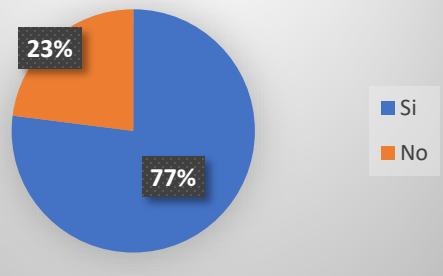
#### 2.5. Resultados de la encuesta

Las diferentes encuestas realizadas fueron a los vendedores del mercado y a los técnicos encargados de las obras de la Alcaldía de Potosí quienes vertieron sus respuestas de la siguiente manera:

Vendedores del mercado

#### Esquema 4

#### Resultados de encuesta

RESULTADO	CONCLUSION								
<p data-bbox="349 493 738 567">¿Qué renovación cree que es necesario para el mercado?</p>  <table border="1"><thead><tr><th>Renovación</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Fachada</td><td>36%</td></tr><tr><td>Puestos de Venta</td><td>50%</td></tr><tr><td>Otros</td><td>14%</td></tr></tbody></table>	Renovación	Porcentaje	Fachada	36%	Puestos de Venta	50%	Otros	14%	<p data-bbox="860 493 1421 745">De acuerdo al resultado de la pregunta, la mayoría de los vendedores prefiere la renovación de los puestos de venta ya que son espacios reducidos en los cuales no se sienten cómodos.</p>
Renovación	Porcentaje								
Fachada	36%								
Puestos de Venta	50%								
Otros	14%								
<p data-bbox="341 892 771 976">¿Usted cree que en un futuro se deba ampliar el mercado?</p>  <table border="1"><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Si</td><td>77%</td></tr><tr><td>No</td><td>23%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	Si	77%	No	23%	<p data-bbox="860 882 1421 1186">De acuerdo al resultado de la pregunta, la mayoría de los vendedores prefiere la ampliación del mercado ya que algunos puestos se encuentran al exterior de la infraestructura y en días de lluvia proceden a cerrar el puesto.</p>		
Respuesta	Porcentaje								
Si	77%								
No	23%								

Fuente 9 Elaboración propia

Técnicos de la Alcaldía

## Esquema 5

### Resultado de encuesta

RESULTADO	CONCLUSION								
<p>¿Utilizan BIM para hacer proyectos de mantenimiento?</p> <table border="1"><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Si</td><td>10%</td></tr><tr><td>No</td><td>50%</td></tr><tr><td>Otros</td><td>40%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	Si	10%	No	50%	Otros	40%	<p>De acuerdo al resultado de la pregunta, los técnicos no implementan la metodología BIM en los proyectos, eso quiere decir que los profesionales no se están capacitando en los nuevos programas para la elaboración de proyectos.</p>
Respuesta	Porcentaje								
Si	10%								
No	50%								
Otros	40%								
<p>¿Tienen conocimiento sobre la metodología BIM?</p> <table border="1"><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Si</td><td>25%</td></tr><tr><td>No</td><td>75%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	Si	25%	No	75%	<p>De acuerdo al resultado de la pregunta, la mayoría de los profesionales no tiene conocimiento sobre la metodología BIM, por lo que los deberían tomar cursos sobre este programa para ampliar sus conocimientos y tener buenos resultados en los proyectos para futuras gestiones de mantenimiento.</p>		
Respuesta	Porcentaje								
Si	25%								
No	75%								

Fuente 10 Elaboración propia

### 2.6. Conclusiones preliminares

De acuerdo a las encuestas realizadas a los vendedores del mercado, nos servirá para saber qué es lo que hace falta en el mercado para así poder gestionar futuras renovaciones o mantenimientos.

Asimismo, las encuestas realizadas a los técnicos de la alcaldía, nos servirá para saber sobre sus conocimientos acerca de la metodología BIM, y así poder actualizar a los mismos para tener mejores resultados de gestiones y mantenimientos de los diferentes equipamientos.

