

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA DETECTAR INCOMPATIBILIDADES  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS ALBERTO SÁNCHEZ,  
DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA - 2025**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. Marjorie Alexandra Osco Osnayo**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**TACNA – PERÚ**

**2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

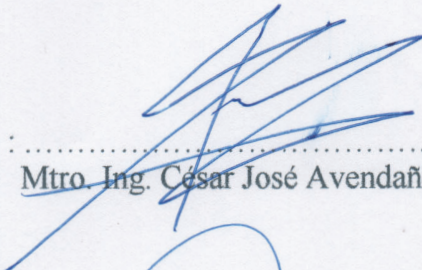
Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

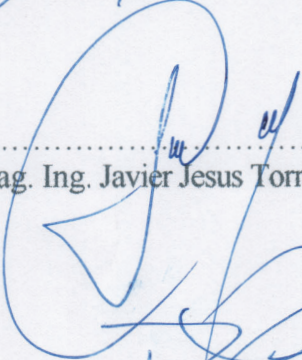
“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA DETECTAR  
INCOMPATIBILIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA LUIS ALBERTO SÁNCHEZ, DISTRITO CORONEL  
GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA - 2025”

Tesis sustentada y aprobada el día 04 de diciembre del 2025 estando  
integrado el Jurado Calificador por:

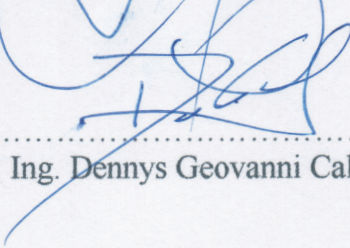
**PRESIDENTE**

  
Mtro. Ing. César José Avendaño Jihuallanga

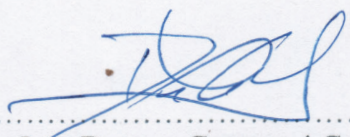
**SECRETARIO**

  
Mag. Ing. Javier Jesus Torres Mamani

**VOCAL**

  
Dr. Ing. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

**ASESOR DE TESIS**

  
Dr. Ing. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Dr. Dennys Geovanni Calderón Paniagua, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 387-2025-FIAG/UNJBG del 20 de agosto del 2025, de la Tesis titulada: "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA DETECTAR INCOMPATIBILIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS ALBERTO SÁNCHEZ, DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA - 2025". Presentado por la Bach. Marjorie Alexandra Osco Osnayo, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 05%. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciada líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para optar el título profesional de Ingeniero Civil, para su publicación en el Repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención de título profesional.

Tacna, 16 de octubre del 2025



**FIRMA ASESOR**

Nombres y apellidos: Dr. Ing. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

DNI: 70082745



**FIRMA AUTOR**

Nombres y apellidos: Marjorie Alexandra Osco Osnayo

DNI: 76383059



## **DEDICATORIA**

*El siguiente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios por ser mi fortaleza en mis momentos más difíciles.*

*A mi madre por su apoyo constante e incondicional.*

*Por último, a mí misma por ser perseverante, resiliente y fuerte a pesar de las circunstancias.*

*Marjorie Alexandra*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por no abandonarme nunca en este largo camino.*

*A mi familia por brindarme aliento y ánimos cuando más lo necesité.*

*A mi asesor por su apoyo constante en la realización de esta tesis.*

*Marjorie Alexandra*

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo demostrar la eficacia de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la detección de incompatibilidades entre las distintas especialidades de estructuras, arquitectura y de instalaciones del proyecto de construcción de la Institución Educativa Luis Alberto Sánchez, ubicada en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, región Tacna. A través del desarrollo de un modelo tridimensional coordinado, se buscó anticipar errores comunes en la fase de diseño que podrían generar sobrecostos, retrasos o problemas constructivos durante la ejecución de la obra.

Desde una perspectiva social, esta investigación contribuye a mejorar la infraestructura educativa pública, garantizando espacios seguros y funcionales para estudiantes y docentes, además de optimizar el uso de los fondos públicos. En términos económicos, se valida que la metodología BIM permite reducir significativamente los costos asociados a reprocesos y errores de diseño. Técnica y metodológicamente, se concluye que la implementación del modelado 3D facilitó la detección de una gran variedad de incompatibilidades en el proyecto de la I.E. Luis Alberto Sánchez, las cuales no hubieran sido fácilmente identificables mediante métodos tradicionales. Esta evidencia respalda la necesidad de implementar BIM en futuros proyectos públicos en la región de Tacna como herramienta clave para la modernización del sector construcción.

El estudio se centra en la identificación de interferencias entre disciplinas mediante la coordinación BIM, y propone recomendaciones para mejorar la planificación integral de infraestructuras educativas. Las hipótesis planteadas se confirman al evidenciar que el modelado en 3D permite detectar eficazmente incompatibilidades, resaltando la importancia y aplicabilidad de la metodología BIM en proyectos públicos de infraestructura.

Palabras clave: Metodología BIM, incompatibilidades, infraestructura educativa.

## **ABSTRACT**

The present research aims to demonstrate the effectiveness of the BIM (Building Information Modeling) methodology in detecting incompatibilities among the different specialties of structures, architecture, and installations in the construction project of the Institución Educativa Luis Alberto Sánchez, located in the Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa district, Tacna region. Through the development of a coordinated three-dimensional model, the study sought to anticipate common design-phase errors that could generate cost overruns, delays, or construction issues during project execution.

From a social perspective, this research contributes to improving public educational infrastructure, ensuring safe and functional spaces for students and teachers, while also optimizing the use of public funds. From an economic standpoint, it validates that the BIM methodology significantly reduces costs associated with rework and design errors. Technically and methodologically, it is concluded that the implementation of 3D modeling facilitated the detection of a wide range of incompatibilities in the I.E. Luis Alberto Sánchez project, which would not have been easily identifiable through traditional methods. This evidence supports the need to implement BIM in future public projects in the Tacna region as a key tool for the modernization of the construction sector.

The study focuses on identifying interferences between disciplines through BIM coordination and proposes recommendations to improve the comprehensive planning of educational infrastructure. The hypotheses raised are confirmed by demonstrating that 3D modeling effectively detects incompatibilities, highlighting the importance and applicability of the BIM methodology in public infrastructure projects.

**Keywords:** BIM methodology, incompatibilities, educational infrastructure.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
<b>1.1 Descripción De La Realidad Problemática</b>	6
<b>1.2. Formulación Del Problema</b>	7
<b>1.3. Objetivos</b>	7
<b>1.3.1. Objetivo General</b>	7
<b>1.3.2. Objetivos Específicos</b>	8
<b>1.4. Justificación e Importancia</b>	8
<b>1.5. Limitaciones y Alcances</b>	10
<b>1.6. Hipótesis</b>	10
<b>1.6.1. Hipótesis principal</b>	10
<b>1.6.2. Hipótesis secundaria</b>	10
<b>1.7. Sistema de Variables, Dimensiones e Indicadores</b>	11
<b>1.7.1. Variable independiente</b>	11
<b>1.7.2. Variable dependiente</b>	11
MARCO TEÓRICO	13
<b>2.1. Antecedentes De La Investigación</b>	13
<b>2.1.1. Antecedentes Internacionales</b>	13
<b>2.1.2. Antecedentes Nacionales</b>	14
<b>2.2 Bases Teóricas</b>	17
<b>2.2.1 Metodología BIM</b>	17
<b>2.2.1.1. Definición de BIM</b>	17

<b>2.2.1.2. Historia del BIM</b>	18
<b>2.2.1.3. Beneficios de la aplicación de la metodología BIM</b>	18
<b>2.2.1.4. Evolución de la utilización del BIM en el sector construcción</b>	19
<b>2.2.1.5. Dimensiones de la metodología BIM</b>	19
<b>2.2.2 Incompatibilidades en la construcción</b>	20
<b>2.2.2.1. Definición de incompatibilidades</b>	20
<b>2.2.2.2. Incompatibilidades en los expedientes técnicos</b>	20
<b>2.2.2.3. Principales incompatibilidades en la construcción de infraestructuras educativas</b>	20
<b>2.2.2.4. Dimensiones de las incompatibilidades en la construcción</b>	21
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	25
<b>3.1. Metodología y Técnicas Utilizadas</b>	25
<b>3.1.1. Tipo De Investigación</b>	25
<b>3.1.2. Diseño De Investigación</b>	25
<b>3.2. Población Y Muestra</b>	25
<b>3.2.1. Población</b>	25
<b>3.2.2. Muestra</b>	26
<b>RESULTADOS</b>	27
<b>4.1. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados</b>	27
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	37
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	39
<b>6.1. Conclusiones</b>	39
<b>6.2. Recomendaciones</b>	40
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	41

ANEXOS	46
Anexo 01. Matriz de consistencia	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Modelado de Cimentaciones.....	31
Figura N°02: Modelado de Estructuras .....	31
Figura N°03: Modelado de Instalaciones Sanitarias (SS.HH.).....	32
Figura N°04: Modelado de Instalaciones Eléctricas.....	32
Figura N°05: Columnetas CA-01 en plano de Estructuras del Módulo Ñ.....	34
Figura N°06: Plano de Arquitectura del Módulo Ñ.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Operacionalización de Variable Independiente.....	11
Tabla N°02: Operacionalización de Variable Dependiente .....	12
Tabla N°03: Cuadro de Ventanas del Módulo Ñ.....	34

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción De La Realidad Problemática

A nivel internacional, la metodología BIM ha revolucionado la industria de la construcción, optimizando procesos y mejorando la sostenibilidad de los proyectos. En países como Chile, su integración ha sido clave para avanzar hacia la construcción sostenible, como lo demuestra la colaboración entre la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y la Auckland University of Technology (AUT) de Nueva Zelanda. Este proyecto busca alinear la normativa chilena con estándares internacionales de edificación sustentable, promoviendo el uso de BIM y la construcción modular para reducir el impacto ambiental. La digitalización y la implementación de tecnologías avanzadas en el sector de la construcción han permitido mejorar la eficiencia en la gestión de recursos, minimizando errores y tiempos de ejecución (PUCV, 2024). Estas iniciativas reflejan una tendencia global hacia infraestructuras más inteligentes y sostenibles, donde BIM juega un papel fundamental en la transformación de la industria.

