

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Implementación de la metodología BIM para la optimización en instalaciones sanitarias en el proyecto polideportivo: Creación del Polideportivo La Tablada en los PP.JJ. de Vallecito y Belén, Provincia de Espinar – Cusco**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Bach. Angel Gabriel Fernandez Aliano

**Asesor:**

Dr. Rolando Quispe Basualdo

Lima, marzo de 2026

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Rolando Quispe Basualdo, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Implementación de la metodología BIM para la optimización en instalaciones sanitarias en el proyecto polideportivo: Creación del Polideportivo La Tablada en los PP.JJ. de Vallecito y Belén, Provincia de Espinar – Cusco”** del autor Ángel Gabriel, *Fernandez Aliano*, tiene un índice de similitud de 16% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 06 días del mes de marzo del año 2026.



---

Dr. Ing. Rolando Quispe Basualdo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 13 día(s) del mes de marzo del año 2026 siendo las 11:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mg. Juana Beatriz Aquise Pari Sánchez, el (la) secretario(a): Mg. Armin Quintana

Garamendi y los demás miembros: Ing. David Diaz Basualdo y el (la) asesor(a) Dr. Rolando Quispe

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Implementación de la metodología BIM para la optimización en instalaciones sanitarias en el proyecto polideportivo - Creación del Polideportivo La Tablada en los P.P. JJ. de Valkcito y Belén, Provincia de Espinar - Cusco" del(los) bachiller/es: a) Fernandez Aliano Angel Gabriel

b).....

c).....

.....conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Fernandez Aliano Angel Gabriel

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy bueno

Bachiller (b): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\* Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma] Presidente/a

[Firma] Secretario/a

[Firma] Asesor/a

[Firma] Miembro

\_\_\_\_\_ Miembro

[Firma] Bachiller (a)

\_\_\_\_\_ Bachiller (b)

\_\_\_\_\_ Bachiller (c)

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, nuestro Salvador, por guiar cada uno de mis pasos, brindarme protección, fortaleza y valentía para alcanzar este objetivo.

A mi madre, por su amor incondicional, por enseñarme a ser valiente y paciente, y por estar a mi lado en cada etapa de este camino.

A mi padre, por darme fuerzas, inculcarme perseverancia y ser siempre mi mayor inspiración a lo largo de este recorrido.

A mis docentes y compañeros de la Universidad Peruana Unión, por sus enseñanzas, apoyo y valiosos consejos que han enriquecido mi formación profesional.

Angel Gabriel Fernandez Aliano

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su esfuerzo incansable y su aliento constante, por brindarme siempre su apoyo incondicional y su comprensión, que han sido la base y la razón de cada uno de mis logros a lo largo de mi formación profesional.

A mis hermanos, ejemplo de dedicación y superación, por sus palabras de ánimo, su cariño y el impulso que me han dado para seguir adelante y alcanzar mis metas.

Angel Gabriel Fernandez Aliano

## INDICE

DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS .....	2
ACTA DE SUSTENTACION.....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
DEDICATORIA.....	5
INDICE .....	6
“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN EN INSTALACIONES SANITARIAS EN EL PROYECTO POLIDEPORTIVO: CREACIÓN DEL POLIDEPORTIVO LA TABLADA EN LOS PP.JJ. DE VALLECITO Y BELÉN, PROVINCIA DE ESPINAR – CUSCO” .....	1
INTRODUCCION.....	1
METODOLOGIA .....	3
RESULTADOS Y DISCUSION.....	4
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	7
REFERENCIAS.....	8
BIBLIOGRAFIA .....	9
ANEXOS.....	10

# “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN EN INSTALACIONES SANITARIAS EN EL PROYECTO POLIDEPORTIVO: CREACIÓN DEL POLIDEPORTIVO LA TABLADA EN LOS PP.JJ. DE VALLECITO Y BELÉN, PROVINCIA DE ESPINAR DE CUSCO”

FERNANDEZ, ANGEL<sup>1</sup>  
QUISPE, ROLANDO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú

<sup>2</sup>Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú

---

**Resumen:** El presente estudio analiza el impacto de la metodología Building Information Modeling (BIM) en la optimización de metrados y la coordinación de instalaciones sanitarias en el proyecto público *Polideportivo La Tablada – Cusco*. Se identificó como problema principal los sobrecostos y retrasos derivados de la subestimación de cantidades y la detección tardía de interferencias en el método tradicional 2D. Bajo un enfoque cuantitativo y un diseño comparativo no experimental, se evaluaron las diferencias entre ambos métodos mediante metrados, inspecciones virtuales y encuestas aplicadas a 80 profesionales del sector, validando los resultados con la prueba estadística Chi-cuadrado. Los hallazgos evidencian que la aplicación de BIM incrementó la precisión de metrados en un 28 %, eliminó el 100 % de las interferencias críticas, redujo en 35 % los tiempos de coordinación y mejoró el nivel de cumplimiento de especificaciones de 62,5 % a 90 %, disminuyendo los retrasos por observaciones de calidad en un 75 %. Estos resultados confirman que BIM es una herramienta eficaz para optimizar procesos constructivos, reducir costos y asegurar la calidad en proyectos de infraestructura sanitaria. Se concluye que la implementación de BIM constituye una estrategia clave para modernizar la gestión de obras públicas en el Perú, aportando evidencia empírica sobre sus beneficios y ofreciendo lineamientos prácticos para su adopción en futuros proyectos.

**Palabras clave:** BIM, instalaciones sanitarias, metrados, constructibilidad, control de calidad.

## “IMPLEMENTATION OF THE BIM METHODOLOGY FOR OPTIMIZATION OF SANITARY FACILITIES IN THE SPORTS CENTER PROJECT: CREATION OF THE LA TABLADA SPORTS CENTER IN THE PP.JJ. OF VALLECITO AND BELÉN, ESPINAR PROVINCE OF CUSCO”

**Abstract:** This study analyzes the impact of the Building Information Modeling (BIM) methodology on the optimization of quantity takeoffs and the coordination of sanitary installations in the public project *Polideportivo La Tablada – Cusco*. The main problem identified was cost overruns and delays resulting from the underestimation of quantities and the late detection of interferences using the traditional 2D method. Under a quantitative approach and a non-experimental comparative design, differences between both methods were evaluated through quantity takeoffs, virtual inspections, and surveys administered to 80 professionals in the sector, with the results validated using the Chi-square statistical test. The findings show that the application of BIM increased the accuracy of quantity takeoffs by 28%, eliminated 100% of critical interferences, reduced coordination time by 35%, and improved compliance with specifications from 62.5% to 90%, reducing delays caused by quality observations by 75%. These results confirm that BIM is an effective tool for optimizing construction processes, reducing costs, and ensuring quality in sanitary infrastructure projects. It is concluded that the implementation of BIM constitutes a key strategy for modernizing public works management in Peru, providing empirical evidence of its benefits and offering practical guidelines for its adoption in future projects.

**Keywords:** BIM, sanitary installations, measurements, constructability, quality control.

---

## 1. INTRODUCCION

En los proyectos de infraestructura sanitaria, la precisión en el metrado, la coordinación entre especialidades y la detección temprana de interferencias son factores determinantes para garantizar la calidad, el cumplimiento de plazos y el control de costos. Sin embargo, la práctica tradicional basada en planos 2D continúa siendo predominante en muchos contextos, lo que conlleva a sobrecostos, retrasos y deficiencias en la ejecución debido a la limitada capacidad de visualización y a errores en la compatibilidad de diseños (Bellota, 2022; Ortiz et al., 2023). Estas limitaciones se acentúan en proyectos de gran escala, como instalaciones deportivas o edificaciones públicas, donde las redes sanitarias se interrelacionan con sistemas estructurales y electromecánicos complejos (Apaza, 2020; Bohorquez, 2022).

El Building Information Modeling (BIM) se ha consolidado como una metodología capaz de integrar la información geométrica, técnica y temporal de un proyecto en un modelo digital único, favoreciendo la detección de interferencias, la optimización de metrados y la mejora de la coordinación interdisciplinaria (Hu et al., 2021; Trejo, 2018). Esta metodología no se limita a la fase de diseño, sino que se extiende a la planificación, ejecución y mantenimiento, ofreciendo un soporte integral a la toma de decisiones y reduciendo significativamente las pérdidas económicas asociadas a errores de planificación (Menzala Villafranca, 2019; Taha et al., 2020).