## CAPITULO III

### PROPUESTA

Una vez realizado el diagnostico, corresponde con la segunda parte del trabajo de investigación el cual es realizar un modelo 3D implementando la metodología BIM para la renovación y gestión de mantenimiento del mercado.

#### 3.1. Desarrollo

De acuerdo a los planos proporcionados por la empresa que se encargó de la infraestructura del mercado, estos serán de ayuda para poder realizar el modelado 3D implementando la metodología BIM para futuros mantenimientos del equipamiento.

#### 3.2. BIM en la operación y mantenimiento de una construcción.

En el proceso de desarrollo de un proyecto de construcción, la operación y mantenimiento o Facility Management (FM) del activo construido por lo general no es considerado, es decir, centramos todos nuestros esfuerzos en la etapa de diseño y construcción pese a que la operación y mantenimiento representa entre el 70% al 80% del costo total del proyecto, generando en consecuencia que cuando el proyecto entra en operación la gestión sea deficiente.

Esta dimensión implica el uso de los modelos BIM con el fin de prever o realizar las actividades y procesos de mantenimiento y operaciones, es decir, utilizar la información que están en el modelo BIM para gestionar el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados, además del control logístico y operacional del proyecto durante el uso y mantenimiento de la

vida útil, logrando la optimización de los procesos importantes tales como inspecciones, reparaciones, mantenimientos, etc.

El mantenimiento de un proyecto comienza inmediatamente después de su construcción y finaliza con su demolición. Mediante la séptima dimensión del BIM la información puede compartirse e intercambiarse entre las distintas partes interesadas, pudiendo implementarse a lo largo del tiempo, y no hay riesgo de pérdida de datos. La operación y mantenimiento de un proyecto conocido también como facility Management es el conjunto de operaciones relativas al mantenimiento y la gestión de todos los aspectos de un edificio existente: desde las instalaciones (eléctricas, hidráulicas, mecánicas) la vegetación, los sistemas de seguridad y vigilancia, la limpieza y desde la conservación de los niveles de rendimiento de los componentes del edificio hasta la eventual clausura del mismo. Para conseguir los máximos resultados en la forma de gestionar un activo, es necesario integrar el facility management con la metodología BIM. Debido a que al día de hoy la información con la que se trabaja es en entornos 2D procedente de la contratista que construyó el proyecto que en la mayoría de los casos la información está desactualizada. (KONSTRUEDU.COM, 2022)

### 3.3. Desarrollo del modelo Arquitectónico

Para poder implementar la metodología BIM en el diseño Arquitectónico del mercado Ticka Loma, se elaboró mediante el programa Revit, el cual nos permitió realizar el modelo 3D para poder observar la funcionalidad, los materiales, los espacios, etc., con el fin de que en un futuro se pueda realizar una gestión de mantenimiento de la infraestructura con los requerimientos de los vendedores. A continuación, se muestra gráficos del resultado.