A nivel nacional, en los últimos años, el uso de la metodología BIM en el Perú ha ido en constante crecimiento, impulsado por la necesidad de modernizar los procesos de diseño y construcción en el sector público y privado. Diversas instituciones han comenzado a adoptar esta metodología para mejorar la eficiencia en la planificación y gestión de infraestructuras, alineándose con tendencias internacionales. Un ejemplo reciente es la implementación del Modelo BIM en la Municipalidad Provincial de San Martín, presentada por la alcaldesa Lluni Perea Pinedo, en colaboración con la Dirección General de la Programación Multianual de Inversiones (DGPMI-MEF). Este avance busca optimizar recursos y mejorar la calidad de los proyectos a través de modelos digitales, consolidando así el BIM como una herramienta clave para la modernización del país (Plataforma del Estado Peruano, 2025).

A nivel local La implementación de la metodología BIM en Tacna es clave para optimizar la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura, garantizando mayor

eficiencia en costos, tiempos y calidad. En una ciudad en constante crecimiento, la modernización de las metodologías de construcción es fundamental para impulsar su desarrollo sostenible. Un ejemplo de la importancia de esta innovación es la reciente construcción de la nueva infraestructura de la Escuela Superior de Formación Artística Pública Francisco Laso, una obra esperada por más de 20 años y que beneficiará a más de 400 estudiantes. Con una inversión de más de 24 millones de soles y un plazo de ejecución de 330 días, este proyecto representa un hito para la educación artística en la región (Plataforma del Estado Peruano, 2024). La adopción de BIM en iniciativas de esta magnitud permitiría optimizar la gestión de recursos, mejorar la precisión en la planificación y minimizar errores durante la ejecución, asegurando infraestructuras más eficientes y funcionales para la comunidad tacneña.

## **1.2. Formulación Del Problema**

### **1.2.1. Problema principal**

- ¿Cómo la Aplicación de la Metodología BIM podría detectar incompatibilidades durante el proceso constructivo de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna?

### **1.2.2. Problemas secundarios**

- ¿Cómo el modelo en 3D servirá para detectar las incompatibilidades en el proyecto de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna?
- ¿De qué manera los resultados obtenidos con la metodología BIM evidenciarán las incompatibilidades de la I.E. Mariscal Cáceres de la región Tacna?
- ¿Cómo evaluar con la metodología BIM las incompatibilidades encontradas en la construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la Región Tacna?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Aplicar la Metodología BIM para detectar incompatibilidades en la construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa en la región Tacna.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Idealizar un modelo 3D para detectar incompatibilidades que existen en el proyecto de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna.
- Determinar las incompatibilidades con los resultados obtenidos con la Metodología BIM durante el proceso constructivo en la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna.
- • Evaluar las incompatibilidades detectadas mediante la metodología BIM para evidenciar su eficacia y resaltar la importancia de su implementación en la construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región de Tacna.

## **1.4. Justificación e Importancia**

### **1.4.1. Justificación social**

La justificación social de esta investigación se fundamenta en el impacto positivo que la aplicación de la metodología BIM tendrá en la comunidad educativa de la Institución Educativa Luis Alberto Sánchez y en el desarrollo urbano del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna. La detección temprana de incompatibilidades en la construcción permitirá garantizar una infraestructura segura, funcional y de calidad para los estudiantes y docentes, favoreciendo un ambiente óptimo para la enseñanza y el aprendizaje. Asimismo, al reducir errores y optimizar los recursos en la ejecución del proyecto, se fomentará una gestión más eficiente de los fondos públicos, beneficiando a la sociedad en general. La implementación de tecnologías innovadoras en la construcción de infraestructuras educativas también impulsa el desarrollo tecnológico en la región, promoviendo la modernización del sector y generando un impacto positivo en futuras obras públicas.

### **1.4.2. Justificación económica**

La metodología BIM (Building Information Modeling) se ha consolidado como una herramienta clave en la optimización de proyectos de

construcción al permitir la detección temprana de incompatibilidades entre distintas especialidades, reduciendo errores, costos y tiempos de ejecución. Estudios respaldan su eficacia en la prevención de conflictos constructivos, mejorando la planificación y coordinación interdisciplinaria. En el ámbito educativo, la correcta ejecución de infraestructuras escolares es fundamental para garantizar espacios seguros y funcionales. En Tacna, la aplicación de BIM en proyectos públicos aún es limitada, por lo que esta investigación busca demostrar su impacto positivo en la construcción de la Institución Educativa Luis Alberto Sánchez, asegurando una mayor eficiencia y calidad en el proceso constructivo.

#### **1.4.3. Justificación técnica**

La justificación práctica de esta investigación radica en la necesidad de optimizar el proceso constructivo de la Institución Educativa Luis Alberto Sánchez mediante la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling). En la práctica, la detección temprana de incompatibilidades entre las especialidades arquitectónica, estructural y de instalaciones es crucial para evitar retrasos, sobrecostos y reprocesos durante la ejecución de la obra. Mediante el uso de modelos 3D inteligentes, se podrá anticipar y corregir errores antes de la fase de construcción, reduciendo costos innecesarios y mejorando la eficiencia en la planificación y ejecución del proyecto. La aplicación de BIM en este caso servirá como un referente para futuras infraestructuras educativas en Tacna, promoviendo la modernización y digitalización del sector de la construcción pública.

#### **1.4.4. Importancia de la investigación**

La importancia de este proyecto se basa en la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) para la detección de incompatibilidades en el diseño del proyecto de construcción de la Institución Educativa Luis Alberto Sánchez, ubicada en el distrito Coronel Gregorio

Albarracín Lanchipa, Tacna. Se desarrolla un modelo tridimensional que integra las distintas especialidades del proyecto, permitiendo identificar interferencias entre elementos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, con el fin de optimizar el diseño y reducir errores antes de la ejecución de obra. Asimismo, se propone una serie de recomendaciones orientadas a mejorar la coordinación entre disciplinas durante la etapa de planificación.

### **1.5. Limitaciones y Alcances**

La presente investigación tiene como alcance la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) para la detección de incompatibilidades en el diseño del proyecto de construcción de la Institución Educativa Luis Alberto Sánchez, ubicada en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna. Se desarrolla un modelo tridimensional que integra las distintas especialidades del proyecto, permitiendo identificar interferencias entre elementos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, con el fin de optimizar el diseño y reducir errores antes de la ejecución de obra. Asimismo, se propone una serie de recomendaciones orientadas a mejorar la coordinación entre disciplinas durante la etapa de planificación.

### **1.6. Hipótesis**

#### **1.6.1. Hipótesis principal**

- La aplicación de la Metodología BIM detectará incompatibilidades en la construcción del proyecto de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna.

#### **1.6.2. Hipótesis secundaria**

- Un modelo 3D nos permitirá detectar las incompatibilidades existentes en el proyecto de construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez.
- La Metodología BIM permitirá evidenciar las incompatibilidades en el proyecto de construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez.

- La evaluación de las incompatibilidades detectadas mediante la Metodología BIM evidenciarán la eficacia e importancia de su implementación en la construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez.

## 1.7. Sistema de Variables, Dimensiones e Indicadores

### 1.7.1. Variable independiente

#### Aplicación de la Metodología BIM.

Dimensiones:

- X<sub>1</sub> = Metodología BIM.
- X<sub>2</sub> = Análisis de los modelos.

### 1.7.2. Variable dependiente

#### Incompatibilidad en la construcción.

Dimensiones:

- X<sub>1</sub> = Identificación de los elementos que afectan el desarrollo del proceso constructivo mediante el método BIM
- X<sub>2</sub> = Influencia de los modelos en el sector de la construcción.

### 1.7.3. Operacionalización de variables

En la Tabla N° 01 y Tabla N° 02, se muestra la operacionalización de variables, contemplando los siguientes aspectos, variables, definición, dimensiones e indicadores.

**Tabla N°01:**

*Operacionalización de Variable Independiente*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala	Rango/medición
Aplicación de la Metodología BIM	Metodología BIM	Análisis y explicación de la relevancia del modelo BIM.	Ordinal	Cantidad de incompatibilidades

---

Análisis de los modelos. Modelado 3D de la infraestructura escolar.

---

*Fuente:* Elaboración Propia

**Tabla N°02:**

*Operacionalización de Variable Dependiente*

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Rango/medición</b>
Incompatibilidades de los modelos del proyecto	Identificación de los elementos que afectan el desarrollo del proceso constructivo mediante el método BIM.	Análisis de los aspectos favorables y desfavorables que afectan el desarrollo del proceso constructivo con la metodología BIM.	Ordinal	Cantidad de incompatibilidades
	Influencia de los modelos en el sector de la construcción.	Funcionalidad del modelado BIM.		