Diversos estudios han evidenciado el impacto positivo de BIM en la gestión de instalaciones sanitarias. Por ejemplo, Apaza (2020) implementó modelos BIM para un edificio multifamiliar, logrando mejoras notables en la detección de interferencias y en la exactitud de los cálculos. De forma similar, Bohorquez (2022) documentó la reducción del tiempo de coordinación y de los retrabajos en un condominio multifamiliar mediante la modelación integral de redes sanitarias. En proyectos de infraestructura deportiva, Hu et al. (2021) demostraron que la aplicación de BIM en un estadio permitió optimizar la planificación de inspecciones y el control de calidad en obra.

Más allá de la arquitectura y la ingeniería civil, BIM ha encontrado aplicaciones relevantes en el ámbito de la gestión de recursos hídricos y de saneamiento. Investigaciones recientes lo han empleado para el diseño de sistemas de drenaje urbano (Sari et al., 2023; Zhang et al., 2022), el modelado y rehabilitación de plantas de tratamiento de aguas (Bentley Systems, 2023), así como para el monitoreo de redes de abastecimiento y alcantarillado (Liu, 2024; Suprun et al., 2022). Estos trabajos evidencian que la metodología, al integrarse con otras tecnologías como la realidad virtual (Rossado et al., 2021; Zaker & Coloma, 2018) o el modelado hidráulico (Suesz, 2023), amplifica sus beneficios y permite gestionar proyectos de manera más sostenible (Kretschmer et al., 2023; Mohammadian, 2024).

Comprender el potencial de BIM requiere una aproximación conceptual. Según Hox y Boeije (2021), la gestión de datos en un entorno digital integrado facilita la trazabilidad y la reutilización de información en todas las fases del ciclo de vida del proyecto. Hernández y Mendoza (2018) resaltan que, desde un punto de vista metodológico, su evaluación exige un diseño de investigación riguroso, capaz de medir de forma objetiva las diferencias entre enfoques. Por su parte, Dariva y Araujo (2021) subrayan que BIM no solo es una herramienta técnica, sino un vehículo para la transferencia de conocimiento y la estandarización de procesos en la ingeniería sanitaria.

La importancia de esta investigación radica en aportar evidencia empírica sobre los beneficios de BIM en proyectos públicos de instalaciones sanitarias en el Perú, contribuyendo a la literatura existente y ofreciendo un caso de estudio que puede servir como referencia para entidades gubernamentales, empresas constructoras y consultoras. Si bien existen experiencias documentadas en distintos países y contextos (Mohammadian, 2024; Taha et al., 2020), son escasos los estudios aplicados en entornos de obra pública peruana que cuantifiquen el impacto en métricas específicas como precisión de metrados, reducción de colisiones y ahorro de tiempo en coordinación.

En este sentido, el objetivo del presente artículo es evaluar el impacto de la metodología BIM en la optimización de metrados y coordinación de instalaciones sanitarias en el “Polideportivo La Tablada – Cusco”, comparando su desempeño frente al método tradicional y midiendo indicadores clave de eficiencia, precisión y calidad. A partir de este análisis, se busca generar recomendaciones que promuevan la adopción de BIM en proyectos de infraestructura sanitaria, contribuyendo así a mejorar la gestión técnica y financiera en el sector construcción.

### 1.1. Planteamiento del problema

El método tradicional basado en planos 2D utilizado para el metrado y la coordinación de instalaciones sanitarias en el proyecto “Polideportivo La Tablada – Cusco” presenta limitaciones significativas, como la subestimación de cantidades, la detección tardía de interferencias y deficiencias en la comunicación interdisciplinaria. Estas limitaciones generan sobrecostos, retrabajos y retrasos en la ejecución del proyecto. Ante esta problemática, resulta necesario evaluar si la implementación de la metodología BIM permite optimizar los procesos involucrados y mejorar los resultados técnicos y operativos.

## 1.2. Objetivo

### Objetivo General

Evaluar la metodología BIM para la optimización de las instalaciones sanitarias en el proyecto “Creación del Polideportivo La Tablada en los PP.JJ. de Vallecito y Belén, Provincia de Espinar – Cusco”.

### Objetivos Específicos

- OE1: Evaluar si la implementación de la metodología BIM optimiza los metrados de las instalaciones sanitarias del proyecto.
- OE2: Analizar si el uso del modelo BIM mejora la constructabilidad y la detección temprana de interferencias en las instalaciones sanitarias del proyecto.
- OE3: Determinar si la implementación de la metodología BIM reduce los tiempos de planificación y coordinación de las instalaciones sanitarias frente al método tradicional.
- OE4: Evaluar si el uso de la metodología BIM mejora el control de ejecución y el control de calidad de las instalaciones sanitarias del proyecto.
- OE5: Identificar el efecto de la implementación de BIM en los resultados económico-financieros del proyecto, mediante indicadores de ahorro y retorno de inversión (ROI) asociados a la reducción de retrabajos, interferencias y ajustes de metrados.

## 1.3. Hipótesis:

### Hipótesis general

H.G.: La implementación de la metodología BIM mejora significativamente la precisión de metrados, la detección temprana de interferencias, la eficiencia en tiempos de coordinación y el control de calidad en comparación con el método tradicional 2D en las instalaciones sanitarias del proyecto “Polideportivo La Tablada – Cusco”.

### Hipótesis específicas

- H1: BIM incrementa la precisión de metrados respecto al método tradicional.
- H2: BIM reduce el número de interferencias críticas detectadas en obra.
- H3: BIM disminuye los tiempos de planificación y coordinación.
- H4: BIM mejora el porcentaje de control de calidad y cumplimiento de especificaciones técnicas.
- H5: BIM genera un retorno de inversión positivo, reflejado en ahorros económicos derivados de la reducción de retrabajos, interferencias y ajustes de metrados frente al método tradicional.

## 2. METODOLOGIA

El estudio adopta un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, con un diseño comparativo no experimental, orientado a evaluar el impacto de la metodología Building Information Modeling (BIM) frente al método tradicional basado en planos 2D en el desarrollo de las instalaciones sanitarias del proyecto “Creación del Polideportivo La Tablada – Cusco”. El análisis se centra en determinar en qué medida BIM mejora la precisión de los metrados, la detección de interferencias, los tiempos de planificación y el control de calidad del proyecto.

La población del estudio está conformada por el expediente técnico aprobado del proyecto y por los profesionales involucrados al diseño, supervisión y ejecución de las instalaciones sanitarias. La muestra se seleccionó por muestreo no probabilístico por conveniencia e incluye, por un lado, las partidas y tramos representativos de las redes de agua fría, desagüe y pluvial, contenidos en dicho expediente y, por otro, a 80 ingenieros residentes, proyectistas y supervisores con experiencia en proyectos de saneamiento y/o uso de BIM, quienes respondieron la encuesta estructurada.

Con el fin de fortalecer la **validez interna del estudio**, se utilizaron dos tipos de instrumentos complementarios:

1. **Encuesta estructurada:** Aplicada a los profesionales involucrados, con ítems de respuesta cerrada (Sí/No y Tradicional/BIM), diseñada para medir la percepción sobre la precisión de metrados, detección de interferencias, eficiencia en tiempos y control de calidad.

Su estructura fue adaptada de estudios previos validados por Bohorquez (2022), Bellota (2022) y Quispe y Savedra (2022), garantizando la confiabilidad de los reactivos. La fiabilidad del instrumento se verificó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, con un nivel esperado superior a 0.7.