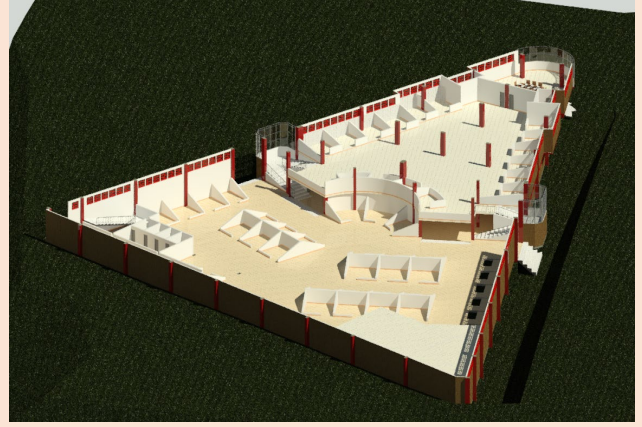
## Ilustración 6

### Modelo Arquitectónico

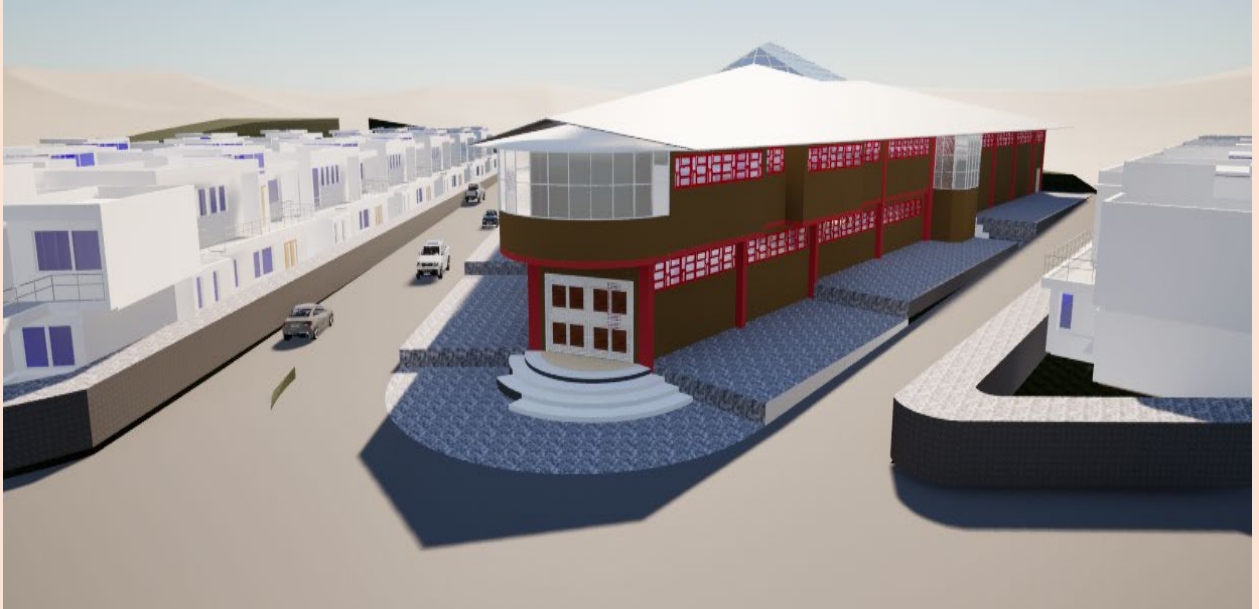
#### FOTOGRAFÍAS DEL MERCADO



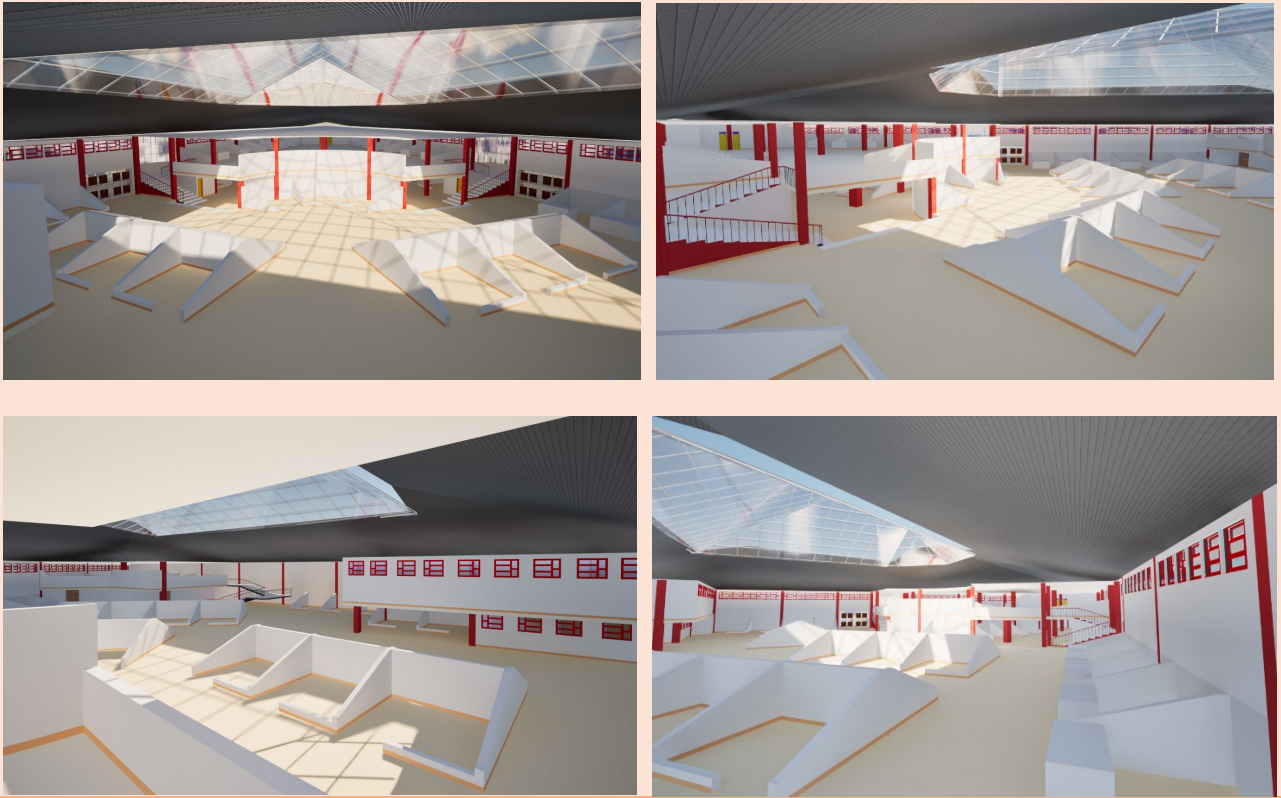
#### REVIT 3D



#### RENDERIZADO EXTERIOR



## RENDERIZADO INTERIOR



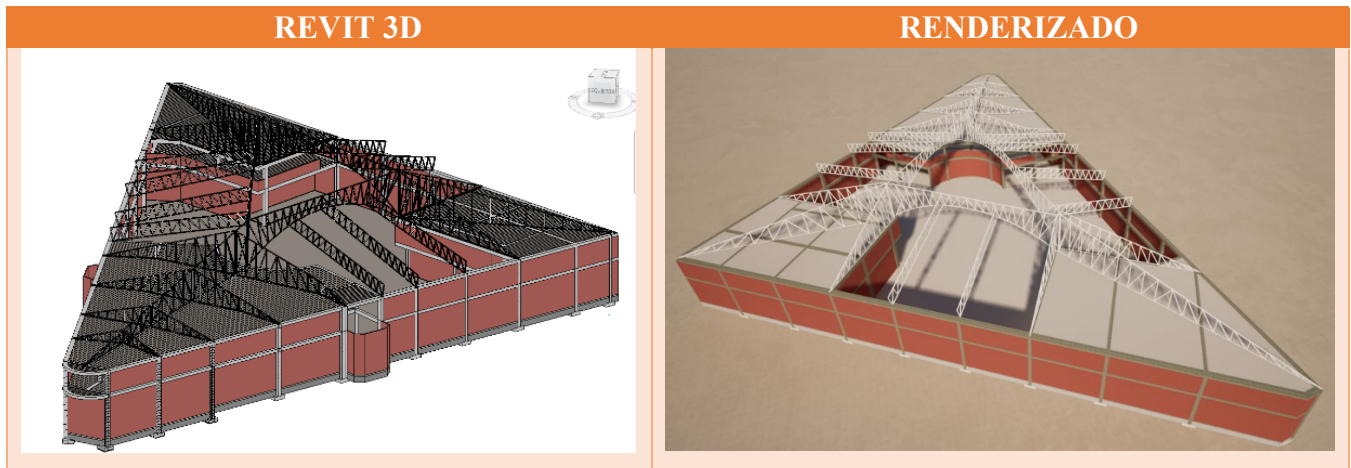
Fuente 81 Elaboración propia

### 3.4. Desarrollo del modelo Estructural

Para poder implementar la metodología BIM en el diseño Estructural del mercado Ticka Loma, se elaboró mediante el programa Revit, el cual nos permitió realizar el modelo 3D para poder observar los materiales, el