---

*Fuente:* Elaboración Propia

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes De La Investigación

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según Saldías (2010) en su tesis titulada “Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM” cuyo objetivo fue valorizar los potenciales beneficios de aplicar BIM y lograr una coordinación digital entre las especialidades de una obra de construcción contando con un tipo de investigación cuantitativa, de nivel descriptivo y su diseño no-experimental, concluyendo esta investigación que con la aplicación de la Metodología BIM se conseguirá un aumento en la calidad del producto construido, además se tiene que más del 40% del total de solicitudes de información emitidas que potencialmente inducen a atrasos se evitaron con BIM.

Además Salazar y Galindo (2018), en su artículo titulado “Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos constructivos: estudio de caso en Manizales (Colombia)” el cual fue publicado en la revista Espacios, tuvieron como investigación un caso de estudio que analiza el diseño de un conjunto de viviendas desarrollado por una empresa de mediana escala en una ciudad colombiana con creciente actividad constructiva en los últimos años, teniendo como conclusión que si bien se cree que el costo de adopción de BIM es el principal obstáculo para las pequeñas y medianas empresas de construcción, el análisis demuestra lo contrario. Además de la inversión en software, hardware y servidores, la metodología implica ajustes organizacionales, como la colaboración bajo normas estrictas en lugar de planes individuales, lo que puede afectar inicialmente la eficacia. Sin embargo, más allá de los costos, BIM ofrece ventajas en competitividad y crecimiento, lo que lo convierte en una estrategia beneficiosa a largo plazo.

Por otra parte, Aragón et al (2024), en su artículo titulado “Análisis del impacto del proceso de diseño de viviendas de interés social aplicando la metodología

BIM en la provincia de Pastaza, Ecuador” el cual fue publicado en la revista Technology Rain Journal en su investigación analizaron el impacto de la metodología BIM en el diseño de viviendas de interés social en Pastaza, Ecuador, enfocándose en la eficiencia y optimización de procesos en un contexto de recursos limitados y alta demanda habitacional. Mediante un enfoque mixto, que incluye encuestas y entrevistas a profesionales del sector, se encontró una percepción positiva hacia BIM, destacando mejoras en precisión, eficiencia, comunicación y colaboración entre equipos. Además, se evidenció su contribución a la satisfacción del cliente y a una mejor gestión del proceso constructivo. Se concluye que BIM es una herramienta clave para el futuro de la construcción en Ecuador, al mejorar la calidad y eficiencia en proyectos de vivienda social. Como líneas de investigación futuras, se propone analizar su impacto a largo plazo, evaluar su costo-beneficio e investigar su integración para mejorar la sostenibilidad y eficiencia energética en la construcción.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

En ese sentido Salinas y Ulloa (2014), en su artículo titulado “Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios” el cual fue publicado en la revista Sinergia e Innovación de la UPC, consideran que existe una creciente demanda en viviendas, por lo que las empresas del rubro construcción se han visto en la necesidad de aumentar la rapidez de sus procesos por lo que suelen presentarse deficiencias como lo son principalmente la falta de planos a detalle e incompatibilidades entre especialidades que repercuten en el proceso constructivo, por lo que ven necesario implementar la Metodología BIM para lograr un mejor enfoque de gestión de proyectos, con el objetivo de demostrar dichos beneficios presentaron las mejoras de la aplicación BIM en una empresa inmobiliaria y constructora, concluyendo que las ventajas obtenidas fueron eliminar desperdicios y obtener mayor índice de productividad mediante la mejora de la comunicación entre los involucrados, dependiendo el éxito de la implementación BIM en el enriquecimiento del modelo por parte de los involucrados y dándose 3 condiciones básicas como lo son establecer

políticas para esta nueva tecnología junto a capacitaciones, adecuación de los procesos y la aplicación de las herramientas adecuadas.

En adición Gala (2018), en su tesis titulada “Metodología BIM aplicada al Proyecto de Mejoramiento de los Servicios Complementarios en apoyo a la actividad Académica de la Facultad de Ciencias de la UNI para gestionar incompatibilidades” cuyo objetivo fue realizar el modelado del proyecto mediante softwares de Revit arquitectura, Revit estructura, Revit MEP, MS Project y Navisworks para obtener una simulación y gestionar sus incompatibilidades contando con un tipo de investigación descriptiva y su diseño no-experimental, sus resultados fueron 55 interferencias detectadas (8 interferencias de la especialidad de Estructuras, 12 interferencias de la especialidad de Arquitectura, 35 interferencias de la especialidad de Sanitarias), siendo que el 10% de ellas corresponden al tipo sustancial por lo que generarán cambios notables en el proyecto mientras que el resto de interferencias pueden ser resueltas sin ninguna modificación muy notable durante la ejecución de obra.

Por otro lado Palacios (2022) en su tesis titulada “Implementación de la metodología BIM en la identificación de incompatibilidades en el diseño de un edificio de 5 pisos en la ciudad de Huánuco, 2022” cuyo objetivo fue identificar los problemas de incompatibilidad de los planos de especialidades de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias en la etapa de diseño de un edificio de 5 pisos en la ciudad de Huánuco, contando con un tipo de investigación cuantitativa, de nivel descriptivo y su diseño no-experimental, concluyendo esta investigación con la presencia de un total de 20 interferencias entre especialidades, de las cuales el 10% pertenecen a la compatibilización de especialidades de Estructuras e Instalaciones Eléctricas, 35% a las compatibilización de especialidades de Estructuras e Instalaciones Sanitarias y 55% restante perteneciente a especialidades de Arquitectura y Estructuras.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Según Zabalaga (2021) en su tesis titulada “Implementación de un plan de ejecución BIM (PEB) en el Consorcio Victoria para la ejecución de proyectos, Tacna – 2021” cuyo objetivo fue proponer un Modelo de Plan de Ejecución BIM para implementarlo en el Consorcio Victoria para mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos, contando con un tipo de investigación descriptiva y diseño documental, concluyendo esta investigación que a partir del análisis de proyectos, se desarrolló un Plan de Ejecución BIM para mejorar la planificación, comunicación y estandarización documental en el Consorcio Victoria. Actualmente, su madurez BIM es inexistente (menos del 25% en la evaluación), pero podría alcanzar un nivel inicial con su implementación. El estudio de proyectos previos evidenció que los métodos tradicionales generaron actividades no presupuestadas, afectando la eficiencia. La adopción de BIM optimizaría la cuantificación, planos de post-construcción y la creación de un modelo As-Built, mejorando la operación y mantenimiento. Además, se propusieron diagramas de flujo y procesos BIM para futuros proyectos.

Asimismo Tacora y Rivera (2020) en su tesis titulada “Aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la ciudad de Tacna, 2020” cuyo objetivo fue determinar la influencia del BIM para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales, contando con un tipo de investigación aplicada de diseño no experimental, concluyendo que la aplicación de la metodología BIM es viable y efectiva, permitiendo solucionar el 92% de incompatibilidades en el proyecto “Centro Comercial Bohemias Tacneñas” y reduciendo en la misma proporción la cantidad de RFI, optimizando así la gestión de proyectos. A través de encuestas a 90 ingenieros civiles en Tacna, se identificó que solo el 5.56% tiene alto conocimiento de BIM y el 12.22% ha trabajado con esta metodología, aunque existe gran interés en su formación. Además, se determinó que la mayoría de los RFI o procesos de comunicación escrita en proyectos con BIM están relacionados con aprobación de cambios (49%) y aclaraciones (23%), siendo

Arquitectura (59%) y Estructuras (27%) las especialidades más afectadas. Finalmente, expertos validaron la propuesta BIM, confirmando su viabilidad para mejorar el diseño de centros comerciales en Tacna con un 95% de confianza.

De igual forma Palaco y Negrón (2024) en su tesis “La implementación de la metodología BIM para la reducción del tiempo en la elaboración de expedientes técnicos del distrito de Pocollay, Tacna, 2024” cuyo objetivo fue analizar la elaboración de expedientes técnicos en Pocollay, evaluando su tiempo de formulación. Además, desarrolla un modelado 3D en Revit para identificar interferencias en una edificación esencial y compara la metodología de diseño tradicional con BIM para evaluar sus diferencias y beneficios, concluyendo que la implementación de la metodología BIM permitió reducir en un 15% el tiempo de elaboración de expedientes técnicos en Pocollay (2022-2024), pasando de 60 a 51 días. El diagnóstico reveló deficiencias en la formulación de expedientes debido al uso de metodologías 2D, lo que prolongó la revisión y corrección de errores. El modelado 3D en Revit facilitó la detección de interferencias entre especialidades y mejoró la planificación de recursos. Comparado con el método tradicional, BIM demostró ventajas en precisión y eficiencia, con mejoras del 12.96% en arquitectura y estructuras, y un 154.6% en redes sanitarias.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Metodología BIM**

#### **2.2.1.1. Definición de BIM**

El Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa que se fundamenta en el uso de modelos digitales para la gestión integral de proyectos de construcción. Estos modelos no solo representan la geometría tridimensional de la obra, sino que también integran información técnica, económica, temporal y de operación, generando un entorno de datos compartido que optimiza la coordinación interdisciplinaria (Eastman et al., 2018). Según la ISO 19650-1 (2018), BIM constituye un proceso que organiza y digitaliza

la información de las construcciones a lo largo de todo su ciclo de vida, desde el diseño hasta la fase de mantenimiento.