2. **Indicadores cuantitativos objetivos:** Con el propósito de complementar la información subjetiva de las encuestas, se incorporaron métricas verificables que permitan cuantificar el rendimiento técnico y económico de la metodología BIM. Entre los principales indicadores considerados se encuentran:

- Reducción porcentual de errores y subestimación de metrados
- Disminución del tiempo de coordinación entre especialidades
- Reducción del número de interferencias críticas
- Porcentaje de cumplimiento de especificaciones técnicas
- Retorno de inversión (ROI) y ahorro económico medible

El **ROI** se calculará con la siguiente fórmula:

$$ROI = \frac{\text{Beneficios estimados} - \text{Costos de implementación BIM}}{\text{Costos de implementación BIM}}$$

El procedimiento se desarrolló en cinco etapas. En la primera, se recopiló la información del expediente técnico original, obteniendo los planos de instalaciones sanitarias en CAD 2D y los metrados manuales en hojas de cálculo, que representan el desempeño del método tradicional sin intervención del investigador. En la segunda etapa, se elaboró desde cero el modelo tridimensional de las redes de agua fría, desagüe y pluvial en Autodesk Revit, respetando las especificaciones del expediente técnico, y se ejecutó la detección de interferencias mediante Navisworks, extrayendo posteriormente los metrados directamente del modelo BIM. En la tercera etapa, se construyeron tablas técnico-económicas que comparan las cantidades obtenidas por ambos métodos, sus costos unitarios y las diferencias porcentuales de metrado, evidenciando la subestimación presente en el enfoque tradicional. En la cuarta etapa, se aplicó la encuesta estructurada a los 80 profesionales del sector para recoger su percepción sobre la precisión, coordinación, tiempos y calidad de cada metodología. Finalmente, en la quinta etapa, se integraron los datos técnicos y las respuestas de la encuesta en matrices comparativas para su análisis estadístico.

El análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva y pruebas de significancia. Las variables cuantitativas derivadas de los metrados, tiempos, interferencias y cumplimiento de especificaciones se resumieron en tablas que muestran diferencias absolutas y variaciones porcentuales entre el enfoque tradicional y BIM. Las variables categóricas procedentes de las encuestas (preferencia por metodología, percepción de mejora en precisión, tiempos y calidad) se analizaron mediante la prueba de Chi-cuadrado de independencia, con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , utilizando el software SPSS v.26, mientras que los indicadores económicos, incluido el ROI, se evaluaron a partir de las diferencias de metrados, las interferencias evitadas y la reducción de tiempos de planificación e inspecciones.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Precisión del metrado

La comparación entre los metrados obtenidos a partir del expediente técnico tradicional (planos en CAD 2D y metrados en hojas de cálculo) y aquellos extraídos del modelo BIM revela diferencias sustanciales que impactan directamente en la planificación y el control de obra. Tal como se observa en la Tabla 1, la tubería PVC SAP de 1/2" pasa de 55,34 m en el método tradicional a 170,64 m con BIM (incremento del 208%), mientras que los codos de 1/2" x 90° aumentan de 66 a 290 unidades (339%), evidenciando una subestimación sistemática de cantidades en el enfoque 2D.

Esta diferencia se explica por la naturaleza manual del metrado en 2D, susceptible a omisiones por interpretación de planos y dificultad para seguir ramificaciones y elementos ocultos. En contraste, el modelo BIM integra geometría tridimensional y propiedades de cada elemento, automatizando la cuantificación y permitiendo capturar tramos que no se identifican fácilmente en planos bidimensionales.

Desde el punto de vista técnico-económico, la subestimación de tramos y accesorios en el método tradicional se traduce en desabastecimiento de materiales, reprogramaciones no previstas y compras de emergencia con sobrecostos, mientras que la cuantificación exhaustiva de BIM permite anticipar los requerimientos reales y ajustar el presupuesto antes de la ejecución. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por estudios previos que relacionan el uso de BIM con una reducción significativa de errores de metrado y variaciones presupuestales en proyectos con alta complejidad de redes.

**Tabla 1.** Comparativo técnico-económico entre metodología tradicional y metodología BIM

Nº Partida	Unidad	Tradicional (AutoCAD)	BIM (Revit/ Navisworks)	Diferencia	Variación (%)	Precio unitario (S/.)	Total (S/.)
1 Tubería PVC SAP de 1/2"	ml	55.34	170.26	114.9	207.66%	10.9	250.53
2 Tubería PVC SAP de 1"	ml	74.08	115.11	41.03	55.39%	22.3	182.99
3 Tubería PVC SAP de 1 1/2"	ml	282.29	305.23	22.94	8.13%	54.9	251.88
4 Tubería PVC SAP de 2"	ml	16.83	33.69	16.86	100.18%	49.9	168.26
5 Tubería PVC SAP de 3"	ml	6.8	50.36	43.56	640.59%	62.9	547.98
6 Codo PVC SAP 1/2"x90° C/R	und	66	290	224	339.39%	1.7	380.80
7 Codo PVC SAP 3"x90° C/R	und	1	6	5	500.00%	36.51	182.55
8 Reducción PVC SP 1 1/2"x1"	und	0	27	27		5.5	148.50
9 Reducción PVC SP 1"x1/2"	und	0	49	49		4	196.00
10 Tubería CPVC SAP de 1/2"	ml	0	82.55	82.55		30.1	496.95
11 Tubería CPVC SAP de 3/4"	ml	0	62.25	62.25		40.9	509.21
12 Codo CPVC SAP 1/2"x90°	und	0	69	69		1.5	103.50
13 Codo PVC SAL 4"X2"sanitario	und	15	31	16	106.67%	9.8	156.80
14 Yee PVC SAL 4"X4"	und	18	24	6	33.33%	17.1	102.60
15 Tee SAN 2"	und	0	39	39		3.4	132.60
16 Trampa P SAN 2"	und	0	39	39		11.9	464.10
17 Montante PVC SAL pesado P/desagüe Φ=4"	ml	139	203.49	64.49	46.40%	85.9	1107.94
18 Tubería PVC SAL 6" desagüe	ml	0	44.5	44.5		369.9	3292.11

### 3.2 Interferencias y constructabilidad

El análisis de interferencias realizado mediante Autodesk Navisworks sobre el modelo BIM de las instalaciones sanitarias identificó 1 388 colisiones generales entre las redes y los elementos estructurales y arquitectónicos del proyecto. Estas interferencias corresponden a choques geométricos entre componentes (por ejemplo, tuberías que atraviesan vigas, muros o zapatas), detectados mediante procesos de clash detection antes de la ejecución en obra. De este conjunto, 25 interferencias fueron clasificadas como críticas por comprometer la continuidad hidráulica o la integridad de vigas, muros, zapatas y canales de concreto, las cuales no eran evidentes en la revisión del expediente tradicional en 2D.

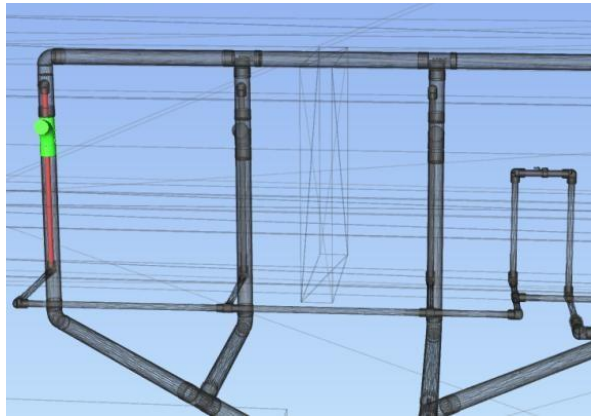
Entre los casos más representativos, ilustrados en las Figuras 1 y 2, se incluyen conflictos entre la red de agua fría y la red de desagüe, así como choques entre tuberías y cimentaciones o conducciones y canales de concreto. La detección temprana de estas colisiones permitió proponer soluciones de rediseño, tales como la elevación de tuberías, la modificación de trazados y la inclusión anticipada de pases estructurales, evitando demoliciones y retrabajos durante la ejecución.

Además de prevenir sobrecostos, la identificación temprana de choques fortalece la comunicación entre los equipos de diseño, supervisión y construcción, ya que la visualización tridimensional y la trazabilidad de las decisiones en el modelo facilitan el entendimiento común de las soluciones adoptadas.