cálculo estructural, etc., con el fin de que en un futuro poder realizar una gestión de mantenimiento de la infraestructura con los requerimientos de los vendedores. A continuación, se muestra gráficos del resultado.

## Ilustración 7

### Modelo Estructural



Fuente 11 Elaboración propia

#### 3.6. Beneficios del modelo

Implementar la metodología BIM mediante Revit, ofrece una serie de beneficios significativos en el proceso de diseño, construcción y gestión de proyectos arquitectónicos y estructurales. Revit facilita la integración de datos múltiples y disciplinas en un solo modelo, esto permite una colaboración más efectiva entre diferentes equipos de diseño y reduce los errores causados por la falta de coordinación.

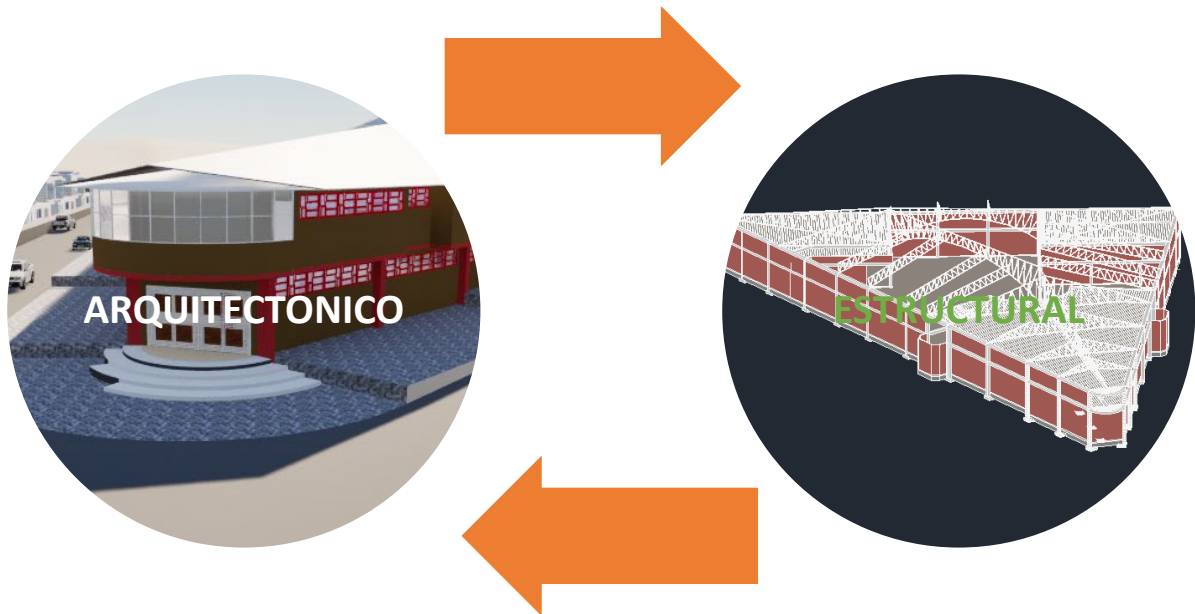
El modelo 3D generado en Revit proporciona una representación visual avanzada del proyecto, lo que permite comprender mejor el diseño y tomar decisiones informadas, asimismo facilita la gestión de cambios a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Los cambios realizados en el modelo se propagan automáticamente a todas las vistas y documentación realizadas, lo que garantiza que todos los documentos estén actualizados.