### **2.2.1.2. Historia del BIM**

El origen del BIM se encuentra en los años setenta, cuando comenzaron a desarrollarse los primeros programas de CAD tridimensional, cuyo propósito era mejorar la representación geométrica de los proyectos. Sin embargo, estos sistemas resultaban limitados en cuanto a la integración de información asociada (Succar, 2009). A partir de la década de 1990, con el avance del software y la creciente necesidad de digitalización, se consolidó el concepto de BIM como un enfoque integral de gestión de la información en construcción (Azhar, 2011). Actualmente, se reconoce como un estándar internacional en numerosos países, los cuales han establecido normativas y estrategias nacionales para su implementación, como es el caso de la Estrategia Nacional BIM Perú 2030 (Gobierno del Perú, 2021).

### **2.2.1.3. Beneficios de la aplicación de la metodología BIM**

La adopción de BIM en el sector construcción ha demostrado ventajas significativas frente a los métodos tradicionales. Entre los beneficios más relevantes destacan:

- Mejora en la coordinación multidisciplinaria, al detectar tempranamente interferencias entre las especialidades (estructuras, arquitectura, instalaciones) (Azhar, 2011).
- Reducción de costos y tiempos, gracias a la minimización de reprocesos y a la optimización en la programación de obra (Eastman et al., 2018).
- Gestión centralizada de la información, que garantiza trazabilidad y actualizaciones en tiempo real.

- Sostenibilidad, al facilitar simulaciones energéticas y evaluaciones de impacto ambiental (Wong & Zhou, 2015).
- Mejor operación y mantenimiento de la infraestructura, puesto que la información queda disponible durante todo el ciclo de vida (ISO, 2018).

#### **2.2.1.4. Evolución de la utilización del BIM en el sector construcción**

El BIM ha transitado de ser una herramienta opcional de diseño a convertirse en un requisito normativo en diversas regiones. En países como Reino Unido, Finlandia y Singapur, su uso es obligatorio en proyectos públicos (Succar, 2009). En el contexto peruano, su implementación aún es incipiente, pero se encuentra en expansión, impulsada por políticas estatales que buscan mejorar la eficiencia y transparencia en la ejecución de obras públicas. En este sentido, la Estrategia Nacional BIM Perú 2030 establece una hoja de ruta para estandarizar su uso en el país, con énfasis en proyectos de infraestructura educativa, sanitaria y de transporte (Gobierno del Perú, 2021).

#### **2.2.1.5. Dimensiones de la metodología BIM**

El BIM se estructura en distintas dimensiones que enriquecen progresivamente la información del modelo:

- 3D: Modelado geométrico de la obra.
- 4D: Vinculación con la programación temporal del proyecto.
- 5D: Asociación de costos y presupuestos.
- 6D: Incorporación de datos relacionados con la sostenibilidad y eficiencia energética.
- 7D: Gestión del ciclo de vida de la edificación, operación y mantenimiento.

- Estas dimensiones permiten un abordaje integral, generando un flujo de información continuo y confiable para los distintos actores involucrados en el proyecto (Eastman et al., 2018).

## **2.2.2 Incompatibilidades en la construcción**

### **2.2.2.1. Definición de incompatibilidades**

Las incompatibilidades en la construcción son discrepancias, interferencias o conflictos que se presentan entre los diferentes elementos de un proyecto, afectando su diseño, ejecución o funcionamiento. Estas pueden manifestarse como errores en la superposición de instalaciones, contradicciones entre planos y memorias, o deficiencias normativas que impiden el cumplimiento de estándares de seguridad y calidad (Love et al., 2011).

### **2.2.2.2. Incompatibilidades en los expedientes técnicos**

En el caso de los expedientes técnicos, las incompatibilidades surgen cuando existe falta de articulación entre planos, metrados, memorias descriptivas y especificaciones técnicas. Una deficiente preparación del expediente puede ocasionar ampliaciones de plazo, sobrecostos y litigios contractuales (Kerzner, 2022). En el Perú, el Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2014) establece parámetros técnicos que buscan reducir estas deficiencias, aunque en la práctica la revisión de expedientes sigue siendo un punto crítico.

### **2.2.2.3. Principales incompatibilidades en la construcción de infraestructuras educativas**

En proyectos de infraestructura educativa, las incompatibilidades suelen tener mayor impacto, ya que afectan la funcionalidad de los espacios destinados al aprendizaje. Entre las más comunes se encuentran:

- Superposición de instalaciones eléctricas e hidráulicas con elementos estructurales.

- Diseños arquitectónicos que no cumplen criterios de accesibilidad universal.
- Errores en la ubicación de columnas o muros que reducen la flexibilidad de los ambientes.
- Deficiencias en las condiciones de ventilación, iluminación y seguridad que contradicen las normativas del sector educación (Olivieri & Zavala, 2019).

#### **2.2.2.4. Dimensiones de las incompatibilidades en la construcción**

Las incompatibilidades en la construcción pueden clasificarse en varias dimensiones:

- Técnica: errores de diseño y cálculo estructural.
- Documental: contradicciones entre planos, metrados y memorias.
- Constructiva: dificultades surgidas durante la ejecución de la obra.
- Normativa: incumplimiento de reglamentos o estándares de calidad.
- Operativa: limitaciones que afectan la funcionalidad y mantenimiento de la infraestructura.

El abordaje de estas dimensiones desde una perspectiva integral permite implementar estrategias de prevención y control. En este sentido, la aplicación de metodologías como BIM resulta crucial, ya que facilita la detección temprana de interferencias antes de la construcción (Love et al., 2011).

### **2.3. Marco Conceptual**

- **Expediente Técnico**

El Expediente Técnico es un conjunto de documentos con información técnica esencial para garantizar la correcta ejecución de una obra (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

- **Obra**

La obra de construcción se puede definir como cualquier proyecto o trabajo que involucre la edificación, remodelación o demolición de estructuras e infraestructuras (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

- **Planos**

Es una representación gráfica en dos dimensiones, elaborada a una escala específica, que muestra las características de un terreno, una ciudad, una maquinaria, una edificación u otros elementos.

- **Incompatibilidad**

Las incompatibilidades ocurren cuando hay una representación gráfica incorrecta en los planos, lo que genera contradicciones dentro de la misma especialidad o similitudes entre los detalles de un elemento y otros planos. La detección de estas interferencias se realiza de manera sistemática a través de programas especializados (CAPECO, 2014).

- **Edificación**

Proceso de construcción de una estructura permanente en un terreno, destinada a brindar un espacio para el desarrollo de actividades humanas. Incluye tanto las instalaciones fijas como los elementos complementarios que forman parte de la edificación (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

- **Infraestructura**

Tipo de obra que incluye la construcción de infraestructura vial, líneas ferroviarias, servicios públicos, equipamientos y otras estructuras (Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, 2023).

- **Interoperabilidad**

Habilidad para compartir datos mediante software BIM, estandarizando el flujo de trabajo y optimizando la automatización de los procesos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La interoperabilidad puede apoyarse en formatos cerrados de propietarios, abiertos de propietarios o no propietarios (Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, 2023).

- **Software Revit**

Revit, desarrollado y comercializado por Autodesk, es un software avanzado que permite el modelado tridimensional de diversas disciplinas, como arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias y eléctricas. Una de sus principales ventajas es la capacidad de vincular modelos mediante un punto base, lo que permite que cualquier cambio realizado en uno se actualice automáticamente y en tiempo real en los demás. Además, Revit es uno de los programas más utilizados para la implementación de la metodología BIM.

- **Modelo 3D**

Modelo digital en tres dimensiones que almacena información sobre objetos mediante el uso de un software especializado (Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, 2021).

- **BIM**

El Modelado de la Información para la Construcción (Building Information Modelling, BIM) es una metodología de trabajo colaborativo que permite gestionar de manera eficiente la información en proyectos de inversión pública. Se basa en la creación de un modelo digital por parte de los actores involucrados, facilitando la planificación a largo plazo, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de la infraestructura. Su objetivo es proporcionar una fuente de datos fiable que respalde la toma de decisiones en todas las etapas del proyecto (Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, 2021).

- **Rol BIM**

Los roles BIM son las funciones asignadas a una o más personas en la ejecución de una inversión utilizando BIM, funciones que no existían en el enfoque tradicional. No representan una nueva disciplina ni un nuevo cargo, sino la asunción de responsabilidades específicas dentro del proceso de Gestión de la Información BIM. En este proceso, la parte que designa es quien recibe la información sobre las prestaciones de la parte designada principal. En el sector público, esta parte será siempre la entidad que solicita la prestación. Por su parte, la parte designada principal

es responsable de coordinar y gestionar la información entre el equipo de ejecución al que pertenece y la parte que designa (Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, 2023).

- **Coordinador BIM**

Según la Guía Nacional BIM, el coordinador BIM es responsable de coordinar la elaboración y calidad de los contenedores de información, asegurando el cumplimiento de los requisitos de la inversión en conjunto con el Gestor BIM. Debe verificar la disponibilidad de información de referencia y recursos compartidos, supervisar la calidad del modelo y proponer soluciones a interferencias. Además, garantiza que la información producida sea apta para su uso en el entorno de datos comunes (CDE). Dependiendo de la magnitud del proyecto, pueden existir varios coordinadores BIM, asignados a distintas especialidades dentro del equipo de trabajo (Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, 2023).