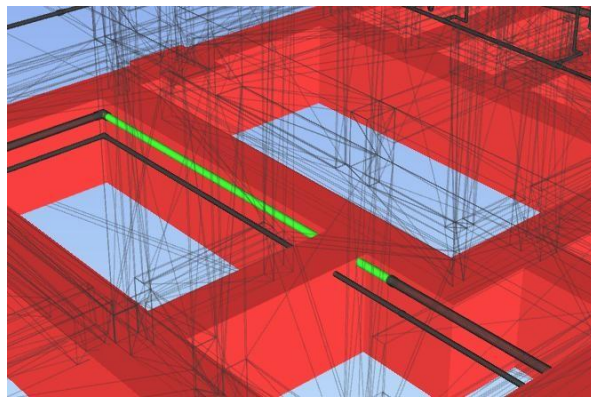
Esto coincide con lo reportado por Bellota (2022) y Hu et al. (2021), quienes señalan que la combinación de BIM y procesos formales de clash detection incrementa la coordinación entre especialidades, reduce significativamente las colisiones no detectadas en diseños CAD 2D y aumenta la constructabilidad de proyectos deportivos y sanitarios.

En este contexto, se recomienda incorporar como requisito normativo la ejecución de una fase de detección de interferencias en modelos BIM antes de la aprobación final de expedientes técnicos y documentar dentro del modelo las soluciones adoptadas, de modo que sirvan como insumo para la operación y el mantenimiento futuro.

**Figura 1:** Detección de interferencias entre el modelo de agua fría y el de desagüe.



**Figura 2:** Interferencia entre la cimentación estructural y la tubería de agua fría.



**Figura 3:** Interferencias detectadas mediante el programa Navisworks.

Nombre	Estado	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
Test 1	Terminado	1388	1388	0	0	0	0

Nombre	Estado	Encontrado	Aprobado...	Aprobado	Descripción	Asign
Conflicto1	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto2	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto3	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto4	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto5	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto6	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto7	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto8	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto9	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto10	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto11	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto12	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto13	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto14	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto15	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto16	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto17	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	
Conflicto18	Nuevo	22:57:42 11-12-2025			Estático	

### 3.3. Simulación 4D y ahorro de tiempos

La implementación de la simulación 4D en la planificación de las instalaciones sanitarias evidenció una reducción del 35% en el tiempo total destinado a la elaboración de planillas y secuencias constructivas. Tal como se aprecia en la Tabla 2, el proceso de planificación se desagregó en cuatro etapas operativas definidas para este estudio (identificación de actividades, discusión de alternativas, modificación de secuencias e implementación), y en cada una de ellas se observaron ahorros de tiempo al aplicar la

metodología BIM. El procedimiento tradicional requirió 9 horas en total (1, 1, 3 y 4 horas respectivamente), mientras que con BIM el tiempo se redujo a 2 horas (0,25; 0,25; 0,5 y 1 hora), lo que representa un ahorro neto de 7 horas.

**Tabla 2.** Tiempos de planificación con metodología tradicional y BIM

<b>Etapa</b>	<b>Tiempo tradicional (horas)</b>	<b>Tiempo BIM (horas)</b>	<b>Ahorro (horas)</b>
<b>Identificación</b>	1	0.25	0.75
<b>Discusión</b>	1	0.25	0.75
<b>Modificación</b>	3	0.5	2.5
<b>Implementación</b>	4	1	3
<b>Total</b>	9	2	7

En términos relativos, la etapa de implementación fue la que mostró la mayor diferencia, con una disminución del 75% del tiempo invertido (de 4 a 1 hora), seguida por la fase de modificación de secuencias, que redujo su duración de 3 a 0,5 horas. Este ahorro se atribuye a la capacidad del modelo BIM 4D para integrar el cronograma de obra con el modelo tridimensional, permitiendo visualizar el avance proyectado, identificar solapamientos no deseados de actividades y optimizar la secuencia constructiva antes de su ejecución. Esta ventaja metodológica coincide con lo reportado por Hu et al. (2021), quienes documentan que en proyectos deportivos la vinculación de BIM con la dimensión temporal mejora la precisión de la programación y la coordinación entre especialidades, reduciendo retrasos y conflictos de obra.

### 3.4 Control de calidad inspecciones virtuales vs. tradicional

A diferencia del análisis de interferencias, centrado en la detección de choques geométricos entre elementos del modelo, las inspecciones virtuales se enfocan en verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas y criterios de calidad sobre el modelo BIM ya coordinado. El análisis comparativo de los resultados de inspección muestra una mejora significativa en el nivel de cumplimiento cuando se emplea la metodología BIM: con el sistema tradicional se efectuaron 40 inspecciones presenciales y se detectaron 15 errores (62,5% de cumplimiento), mientras que con el esquema basado en BIM se realizaron 50 verificaciones virtuales con solo 5 errores, elevando el cumplimiento al 90%.

Además de reducir en un 66% la cantidad de errores detectados, el uso de inspecciones virtuales permitió disminuir los retrasos asociados a observaciones de calidad de 20 días a 5 días, es decir, una reducción del 75% en tiempo perdido por correcciones. Estos resultados indican que el control de calidad apoyado en el modelo BIM no solo incrementa la rigurosidad de la revisión previa a la obra, sino que también facilita la trazabilidad de las correcciones y decisiones tomadas, en línea con estudios que destacan la capacidad de BIM para minimizar errores constructivos y asegurar el cumplimiento de especificaciones en proyectos de saneamiento.

**Tabla 3.** Comparación de resultados obtenidos con inspecciones tradicionales versus inspecciones virtuales en BIM

<b>Indicador</b>	<b>Método tradicional</b>	<b>Método BIM</b>
<b>Total de inspecciones</b>	40	50
<b>Errores detectados</b>	15	5
<b>Porcentaje de cumplimiento (%)</b>	62.5%	90%
<b>Retrasos por calidad</b>	20 días	5 días

### 3.5 Percepción de profesionales y validación del instrumento

Los resultados de las encuestas aplicadas a 80 profesionales, entre ingenieros residentes, proyectistas y supervisores con experiencia en proyectos de instalaciones sanitarias, evidencian una percepción claramente favorable hacia la metodología BIM. En particular, el 80% de los encuestados manifestó que BIM mejora la detección temprana de errores y la coordinación entre especialidades, mientras que el 70% destacó un mejor control de calidad frente al enfoque tradicional.

El cuestionario fue diseñado con preguntas de respuesta cerrada en formato dicotómico (Sí/No y Tradicional/BIM), lo que permitió obtener datos objetivos y comparables entre los participantes. Este tipo de instrumento asegura la claridad en la interpretación de resultados y facilita el análisis cuantitativo mediante pruebas de significancia estadística, como el Chicuadrado, para contrastar las diferencias percibidas entre ambas metodologías.

**Tabla 4.** Resultados de la encuesta aplicada a los profesionales del sector

Pregunta	Opción A	Opción B
<b>Mejor control de calidad</b>	Tradicional (30%)	BIM (70%)
<b>Reducción de errores en el proyecto</b>	Menos errores en tradicional (10%)	Menos errores en BIM (90%)
<b>Mejora en el control de calidad</b>	No (20%)	Si (80%)

Las encuestas, al tratarse de variables categóricas (preferencia por BIM/tradicional, percepción de mejora en precisión, tiempos y calidad), pueden analizarse con la prueba de Chicuadrado para evaluar la asociación entre experiencia previa y elección de metodología, aportando un respaldo estadístico a las tendencias observadas.

### 3.6 Análisis económico y retorno de inversión

Desde el punto de vista económico, la implementación de la metodología BIM en las instalaciones sanitarias generó beneficios directos asociados a tres componentes principales. El primero corresponde al ahorro en materiales no considerados en el metrado tradicional, cuya diferencia respecto al modelo BIM asciende a S/ 8 675,30 al valorizar las cantidades adicionales con los precios unitarios del expediente técnico. El segundo componente es el ahorro por corrección anticipada de interferencias críticas: se identificaron y resolvieron en diseño 25 colisiones de alta relevancia, valoradas en S/ 850 cada una según el costo promedio de demolición, reposición de tuberías y reparaciones de concreto, lo que representa S/ 21 250 en retrabajos evitados. El tercer componente se relaciona con la reducción de 7 horas en el tiempo de planificación de las instalaciones sanitarias, que, al considerar la tarifa horaria de un residente de obra, un supervisor, un asistente técnico y una ingeniera de calidad calculada a partir de sus remuneraciones mensuales, equivale aproximadamente a S/ 728 de ahorro en costos de coordinación.