#### 3.7. Gestión y Mantenimiento

El presente trabajo representa un avance significativo en tal forma que se planifica, ejecuta y gestiona el ciclo de vida de la construcción, a continuación, se tiene un esquema del Mercado Ticka Loma.

## Esquema 6

### Gestión



Fuente 12 Elaboración propia

Se realiza un diseño Arquitectónico del Mercado Ticka Loma con todos los materiales correspondientes, posteriormente se elabora el diseño Estructural del Mercado Ticka Loma, para que en un futuro se pueda realizar una gestión y mantenimiento con las necesidades requeridas de los vendedores.

## **Conclusiones**

- Se ha demostrado que la metodología BIM ofrece beneficios significativos en términos de coordinación, eficiencia y calidad en proyectos de renovación y gestión de infraestructuras, lo que la convierte en una opción adecuada para el Mercado Ticka Loma.
- Se ha evaluado cómo la implementación de BIM puede adaptarse a las necesidades y condiciones específicas del mercado y del entorno urbano de Potosí, asegurando su relevancia y eficacia.
- Se ha identificado que el Mercado Ticka Loma enfrenta varios desafíos estructurales, operativos y de mantenimiento que justifican la necesidad de una renovación integral.
- Se ha reconocido el papel de la metodología BIM en la promoción de prácticas de construcción sostenible y la reducción del impacto ambiental en la renovación y gestión del mercado.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda elaborar un plan detallado que establezca los pasos y recursos necesarios para la implementación de BIM en la renovación del Mercado Ticka Loma, incluyendo objetivos, cronograma y presupuesto.
- Se recomienda involucrar activamente a comerciantes, autoridades locales, usuarios y profesionales de la construcción en el proceso de implementación de BIM, asegurando una participación significativa y la alineación de intereses.
- Se recomienda proporcionar capacitación y apoyo continuo al personal involucrado en el proyecto, garantizando que estén familiarizados con el uso efectivo de la metodología BIM.
- Se recomienda establecer mecanismos de monitoreo y evaluación para seguir de cerca el progreso de la implementación de BIM y realizar ajustes según sea necesario para garantizar su éxito a largo plazo.
- Se recomienda fomentar la colaboración entre todas las partes interesadas y promover la innovación en el diseño, la construcción y la gestión del mercado mediante el uso de la metodología BIM.

## Bibliografía

- ARCH DAILY*. (20 de NOVIEMBRE de 2019). Obtenido de <https://www.archdaily.cl/cl/928765/como-bim-puede-aumentar-la-eficiencia-al-renovar-edificios>
- AUTODESK*. (2024). Obtenido de <https://www.autodesk.es/solutions/bim>
- BUILDINGSMART*. (2024). Obtenido de [https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20\(BIM\)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes.](https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20(BIM)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes.)
- DOCUMENTOS*. (2022). Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32322/PG-8224.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HIBERUSBLOG*. (15 de AGOSTO de 2019). Obtenido de <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-bim-construccion/>
- ING. Y DESARROLLO EN LA NUEVA ERA*. (2022). Obtenido de [file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-IngenieriaYDesarrolloEnLaNuevaEra-880263%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-IngenieriaYDesarrolloEnLaNuevaEra-880263%20(1).pdf)
- KONSTRUEDU.COM*. (16 de DICIEMBRE de 2022). Obtenido de <https://konstruedu.com/es/blog/bim-en-la-operacion-y-mantenimiento-de-un-activo-construido-bim-7d>
- ROLDAN*. (MAYO de 2023). Obtenido de <https://roldanasociados.co/conservacion-y-mantenimiento-de-infraestructura/>
- UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONA*. (09 de FEBRERO de 2023). Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/384713>
- ZIGURAT*. (2022). Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32322/PG-8224.pdf?sequence=1&isAllowed=y>