- **Modelador BIM**

Según la Guía Nacional BIM, el modelador BIM es responsable de desarrollar el modelo de información según los requisitos de la parte que designa, en coordinación con el equipo de trabajo y el coordinador BIM. Su labor incluye la producción de contenedores de información conforme a las normas del proyecto y el LOIN requerido. Además, participa en el control de calidad, realizando ajustes según las revisiones del coordinador BIM. Dependiendo de la magnitud del proyecto, pueden asignarse varios modeladores BIM, distribuidos por especialidad según la estrategia del gestor BIM.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Metodología y Técnicas Utilizadas

##### 3.1.1. Tipo De Investigación

Este estudio se enmarca dentro de la investigación aplicada, la cual se describe como una extensión de la investigación básica, ya que utiliza y aplica sus conocimientos para generar resultados prácticos (Esteban, 2018). En este caso, se busca aplicar los principios de la metodología BIM para identificar incompatibilidades en el proyecto de la infraestructura educativa.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se emplean mediciones numéricas y análisis estadístico inferencial para evaluar las variables del estudio y comprobar las hipótesis planteadas (Cárdenas, 2018).

Asimismo, el nivel de la investigación es descriptivo, pues se analizan los datos obtenidos a partir de las variables establecidas, permitiendo formular hipótesis que caractericen el objeto de estudio (Mousalli, 2015).

##### 3.1.2. Diseño De Investigación

El diseño de la investigación fue cuasi-experimental, ya que las variables analizadas no fueron asignadas de manera aleatoria (Cárdenas, 2018).

#### 3.2. Población Y Muestra

##### 3.2.1. Población

Se define como población de estudio a el grupo de individuos o elementos sobre los cuales se busca obtener información en una investigación (Mucha et al, 2021), para la presente investigación la población será la I.E. Luis Alberto Sánchez.

### **3.2.2. Muestra**

Se define la muestra como una porción o subconjunto de la población en la que se llevará a cabo la investigación. Existen diversos métodos para determinar su tamaño, como el uso de fórmulas, principios lógicos y otros procedimientos. La muestra debe ser representativa de la población para garantizar resultados precisos (Mucha et al, 2021). La muestra que necesitaríamos será el módulo Ñ que pertenece al nivel Secundario y cuenta con tres pisos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

##### 4.1.1. Primer Objetivo Específico

Respecto a las actividades realizadas para dar cumplimiento al **primer objetivo específico**: Idealizar un modelo 3D para detectar incompatibilidades que existen en el proyecto de la IE Luis Alberto Sánchez en la región de Tacna, se tiene que: se tiene que se procedió a la construcción digital del módulo de secundaria “Ñ” de tres niveles, a partir de la información contenida en los planos del expediente técnico. El proceso incluyó la modelación de las cimentaciones, estructuras de concreto armado, así como las redes de instalaciones sanitarias y eléctricas. Esta labor permitió transformar la información bidimensional en un modelo tridimensional integrado, el cual sirvió como base para visualizar con mayor claridad la disposición espacial de cada especialidad y anticipar zonas de conflicto que en planos 2D no resultan evidentes. De esta manera, la idealización del modelo BIM no solo constituyó un ejercicio de representación, sino una herramienta de análisis proactivo orientada a la prevención de incompatibilidades.

Para cumplir con este objetivo se ejecutaron los siguientes pasos:

- **Levantamiento de información:** Se recopilaron los planos arquitectónicos, estructurales, sanitarios y eléctricos del expediente técnico.
- **Selección del software BIM:** Se eligió la herramienta de modelado (Autodesk Revit) por su versatilidad en integrar múltiples especialidades en un mismo entorno.
- **Modelado de cimentaciones:** Se representaron zapatas, sobrecimientos y elementos de fundación, asegurando la correspondencia con los planos estructurales.

- **Modelado estructural:** Se incorporaron columnas, vigas y losas de concreto armado, estableciendo una base sólida para la coordinación con otras disciplinas.
- **Modelado de instalaciones sanitarias y eléctricas:** Se trazaron redes principales y secundarias, cuidando la conexión de puntos de consumo y descargas.
- **Integración del modelo:** Se consolidaron las especialidades en un modelo 3D único, lo que permitió visualizar la interacción espacial de los elementos.

Con este proceso se consiguió pasar de un enfoque bidimensional a un modelo tridimensional integral, herramienta clave para detectar posibles interferencias no perceptibles en la documentación original.

#### 4.1.2. Segundo Objetivo Específico

Por su parte, respecto a las acciones realizadas para dar cumplimiento al **segundo objetivo específico:** Determinar las incompatibilidades con los resultados obtenidos con la metodología BIM durante el proceso constructivo de la IE. Luis Alberto Sánchez en la región de Tacna, se tiene que el cumplimiento de este objetivo se llevó a cabo mediante la siguiente secuencia:

- **Revisión interdisciplinaria:** Se evaluaron de manera conjunta las especialidades modeladas para verificar la coherencia entre ellas.
- **Registro de incompatibilidades:** Se documentaron los conflictos encontrados, clasificándolos según su especialidad (estructural, sanitaria, eléctrica).
- **Análisis de causas:** Se estableció que muchas incompatibilidades tenían origen en la falta de coordinación en la etapa de diseño y en la ausencia de un entorno colaborativo previo.

Los resultados evidenciaron incompatibilidades lo que demuestra el valor del BIM para anticipar conflictos antes de la ejecución física.

#### 4.1.3. Tercer Objetivo Específico

De igual forma, en relación a las acciones realizadas para dar respuesta al **tercer objetivo específico**: Evaluar las incompatibilidades detectadas mediante la metodología BIM para evidenciar su eficacia y resaltar la importancia en su implementación en la Construcción de la IE Luis Alberto Sánchez en la región de Tacna, se tiene que: los conflictos encontrados fueron sistematizados y clasificados en función de su naturaleza técnica y documental, valorando además su posible repercusión en el desarrollo del proyecto. Se determinó que varias de las incompatibilidades podían generar sobrecostos por trabajos adicionales, retrasos en la ejecución del cronograma e incluso limitaciones si no eran corregidas. El análisis permitió comprobar que el uso de BIM resulta altamente eficaz para mitigar riesgos constructivos, pues facilita la identificación temprana de errores y ofrece alternativas de solución antes de iniciar la ejecución física de la obra.

Para este objetivo se realizaron los siguientes pasos:

- **Clasificación de incompatibilidades:** Se agruparon en incompatibilidades técnicas (choques estructurales, sanitarios y eléctricos) y documentales (diferencias entre planos y modelo).
- **Simulación de escenarios:** Se evaluaron alternativas de solución desde el modelo, considerando modificaciones de diseño que no alteren la estabilidad estructural ni la funcionalidad pedagógica.
- **Análisis de beneficios:** Se determinó que la corrección temprana de las incompatibilidades mediante BIM evita costos adicionales y reduce riesgos constructivos.

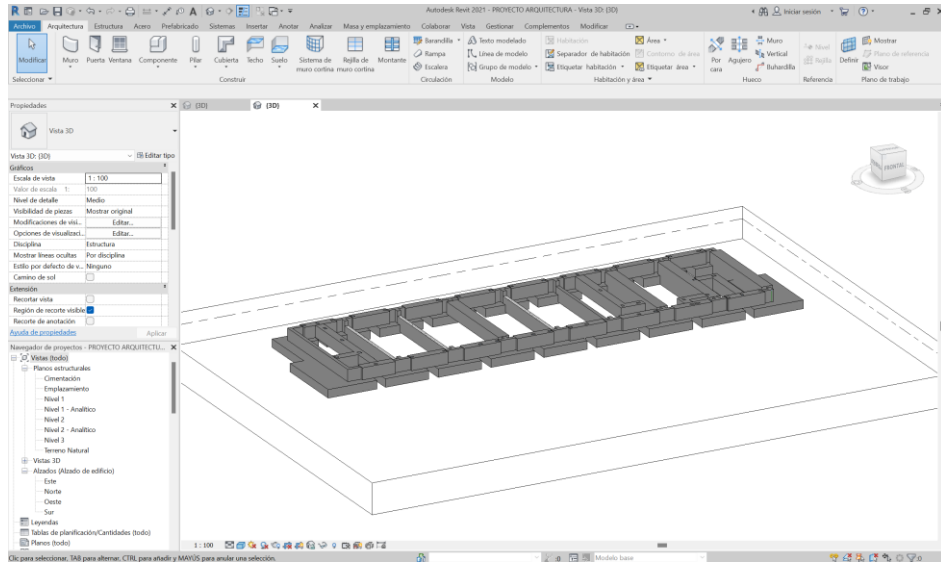
Este proceso permitió demostrar la eficacia de la metodología BIM como herramienta de control y prevención, pues garantiza una mejor planificación y ejecución del proyecto educativo.

#### **4.1.4. Objetivo General**

Finalmente, considerando lo previsto en el **objetivo general**: Aplicar la metodología BIM para detectar incompatibilidades en la construcción de la IE. Luis Alberto Sánchez en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa en la región Tacna, se tiene que la investigación demostró que el modelado tridimensional de las especialidades en un entorno BIM constituye una estrategia fundamental para mejorar la planificación, reducir incertidumbres y optimizar el uso de recursos en proyectos de infraestructura educativa. El desarrollo del modelo permitió no solo detectar incompatibilidades y evaluarlas en su impacto técnico y económico, sino también poner en evidencia la importancia de institucionalizar la metodología BIM en la gestión de obras públicas en el Perú, especialmente en el sector educación, donde la calidad y seguridad de los espacios escolares resulta determinante para el bienestar y aprendizaje de los estudiantes.