En conjunto, los beneficios económicos directos obtenidos con BIM suman alrededor de S/ 30 653. Para estimar los costos de implementación, se prorrateó a tres meses el costo anual de licencias de Revit y Navisworks, obteniendo un valor aproximado de S/ 750 según precios de mercado en Perú, y se consideró el trabajo de dos modeladores BIM (uno de estructuras y uno de instalaciones sanitarias) durante tres meses, con una remuneración de S/ 2 500 mensuales cada uno, lo que representa S/ 15 000; de este modo, el costo total de implementación BIM para el caso de estudio se aproxima a S/ 15 750. Aplicando la expresión definida en la metodología, el retorno de inversión resulta  $ROI = \frac{30,653.00 - 15,750.00}{15,750.00} = 0.95$ , es decir, un ROI cercano al 95%, lo que implica que por cada sol invertido en la implementación de BIM se recuperan casi dos soles en ahorros directos. Este valor puede considerarse conservador, ya que solo contabiliza beneficios directos en un subsistema específico (instalaciones sanitarias) y en las etapas de diseño y planificación, a diferencia de otros estudios internacionales donde BIM se aplica a todo el ciclo de vida del proyecto y el costo de las licencias se reparte entre múltiples obras, condiciones en las que los retornos reportados son incluso mayores.

### 3.7 Comparación con la literatura

Los resultados obtenidos en el Polideportivo La Tablada – Cusco confirman lo reportado por investigaciones previas sobre el impacto de BIM en instalaciones sanitarias y proyectos complejos. La mejora en precisión de metrados (incrementos promedio cercanos al 28% y diferencias de hasta 339% en accesorios) coincide con lo señalado por Apaza (2020) y Bohorquez (2022), quienes destacan que la extracción automatizada de cantidades reduce omisiones propias del trabajo en 2D, mientras que Bellota (2022) subraya que la magnitud de esta mejora depende de la calidad del modelado, aspecto atendido en el presente estudio mediante la elaboración detallada del modelo BIM.

En cuanto a interferencias, tiempos y control de calidad, la identificación y corrección anticipada de colisiones críticas, la reducción del 35% en la planificación y el aumento del cumplimiento de especificaciones de 62,5% a 90% se alinean con lo documentado por Hu et al. (2021), Mohammadian (2024), Ortiz et al. (2023) y Kretschmer et al. (2023), quienes evidencian que la detección de choques, la simulación 4D y las inspecciones virtuales con BIM disminuyen retrabajos, retrasos y errores de ejecución. Finalmente, al compararse con estudios internacionales en saneamiento y drenaje (Sari et al., 2023; Zhang et al., 2022; Liu, 2024), se observa que los beneficios obtenidos son coherentes con experiencias en otros contextos, aportando como valor añadido un caso de obra pública peruana con métricas cuantitativas específicas para instalaciones sanitarias en infraestructura deportiva.

En síntesis, este trabajo no solo respalda la literatura existente, sino que aporta un caso de estudio concreto en el que se cuantifican con precisión las mejoras logradas, evidenciando que la metodología BIM, correctamente implementada, puede transformar la gestión de instalaciones sanitarias, optimizando recursos, tiempos y calidad, y reduciendo los riesgos de ejecución.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

La implementación de la metodología BIM incrementó de manera significativa la precisión de los metrados de las instalaciones sanitarias respecto al método tradicional basado en planos 2D, evidenciándose incrementos de hasta 208% en longitudes de tuberías y 339% en el conteo de accesorios en elementos de alta repetición. Esta mayor exactitud reduce la probabilidad de desabastecimiento de materiales, variaciones presupuestales y compras de emergencia en obra, confirmando la hipótesis H1 relativa a la optimización de metrados mediante BIM.

El análisis de interferencias en el modelo BIM identificó 1 388 colisiones generales y 25 interferencias críticas entre redes sanitarias y elementos estructurales y arquitectónicos, las cuales no eran evidentes en la revisión del expediente tradicional, permitiendo corregirlas en etapa de diseño mediante ajustes de trazado y pases estructurales. Esto demuestra que BIM mejora sustancialmente la constructabilidad del proyecto y reduce el riesgo de retrabajos y demoliciones en obra, lo que respalda la hipótesis H2 sobre la reducción de interferencias críticas mediante clash detection en entornos BIM.

La simulación 4D de las instalaciones sanitarias permitió disminuir el tiempo total de planificación de 9 a 2 horas, con un ahorro neto de 7 horas y reducciones relativas de hasta 75% en la etapa de implementación, en comparación con el procedimiento tradicional. Esta mejora en la programación y coordinación de actividades confirma la hipótesis H3, al evidenciar que la vinculación del modelo BIM con el cronograma facilita la detección de solapamientos, agiliza la toma de decisiones y contribuye a reducir retrasos en obra.

El uso de inspecciones virtuales sobre el modelo BIM incrementó el porcentaje de cumplimiento de especificaciones técnicas del 62,5% al 90% y redujo los retrasos por observaciones de calidad de 20 a 5 días, en comparación con el sistema de inspecciones presenciales tradicionales. Estos resultados indican que BIM fortalece el control de ejecución y la gestión de calidad de las instalaciones sanitarias, corroborando la hipótesis H4 y alineándose con la percepción de los profesionales encuestados, quienes en su mayoría atribuyen menos errores y mejor coordinación a la metodología BIM.

El análisis económico mostró beneficios directos del orden de S/ 30 653, asociados al ahorro en materiales no considerados en el metrado tradicional, la corrección anticipada de interferencias críticas y la reducción de tiempos de planificación, frente a un costo de implementación BIM de aproximadamente S/ 15 750 prorrateado a tres meses de licencias y modelado. El ROI resultante, cercano al 95%, indica que por cada sol invertido en BIM se recuperan casi dos soles en ahorros directos, lo que confirma la hipótesis H5 y posiciona a la metodología como una alternativa económicamente conveniente para la gestión de instalaciones sanitarias en obras públicas.

### 4.2 Recomendaciones

Fomentar la incorporación de la metodología BIM desde la etapa de formulación y diseño de proyectos de infraestructura sanitaria pública, de modo que la optimización de metrados, la detección de interferencias y la simulación 4D se integren como procesos estándar antes de la aprobación de expedientes técnicos.

Establecer en la normativa técnica la obligatoriedad de realizar procesos formales de clash detection y de documentar dentro del modelo BIM las soluciones adoptadas, asegurando la trazabilidad de decisiones y facilitando la posterior operación y mantenimiento de las redes sanitarias.

Implementar programas de capacitación continua en herramientas BIM (Revit, Navisworks u otras equivalentes) para proyectistas, residentes, supervisores, asistentes técnicos y personal de control de calidad, a fin de aprovechar plenamente las capacidades de coordinación, inspección virtual y análisis económico que ofrece la metodología. Ampliar en investigaciones futuras el análisis a otros subsistemas (estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas y mecánicas) y a fases posteriores del ciclo de vida del proyecto (construcción, operación y mantenimiento), de manera que se cuantifiquen los beneficios acumulados de BIM en términos de costos, plazos y desempeño global de la infraestructura.

## REFERENCIAS

- [1] Apaza, A. (2020). Propuesta de gestión de instalaciones sanitarias con base en modelos BIM para el edificio multifamiliar José Gonzáles de la empresa constructora titan. UTP Facultad de Ingeniería, 2507(February), 1–9. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3404>
- [2] Bellota, L. (2022). Análisis de la Influencia en la detección de interferencias y compatibilidad de metrados entre planos estructurales e instalaciones sanitarias, utilizando la metodología tradicional CAD2D y la metodología BIM en el diseño de dos centros de salud elaborado. Universidad Andina Del Cusco, 1–104. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/5260>
- [3] Bohorquez, H. (2022). Implementación de la Metodología BIM en el diseño de las Instalaciones Sanitarias de un condominio multifamiliar de 15 niveles y 3 Sótanos ubicado en el distrito de José Luis Bustamante Y Rivero – Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/8c5011e3-6954-4ab0-b69d-88781965643a>
- [4] Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. In Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. [Shorturl.at/mws39](http://shorturl.at/mws39)
- [5] Hox, J. J., & Boeije, H. R. (2021). Data Collection, Primary vs. Secondary. Encyclopedia of Social Measurement, December 2005, 593–599. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00041-4>
- [6] Hu, Y., Pei, W. P., Gu, K., Jia, D. Y., & Tao, Q. L. (2021). BIM-based solution of management optimization and inspection during construction of a Stadium. Journal of Physics: Conference Series, 2044(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2044/1/012197>
- [7] Menzala Villafranca, L. A. (2019). Metodología BIM aplicado a diseño y construcción simultánea en proyecto de infraestructura deportiva. Universidad Nacional de Ingeniería. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3266352>
- [8] Ortiz, S., Velarde, G., Bardales, S., & Chávez, D. (2023). Impacto económico en la implementación de BIM en la ejecución de proyectos de establecimientos de Salud del Primer Nivel de Atención. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 93. <http://hdl.handle.net/10757/625893>
- [9] Quispe, M., & Savedra, E. (2022). Análisis del componente estructural de la obra: Coliseo Polideportivo Putina-Puno aplicando la tecnología BIM. In Universidad César Vallejo. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?Sequence=1&isallowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?Sequence=1&isallowed=y)
- [10] Rossado, V., Cárdenas, D., Cabrera, A., & Coronel, L. (2021). Virtual Reality and BIM Methodology as Teaching- Learning Improvement Tools for Sanitary Engineering Courses. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 16(6), 20–39. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.13535>
- [11] Trejo, N. (2018). Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción. Universidad de Chile, 138. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodologiaBIM-en-la-planificacion-y-control-deproyectos.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
- [12] Zaker, R., & Coloma, E. (2018). Virtual reality-integrated workflow in BIM-enabled projects collaboration and design review: a case study. Visualization in Engineering, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40327-018-0065-6>
- [13] Mohammadian, S. (2024). Urban wastewater management using BIM method. Powertech Journal, 48(3), 1161–1170. <https://powertechjournal.com/index.php/journal/article/download/928/615/1709>
- [14] Kretschmer, F., Franziskowski, S., Huber, F., & Ertl, T. (2023). Possibilities and barriers of building information modelling in wastewater management. Water Science & Technology, 87(7), 1630–1642. <https://doi.org/10.2166/wst.2023.079>
- [15] Taha, F. F., Hatem, W. A., & Jasim, N. A. (2020). Utilización de la tecnología BIM para mejorar los análisis de sostenibilidad en proyectos de construcción iraquíes. Asian Journal of Civil Engineering, 21, 1205–1215. <https://doi.org/10.1007/s42107-020-00270-y>
- [16] Bentley Systems. (2023, Agosto 29). Harnessing BIM to design a better water treatment plant. Bentley Blog. <https://blog.bentley.com/software/harnessing-bimdesign-water-treatment-plant-openbuildings/>
- [17] Sari, R. R., Dermawan, V., & Cahya, E. N. (2023). Implementation of Building Information Modeling (BIM) on Drainage Channel Design in UB Forest Sumberwangi Area. Jurnal Teknik Pengairan, 14(2), 178-184. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2023.014.02.9>
- [18] Dariva, M. A., & Araujo, A. (2021). The potential of BIM in disseminating knowledge about decentralized wastewater treatment systems: Learning through the design process. Water, 13(11), 1504.

<https://doi.org/10.3390/w13111504>

- [19] Suprun, E., Mostafa, S., Stewart, R. A., Villamor, H., Sturm, K., & Mijares, A. (2022). Digitisation of existing water facilities: A framework for realising the value of scan-to-BIM. *Sustainability*, 14(10), 6142. <https://doi.org/10.3390/su14106142>
- [20] Zhang, N., Wang, J., Al-Hussein, M., & Yin, X. (2022). BIM-based automated design of drainage systems for panelized residential buildings. *International Journal of Construction Management*, 23(15), 2683-2698. <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2085853>
- [21] GP-Radar. (S.F.). 3D BIM model aids wastewater treatment plant heat exchanger upgrades. [https://www.gp-radar.com/case-studies/3d-bim-modelaids-wastewater-treatment-plant-heat-exchangerupgrades?Utm\\_source=chatgpt.com](https://www.gp-radar.com/case-studies/3d-bim-modelaids-wastewater-treatment-plant-heat-exchangerupgrades?Utm_source=chatgpt.com)
- [22] Liu, H. (2024). Application of BIM technology in building water supply and drainage network security monitoring engineering. *Procedia Computer Science*, 247, 246-253. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.10.029>
- [23] Suesz, E. (2023, September 8). Combining BIM and hydraulic modeling expertise to (re)build a better dam in small-town Brazil. Autodesk. <https://www.autodesk.com/blogs/water/2023/09/08/combining-bim-and-hydraulic-modeling-expertise-to-rebuild-a-better-dam-in-small-town-brazil>

## BIOGRAFÍA



**Fernandez, Angel**, con ORCID 0009-0000-1368-8316, es bachiller en Ingeniería Civil y cuenta con cinco años de experiencia en el desarrollo de instalaciones sanitarias para proyectos de infraestructura. Ha trabajado como asistente técnico en proyectos como un polideportivo, un estadio y un proyecto de saneamiento, aplicando la metodología BIM en cada uno de ellos. Actualmente colabora en la construcción de un hospital en Cusco, donde continúa fortaleciendo sus competencias en el uso de tecnologías para la gestión eficiente de proyectos de construcción.



**Quispe, Rolando**, con ORCID 0000-0002-3488-4372, es Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Federico Villarreal. Magíster en Administración con mención en Gestión Pública por la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, y con estudios de Maestría en Recursos Hídricos en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Doctor en Gestión Pública y Gobernabilidad por la Universidad César Vallejo. Se ha desempeñado como Gerente del Área de Infraestructura de la Universidad Peruana Unión (UPeU), campus Lima, y como Coordinador de la Escuela de Ingeniería Civil en los campus Juliaca y Tarapoto. Docente de Investigación, Estructuras, Seminario de Tecnología y Construcción, y Prácticas Preprofesionales en la UPeU.

## ANEXO

### EVIDENCIA DE SUMISION: “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN EN INSTALACIONES SANITARIAS EN EL PROYECTO POLIDEPORTIVO: CREACIÓN DEL POLIDEPORTIVO LA TABLADA EN LOS PP.JJ. DE VALLECITO Y BELÉN, PROVINCIA DE ESPINAR – CUSCO”

Revista Politécnica

← Volver a Envíos

#### Enviar un artículo

1. Inicio 2. Cargar el envío 3. Introducir los metadatos 4. Confirmación 5. Sigüientes pasos

### Envío completo

Gracias por su interés por publicar con Revista Politécnica.

#### ¿Y ahora qué?

La revista ha sido notificada acerca de su envío y se le enviará un correo electrónico de confirmación para sus registros. Cuando el editor haya revisado el envío, se contactará con usted.

Por ahora, usted puede:

- [Revisar este envío](#)
- [Crear un nuevo envío](#)
- [Volver al escritorio](#)

[RP] Envío recibido Recibidos x



Jenny Torres Olmedo <epnjournal@epn.edu.ec>

mié, 27 ago, 13:14 (hace 19 horas)



para mí

ANGEL FERNANDEZ ALIANO:

Gracias por enviarnos su manuscrito "Implementation of the BIM methodology for optimization of sanitary facilities in the sports center project "Creation of the La Tablada Sports Center in the PP.JJ. of Vallecito and Belén, Espinar Province of Cusco" a Revista Politécnica. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito: [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/authorDashboard/submission/2816](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/authorDashboard/submission/2816)

Nombre de usuario/a: angelfer\_22

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Jenny Torres Olmedo

Revista Politécnica

página: <http://revistapolitecnica.epn.edu.ec>



**“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”**

**RESOLUCIÓN N° 0601-2024/UPeU-FIA-CF-T**

Lima, Ñaña 30 de julio de 2024

**VISTO:**

El expediente de **Fernandez Aliano, Angel Gabriel**, identificado(a) con Código Universitario N° 201310560, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

**CONSIDERANDO:**

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Fernandez Aliano, Angel Gabriel**, ha solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado “Implementación de la metodología BIM para la optimización en instalaciones sanitarias en el proyecto polideportivo “Creación del Polideportivo La Tablada en los PP.JJ. de Vallecito y Belén, Provincia de Espinar – Cusco” y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 30 de julio de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