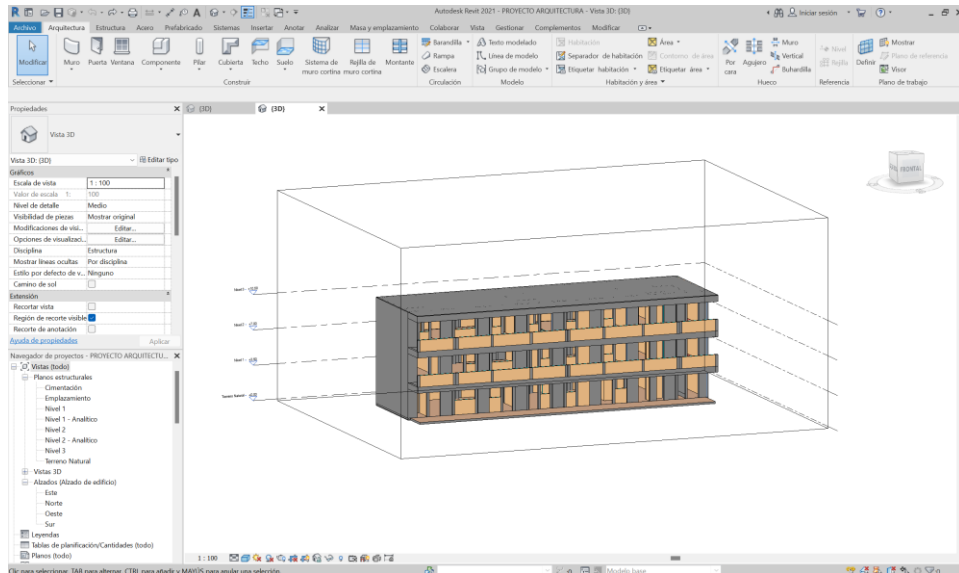
Se realizó el modelamiento de Estructuras, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas del Módulo Ñ del Nivel Secundario el cual consta de 3 pisos, se hizo uso del Software Revit 2021 y se contó con información del Expediente Técnico de la I.E. Luis Alberto Sánchez.

**Figura N°01:**  
*Modelado de Cimentaciones*



*Fuente: Elaboración Propia*

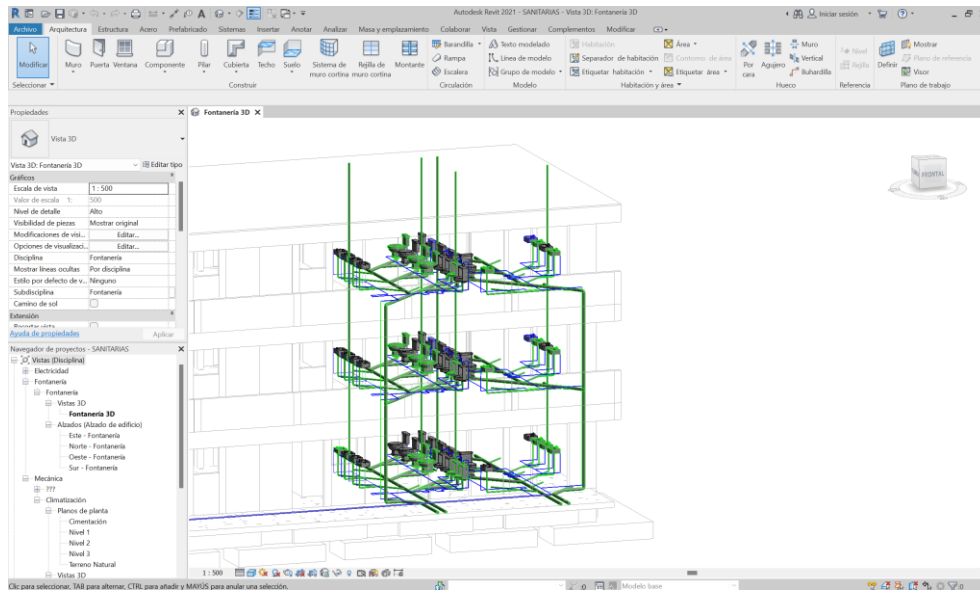
**Figura N°02:**  
*Modelado de Estructuras*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura N°03:**

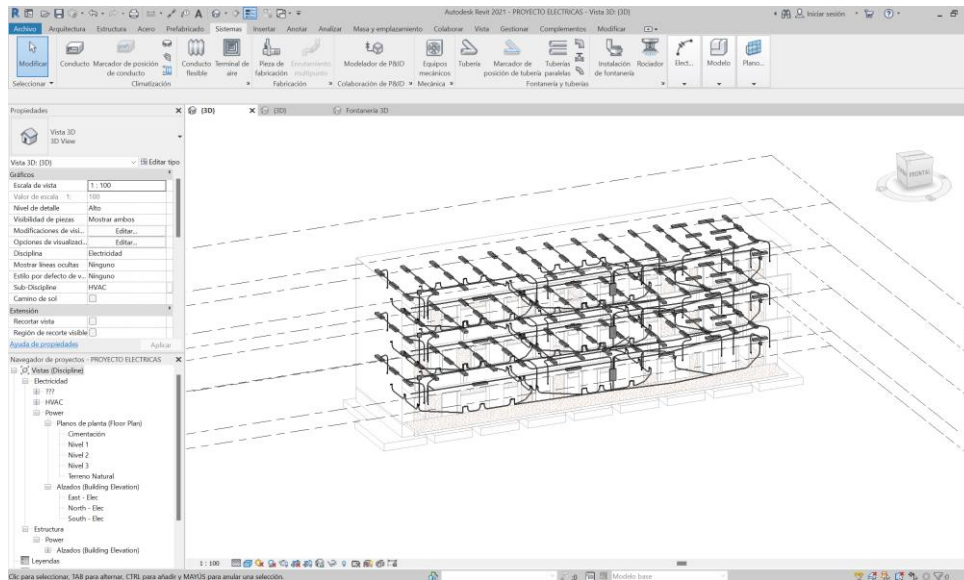
*Modelado de Instalaciones Sanitarias (SS.HH.)*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura N°04:**

*Modelado de Instalaciones Eléctricas*



*Fuente: Elaboración Propia*

Con el modelado del Módulo Ñ en cada especialidad (Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias y Eléctricas) se procedió al análisis de incompatibilidades mediante la metodología BIM, con el objetivo de detectar anticipadamente posibles conflictos que podrían afectar la correcta ejecución de la obra. El ejercicio permitió identificar los siguientes hallazgos:

**a. Diferencias menores en medidas estructurales**

Al comparar los planos de Estructuras con los de Arquitectura, no se detectaron incompatibilidades significativas en cuanto a dimensiones generales de elementos estructurales (muros, vigas, columnas y placas). Las variaciones encontradas son del orden de algunos centímetros, diferencias que no representan un impacto constructivo relevante, ya que se encuentran dentro de las tolerancias comunes en obra.

**Fundamento técnico:** según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y estándares de control de calidad en construcción, variaciones menores ( $\pm 2$  a 3 cm) en el replanteo o en la representación gráfica son usuales y se corrigen en la etapa de replanteo topográfico y ejecución sin comprometer la estabilidad estructural ni la funcionalidad arquitectónica.

**Conclusión:** No representan incompatibilidades críticas, pero se recomienda mantener un registro de estas diferencias para el control de obra.

**b. Columnetas CA-1 no representadas en Arquitectura**

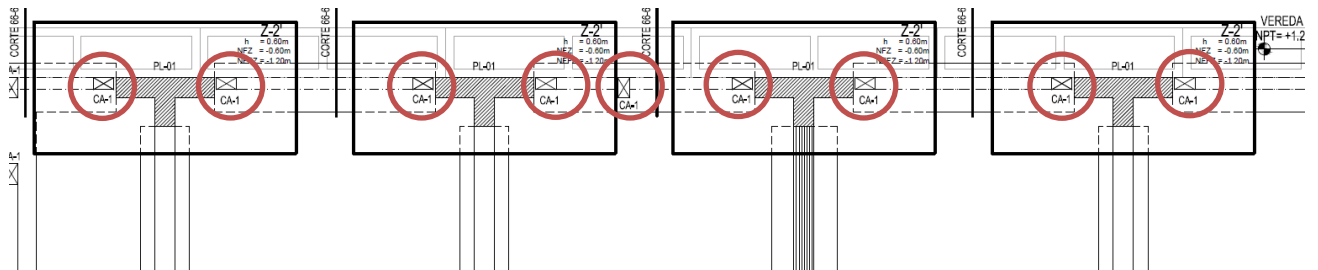
Se identificó que las columnetas CA-1 (0.25 x 0.15 m) consideradas en los planos estructurales del módulo Ñ no aparecen representadas en los planos de Arquitectura en ninguno de los tres niveles. Sin embargo, dichas columnetas sí están incluidas en los metrados de la especialidad de estructuras.

Este desfase genera un problema evidente: en los planos arquitectónicos se han proyectado ventanas con un ancho de 2.70 m, sin considerar que a ambos lados existen columnetas que reducen el espacio disponible. Esto implica que, en obra, las

medidas de los vanos de ventanas deberán ser ajustadas para adaptarse a la retícula estructural.