**SE RESUELVE:**

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado **Implementación de la metodología BIM para la optimización en instalaciones sanitarias en el proyecto polideportivo “Creación del Polideportivo La Tablada en los PP.JJ. de Vallecito y Belén, Provincia de Espinar – Cusco”** y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar como asesor a **Mg. Reymundo Jaulis Palomino** para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Ing. David Diaz Garamendi y Mg. Armin Quintana Sánchez** otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



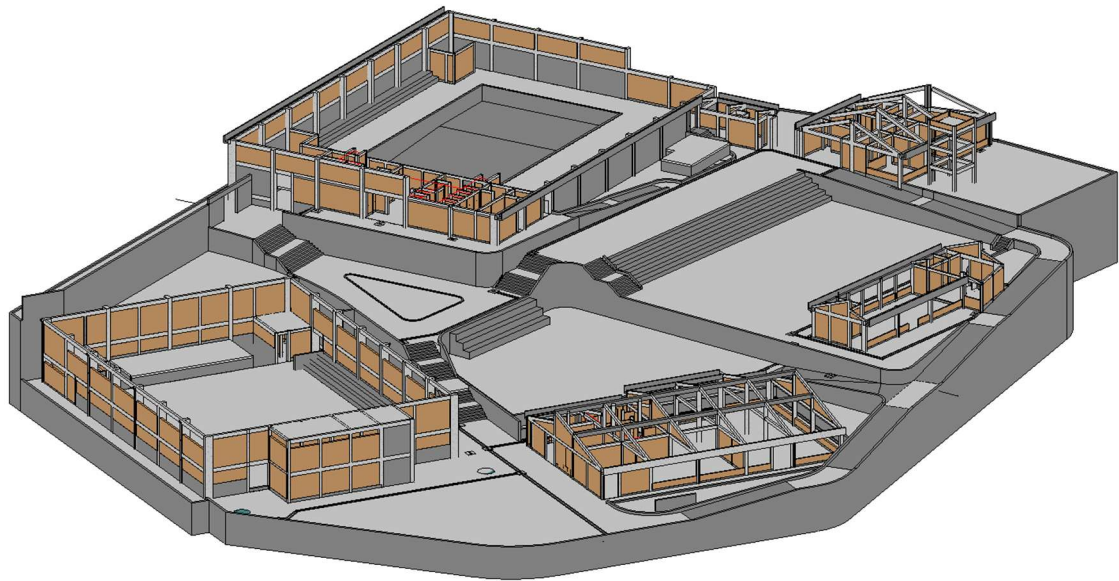
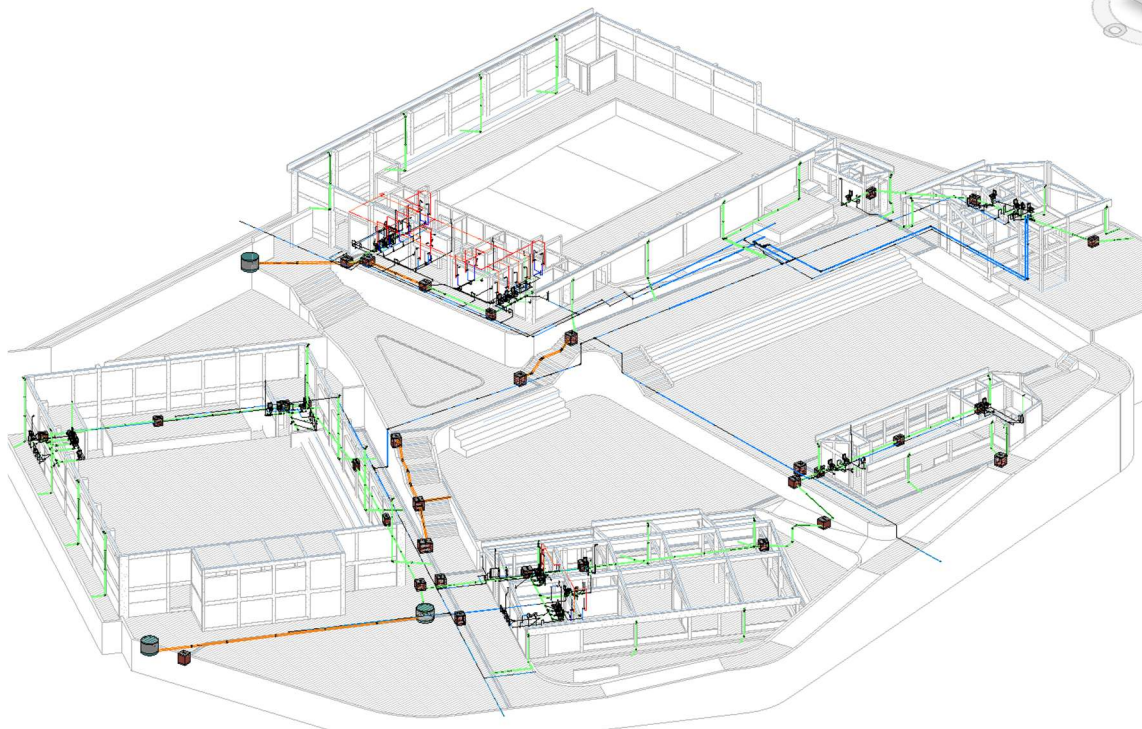
  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
**DECANA**