**Figura N°05:**

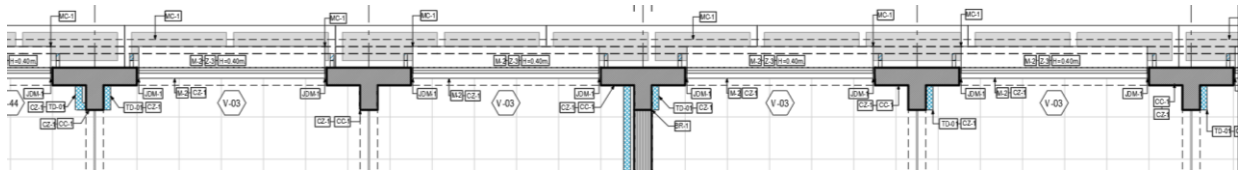
*Columnetas CA-01 en plano de Estructuras del Módulo Ñ*



*Fuente: Expediente Técnico, Plano de Estructuras E.Ñ.01*

**Figura N°06:**

*Plano de Arquitectura del Módulo Ñ*



*Fuente: Expediente Técnico, Plano de Arquitectura A-NS-01*

**Tabla N°03:**

Cuadro de Ventanas del Módulo Ñ

MODULO Ñ - CUADRO DE VENTANAS					DESCRIPCION DE VANO
COD	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	CANT.	
V-03	2.70	1.75	1.10	28	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-04	2.70	1.45	1.40	8	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-05	2.70	0.85	2.00	3	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-07	2.43	1.75	1.10	4	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-08	2.43	1.45	1.40	1	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-10	2.43	0.85	2.00	3	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-12	2.40	1.60	0.60	3	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-19	2.10	1.60	0.60	1	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-20	2.00	1.65	1.10	1	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-29	1.72	1.60	0.60	1	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-33	1.53	1.75	1.10	5	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-36	1.50	1.45	1.40	17	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM
V-41	1.25	1.75	1.10	1	VENTANA CORREDIZA TIPO SISTEMA, CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM

*Fuente:* Expediente Técnico, Plano de Arquitectura A-NS-01

**Impacto constructivo y funcional:**

- Puede producir replanteos forzados en obra, generando retrasos y reprocesos.
- Implica modificación de carpinterías metálicas o de aluminio (ventanas y marcos), lo que incrementa costos de fabricación.
- Puede generar descoordinación en los pedidos de ventanas ya adquiridas si no se actualizan los planos a tiempo.

**Propuesta de solución:**

- Coordinar entre arquitectura y estructuras la representación de todas las columnetas en planos arquitectónicos, incluso aquellas de sección reducida.
- Ajustar las medidas de las ventanas en los planos de arquitectura, reflejando la modulación real de los ejes estructurales.
- Generar un detalle constructivo de vano con columneta lateral, indicando la nueva dimensión útil de las ventanas y el tipo de acabado (enlucido o falso marco).

**c. Compatibilidad con Instalaciones Sanitarias**

En la especialidad de Instalaciones Sanitarias, no se encontraron incompatibilidades relevantes. Las tuberías principales y secundarias han sido proyectadas atravesando tabiques de drywall TD-4 (E=0.10 m, una cara, resistentes a la humedad, pintados con látex en 2 manos) según lo indicado en los planos de arquitectura.

Esto asegura que las tuberías no interfieren con elementos estructurales como placas, columnas, vigas o muros portantes, lo que es una de las principales fuentes de conflictos en edificaciones educativas.

**Fundamento técnico:** al enmarcar las instalaciones en tabiques ligeros (drywall), se facilita el montaje, mantenimiento y reemplazo de tuberías sin afectar la estabilidad del edificio. Además, el uso de drywall RH (resistente a la humedad) en zonas de SS.HH. responde a las exigencias del RNE para ambientes húmedos.

**Conclusión:** la coordinación entre arquitectura y sanitarias ha sido correcta; no se evidencian incompatibilidades que puedan generar reprocesos o impactos en obra.

**d. Compatibilidad con Instalaciones Eléctricas**

En lo que respecta a la especialidad de Instalaciones Eléctricas, no se han encontrado incompatibilidades relevantes. Las canalizaciones, ductos y tableros eléctricos han sido proyectados en espacios que no interfieren con elementos estructurales, ni se detectaron conflictos con la distribución arquitectónica.

**Fundamento técnico:** el modelado BIM permitió verificar que las canalizaciones eléctricas se desarrollan en falsos cielos rasos, tabiques ligeros y ductos previstos en el diseño arquitectónico, evitando cruces con vigas y placas. Asimismo, los tableros eléctricos están ubicados en áreas accesibles y no coinciden con muros estructurales, lo cual garantiza tanto la factibilidad constructiva como la seguridad operacional.

**Conclusión:** la especialidad eléctrica se encuentra correctamente coordinada con las demás disciplinas, sin necesidad de ajustes significativos.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el análisis de incompatibilidades del Módulo Ñ evidencian que la metodología BIM cumple un rol determinante en la detección temprana de errores de coordinación entre especialidades. El hallazgo más relevante fue la ausencia de las columnetas CA-1 en los planos arquitectónicos, a pesar de estar consideradas en los planos estructurales y metrados. Esta omisión generaba un desajuste en las dimensiones de los vanos de ventana, pues en arquitectura se proyectaban elementos de 2.70 m de ancho sin considerar la modulación real de los ejes estructurales. De no haberse identificado este conflicto en la fase de diseño, se hubieran producido ajustes en obra, afectando la programación, el presupuesto y la calidad de los acabados.

Este resultado coincide con lo planteado en la literatura especializada, que señala que la mayor parte de los sobrecostos en proyectos de edificación se debe a deficiencias de coordinación y a la falta de revisión integral en etapa de diseño. En este sentido, el modelado BIM permitió anticipar dichos problemas, asegurando la coherencia entre arquitectura y estructuras y promoviendo decisiones oportunas para la modificación de vanos y carpinterías.

Por otro lado, la revisión de las especialidades de instalaciones sanitarias y eléctricas no evidenció incompatibilidades significativas. En el caso de sanitarias, el diseño planteado en tabiques de drywall con resistencia a la humedad resultó ser una estrategia adecuada, pues permitió la correcta ubicación de las tuberías sin interferir con elementos portantes. Del mismo modo, en instalaciones eléctricas, la ubicación de ductos en falsos cielos rasos y tabiques no portantes aseguró la factibilidad de montaje y mantenimiento, reduciendo la probabilidad de interferencias con vigas o placas estructurales.

Estos hallazgos confirman que la implementación de BIM favorece no solo la identificación de incompatibilidades, sino también la validación de decisiones arquitectónicas y técnicas que optimizan la construcción. La capacidad de visualizar y coordinar múltiples disciplinas en un modelo único se traduce en beneficios concretos como reducción de reprocesos, mejora en la calidad del diseño y mayor eficiencia en el uso de recursos.

Finalmente, el estudio reafirma la pertinencia de incorporar la metodología BIM en proyectos de infraestructura educativa, ya que permite garantizar espacios funcionales y seguros, además de contribuir a una gestión eficiente de la inversión pública.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- La implementación de la metodología BIM en el análisis del Módulo Ñ permitió comprobar su eficacia como herramienta para la detección y gestión temprana de incompatibilidades entre las distintas especialidades. A diferencia de los métodos tradicionales, el modelado tridimensional proporcionó una visión integral del proyecto, lo que facilitó identificar posibles conflictos antes de la ejecución y, con ello, prevenir sobrecostos, retrasos y retrabajos que suelen presentarse en la etapa constructiva.
- La integración de arquitectura, estructuras e instalaciones dentro de un mismo entorno digital potenció la coherencia del diseño y la coordinación interdisciplinaria. Este proceso permitió visualizar de manera clara las interferencias entre elementos, evaluar distintas alternativas de solución y definir criterios de diseño más consistentes, lo cual incrementa la fiabilidad del proyecto y reduce el margen de incertidumbre en obra.
- Asimismo, los resultados evidencian que el uso de BIM repercute positivamente en la gestión de la inversión pública, pues al minimizar errores de diseño y optimizar la planificación se garantiza un uso más eficiente de los recursos económicos destinados a infraestructura educativa. Esto se traduce en beneficios sociales directos, al asegurar espacios seguros, funcionales y de mayor calidad para estudiantes y docentes.
- Finalmente, la experiencia obtenida demuestra que BIM no solo es una herramienta tecnológica, sino también un medio para modernizar el sector construcción. Su aplicación fomenta el trabajo colaborativo entre profesionales, eleva los estándares de calidad en la elaboración de proyectos y sienta las bases para una gestión más transparente y eficiente en el ámbito de la obra pública.