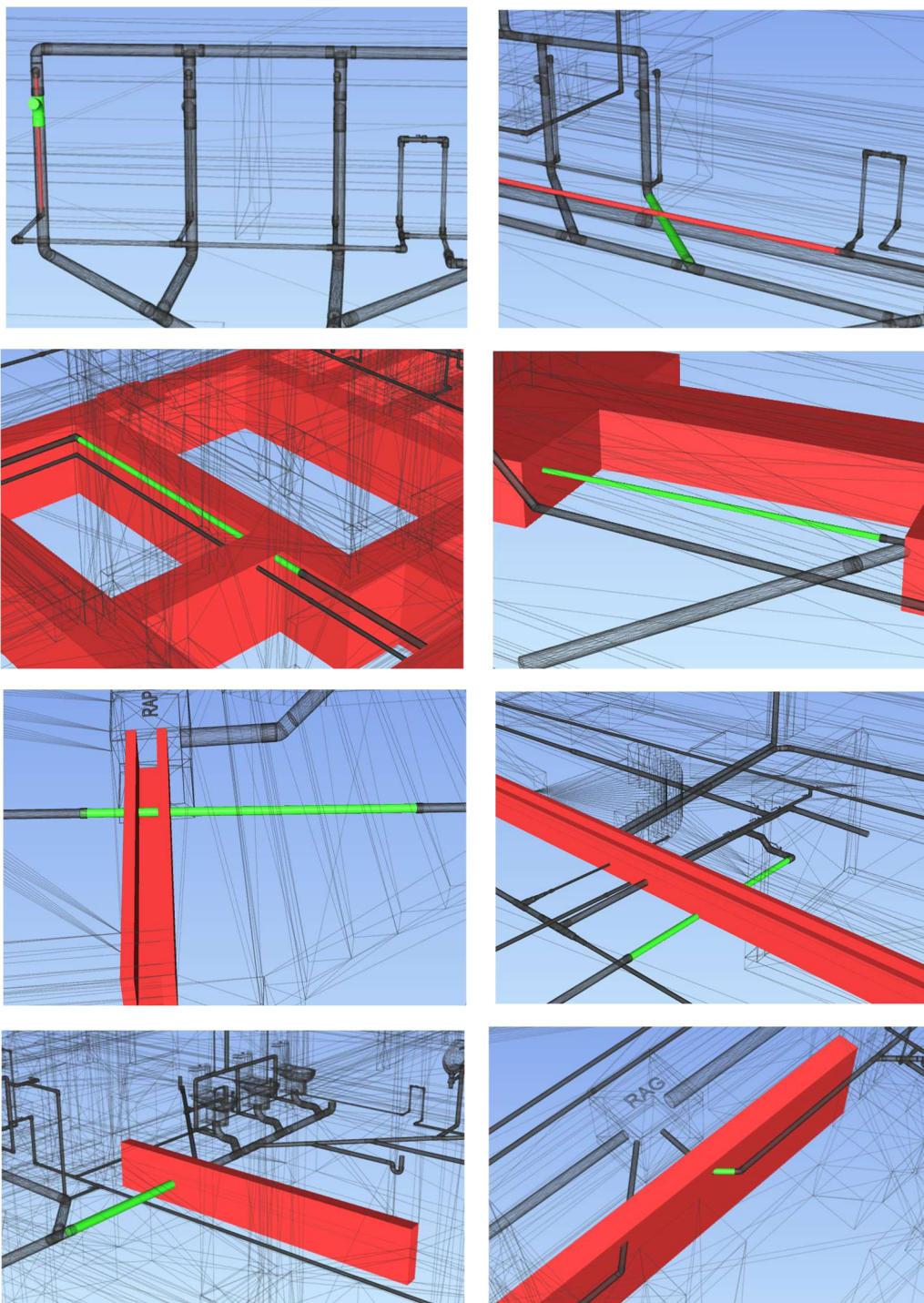
  
Ph.D. Silvia Pilco Quesada  
**SECRETARIA ACADÉMICA**

cc:  
-Interesado  
-Asesor  
-Dirección General de Investigación  
-Archivo

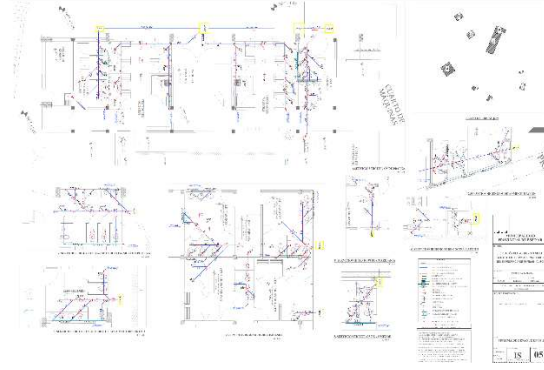
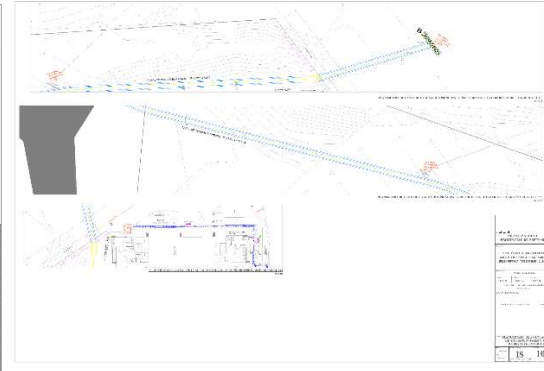
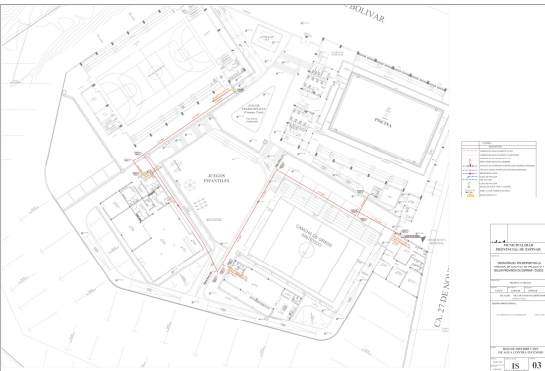
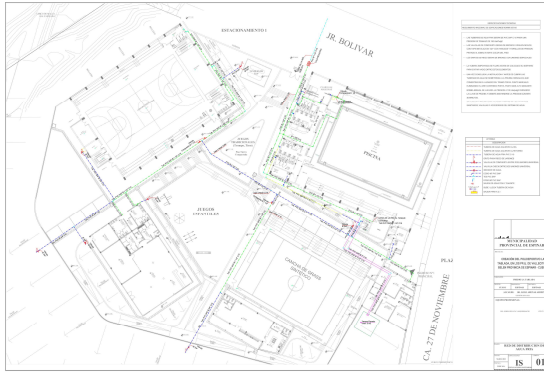
**ANEXO 01: Modelo BIM.**



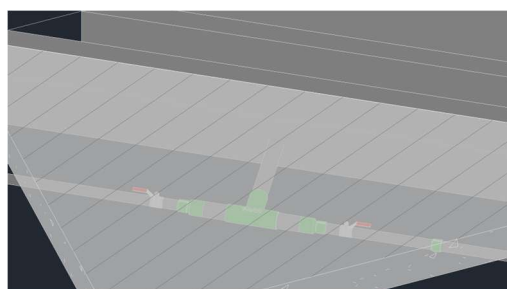
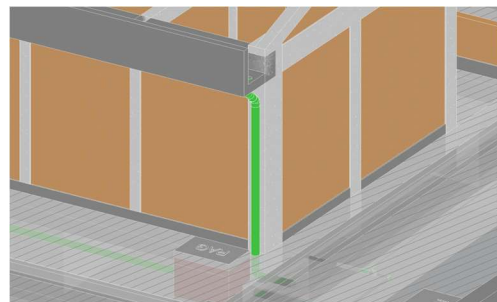
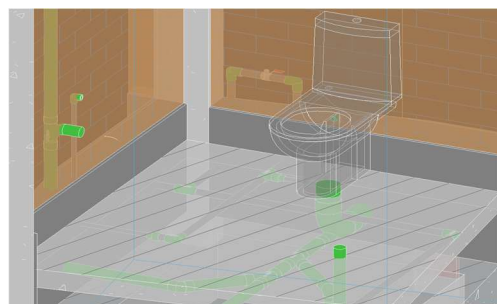
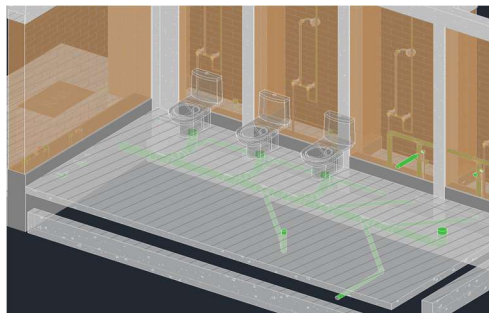
**ANEXO 02:** Se muestran algunas interferencias críticas.



# ANEXO 03: Planos CAD.



## ANEXO 04: Modelo BIM y construcción real.



## ANEXO 05: Encuesta realizada.

### Cuestionario para Evaluación de la Implementación de la Metodología BIM

*INSTRUCCIONES: Responda con sinceridad. La información es confidencial y será utilizada únicamente con fines académicos.*

---

1. ¿Tiene experiencia en proyectos que incluyan instalaciones sanitarias?  
 Sí  No
  
2. ¿Ha participado en algún proyecto en el que se haya utilizado la metodología BIM?  
 Sí  No
  
3. ¿Con qué frecuencia utiliza herramientas BIM (como Revit MEP, Navisworks, entre otros)?  
 Siempre  Algunas veces  Nunca
  
4. ¿Considera que la metodología BIM mejora la precisión en el diseño de instalaciones sanitarias?  
 Totalmente de acuerdo  De acuerdo  En desacuerdo  Totalmente en desacuerdo
  
5. En su experiencia, ¿el uso de modelos 3D (BIM) facilita la comprensión y coordinación de las redes sanitarias frente a los planos tradicionales en 2D?  
 Sí  Parcialmente  No
  
6. ¿La implementación de BIM ha contribuido a reducir errores en la instalación de redes sanitarias (como interferencias o mal dimensionamiento)?  
 Sí  No  No aplica
  
7. ¿Considera que el uso de BIM mejora la comunicación entre los diferentes profesionales involucrados en el diseño e instalación sanitaria (arquitectos, ingenieros, técnicos, etc.)?  
 Sí  No  No estoy seguro(a)
  
8. ¿Ha recibido capacitación o formación sobre el uso de BIM para instalaciones sanitarias?  
 Sí  No
  
9. ¿Qué software BIM ha utilizado principalmente en sus proyectos sanitarios?  
 Revit  ArchiCAD  Navisworks  Otro (especifique): \_\_\_\_\_  Ninguno
  
10. ¿Considera que BIM contribuye a una mejor planificación y control del presupuesto en instalaciones sanitarias?  
 Sí  No  No estoy seguro(a)

**ANEXO 06: Fotografía de toma de encuestas.**