## 6.2. Recomendaciones

- Se recomienda incorporar la metodología BIM desde las etapas iniciales del diseño, de manera que las decisiones arquitectónicas, estructurales y de instalaciones se tomen con información completa y coordinada. La anticipación de posibles conflictos en esta fase temprana permitirá reducir modificaciones posteriores y garantizar mayor precisión en los metrados y presupuestos.
- Del mismo modo, resulta necesario establecer protocolos claros de coordinación interdisciplinaria. La implementación de revisiones periódicas del modelo mediante procesos, acompañadas de reuniones de trabajo colaborativo, permitirá documentar cada incompatibilidad identificada y asegurar que las soluciones adoptadas se integren en el modelo final.
- Otra recomendación importante es promover la capacitación continua de los profesionales involucrados en el uso de herramientas BIM. La tecnología, por sí sola, no garantiza resultados; se requiere personal competente que domine tanto los aspectos técnicos del modelado como las metodologías de gestión colaborativa. De esta manera, se fortalecerá la calidad de los proyectos y la fiabilidad de la información generada.
- Finalmente, se sugiere extender la aplicación de BIM a futuros proyectos públicos, especialmente en el ámbito educativo. Los resultados alcanzados en el Módulo Ñ constituyen evidencia de los beneficios que ofrece esta metodología, por lo que su incorporación como estándar en la gestión de la construcción pública contribuiría a optimizar recursos, mejorar la calidad de la infraestructura y consolidar la modernización del sector.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón León , R. J., Ávila Calle , M. B., & Toledo, J. F. (2024). *Análisis del impacto del proceso de diseño de viviendas de interés social aplicando la metodología BIM en la provincia de Pastaza, Ecuador. Technology Rain Journal*, 3(2).  
<https://doi.org/10.55204/trj.v3i2.e53>
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Cárdenas, J. (2018). *Investigación Cuantitativa*. Programa de Posgrado en Desarrollo Sostenible y Desigualdades Sociales en la Región Andina.
- Choclán Gámez, F., Soler Severino, M. y González Márquez R. (2014). Introducción a la Metodología BIM. *Research Gate*.  
[https://www.researchgate.net/publication/284159764\\_INTRODUCCION\\_A\\_LA\\_METODOLOGIA\\_BIM](https://www.researchgate.net/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM)
- CAPECO. (2014). Protocolos BIM. En Capeco, Protocolos BIM. Lima.
- Chávez Ñaupari, F. P. D. y Toledo Pineda, J. A. (2018). *Optimización del planeamiento y control de un proyecto inmobiliario, a través de LPS y un modelo BIM para el secuenciamiento e identificación de restricciones*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). Wiley.

- Esteban Nieto, N. (2018). *Tipos de Investigación. Repositorio Institucional – UDG*.  
[oai:repositorio.unisdg.edu.pe:USDG/34](https://repositorio.unisdg.edu.pe/USDG/34)
- Gala Huamanchahua, E. C. (2018). *Metodología BIM aplicada al proyecto de Mejoramiento de los Servicios Complementarios en apoyo a la actividad académica de la Facultad de ciencias de la UNI para gestionar incompatibilidades*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24345>
- Gobierno del Perú. (2021). *Estrategia Nacional BIM Perú 2030*. Ministerio de Economía y Finanzas.
- ISO. (2018). *ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles*. International Organization for Standardization.
- Kerzner, H. (2022). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (13th ed.). Wiley.
- Love, P. E., Edwards, D. J., & Han, S. (2011). Bad apple theory of human error and building information modeling: A systemic model for construction rework. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(11), 943–952.  
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000377](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000377)
- McGraw-Hill Construction. (2012). *The Business Value of BIM in North America: MultiYear Trend Analysis and User Rating*. McGraw-Hill Construction.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (04 de Noviembre de 2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2365098/04%20G.040%20DEFINICIONES\\_RM%20N%C2%B0%20029-2021-VIVIENDA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2365098/04%20G.040%20DEFINICIONES_RM%20N%C2%B0%20029-2021-VIVIENDA.pdf)

- Mousalli-Kayat, G. (2015). Métodos y diseños de investigación cuantitativa. *Research Gate*.  
[https://www.researchgate.net/profile/GloriaMousalli/publication/303895876\\_Metodos\\_y\\_Disenos\\_de\\_Investigacion\\_Cuantitativa/links/575b200a08ae414b8e4677f3/Metodos-y-Disenos-de-Investigacion-Cuantitativa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/GloriaMousalli/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa/links/575b200a08ae414b8e4677f3/Metodos-y-Disenos-de-Investigacion-Cuantitativa.pdf)
- Mucha-Hospital, L. F., Chamorro-Mejía, R., Oseda-Lazo, M. E., & Alania-Contreras, R. D. (2021). *Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado*. *Desafíos*, 12(1), 50-57.  
<http://revistas.udh.edu.pe/index.php/udh/article/view/253e>
- NBS. (2013). *National BIM Report*. Newcastle: NBS National BIM Library.
- Olivieri, H., & Zavala, A. (2019). Incompatibilidades técnicas en expedientes de obras públicas en el Perú. *Revista de Ingeniería Civil*, 12(2), 45–56.
- Palacios Venancio, X. L. (2022). *Implementación de la metodología BIM en la identificación de incompatibilidades en el diseño de un edificio de 5 pisos en la ciudad de Huánuco, 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco].  
<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/3943>
- Palaco de la Torre, F. J. y Negrón Paredes, M. A. (2024). *La implementación de la metodología BIM para la reducción del tiempo en la elaboración de expedientes técnicos del distrito de Pocollay, Tacna, 2024*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Tacna].  
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3905>
- Plataforma del Estado Peruano (10 de diciembre de 2024). *GORE Tacna inicia construcción de nueva infraestructura de Esfap Francisco Laso*.  
<https://www.gob.pe/institucion/regiontacna/noticias/1072573-gore-tacna-inicia-construccion-de-nueva-infraestructura-de-esfap-francisco-laso>

Plataforma del Estado Peruano (31 de enero de 2025). *MPSM implementa el plan BIM*.

<https://www.gob.pe/institucion/munisanmartin/noticias/1102458-mpsm-implementa-el-plan-bim>

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (11 de noviembre de 2024). *Proyecto internacional analiza situación de Chile respecto a construcción sostenible*.

<https://www.pucv.cl/uuaa/proyecto-internacional-analiza-situacion-de-chile-respecto-a>

Poó Rubio, A. M., Rodríguez Martínez, J., Martínez Herrera, B. Á., Choclán Gámez, F., Corona Suarez, G. A., Salazar Ledesma, G. F., Sánchez Vicente, H., González Fajardo, J. A. d. J., Loría Arcila, J. H., Morris Laventman, J. A., Rodríguez Baeza Pereyra, J., Soler Severino, M., Medina Pacheco, M. A., Gómez Lara, M. d. L., Laguna Hernández, M., Zaragoza Griffé, N., Alcalá Certz, P. L., Solís Carcaño, R. G., Audeves Pérez, S. A., ..., Sosa Pedroza, T. E. (2018). *BIM en la construcción*. Obtenido de:

<https://hdl.handle.net/11191/5782>.

Salazar, M. y Galindo, J. (2018). *Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos constructivos: estudio de caso en Manizales (Colombia)*. *Espacios*.

Consultado de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n07/a18v39n07p24.pdf>

Saldías Silva, R. (2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Chile].

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103904>

Salinas, J. R. y Ulloa Román, K. A. (2014). *Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios*. *Sinergia E Innovación*, 2(1), 229-255.

Consultado de <http://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/212>

Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (2021). *Guía Nacional BIM - Gestión de la Información para inversiones desarrolladas con BIM*. [Archivo PDF].

[https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia\\_nacional\\_BIM.pdf](https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf)

Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (2023). *Guía técnica BIM edificaciones e infraestructura*. [Archivo PDF].

[https://www.investinperu.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/GUIAS\\_INVERSION/Guia-tecnica-BIM-para-edificaciones-e-infraestructura.pdf](https://www.investinperu.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/GUIAS_INVERSION/Guia-tecnica-BIM-para-edificaciones-e-infraestructura.pdf)

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

Tacora Mariaca, A. A. y Rivera Charca, M. E. (2020). *Aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la ciudad de Tacna, 2020*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Tacna].

<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1645>

Universidad de Chile. (2013). Encuesta BIM Chile.

Wong, J. K. W., & Zhou, J. (2015). Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. *Automation in Construction*, 57, 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.06.003a>

Zabalaga Cari, J. E. (2021). *Implementación de un plan de ejecución Bim (Peb) en el Consorcio Victoria para la ejecución de proyectos, Tacna – 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Tacna].

<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2074>

## **ANEXOS**

Definición del Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u></b> Aplicación de la Metodología BIM	<b>Tipo de Investigación</b> Aplicada
¿Cómo la Aplicación de la Metodología BIM podría detectar incompatibilidades durante el proceso constructivo de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna?	Aplicar la Metodología BIM para detectar incompatibilidades en la construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa en la región Tacna.	La aplicación de la Metodología BIM detectará incompatibilidades en la construcción del proyecto de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna.		
<b>Problema Específicos</b>	<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Hipótesis Especifica</b>	<b><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u></b> Incompatibilidad en la construcción	<b>Nivel de investigación</b> Cuantitativo
¿Cómo el modelo en 3D servirá para detectar las incompatibilidades en el proyecto de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna?  ¿De qué manera los resultados obtenidos con la metodología BIM evidenciarán las incompatibilidades de la I.E. Mariscal Cáceres de la región Tacna?  ¿Cómo evaluar con la metodología BIM las incompatibilidades encontradas en la construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la Región Tacna?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un modelo 3D para detectar incompatibilidades que existen en el proyecto de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna.</li> <li>Evidenciar las incompatibilidades con los resultados obtenidos con la Metodología BIM durante el proceso constructivo en la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región Tacna.</li> <li>Evaluar las incompatibilidades detectadas mediante la metodología BIM para evidenciar su eficacia y resaltar la importancia de su implementación en la construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez en la región de Tacna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un modelo 3D nos permitirá detectar las incompatibilidades existentes en el proyecto de construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez.</li> <li>La Metodología BIM permitirá evidenciar las incompatibilidades en el proyecto de construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez.</li> <li>La evaluación de las incompatibilidades detectadas mediante la Metodología BIM evidenciarán la eficacia e importancia de su implementación en la construcción de la I.E. Luis Alberto Sánchez.</li> </ul>		

Anexo 01. Matriz de consistencia

