

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ESCUELA DE POSGRADO



TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN MODERNA

Impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos de la empresa
Constructora Blas S.A.C., Lima

Línea de Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural
Sub Línea de Investigación: Gestión de Proyectos de Construcción

Autor:

Sánchez Vargas, Paolo Danilo

Jurado Evaluador:

Presidente: Narváez Aranda, Ricardo Andrés

Secretario: Hurtado Zamora Oswaldo

Vocal: Oblitas Mori, Edward Nazar

Asesor:

Vértiz Malabrigo, Manuel Alberto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9168-8258>

TRUJILLO - PERÚ

2025

Fecha de sustentación: 2025/05/26

Impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C., Lima

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo




Declaración de originalidad

Yo, **Mg. Vértiz Malabrigo Manuel Alberto**, docente del Programa de Estudio de la Escuela de Posgrado, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C., Lima”** autor Sánchez Vargas, Paolo Danilo, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 3%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (03 de diciembre del 2024).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Lugar y fecha: 05 de mayo del 2025

Apellidos y nombres del asesor: Mg.
Vértiz Malabrigo Manuel Alberto
DNI: 18112316
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9168-8258>
FIRMA



Apellidos y nombres del autor;
Sánchez Vargas, Paolo Danilo
DNI: 73873637
FIRMA:



DEDICATORIA

A mis queridos padres,

Por ser mi ejemplo constante de esfuerzo, amor y dedicación.

Gracias por enseñarme con su vida que los sueños se alcanzan con perseverancia y valentía.

Su apoyo incondicional y sus palabras de aliento han sido la fuerza que me impulsó en los momentos más desafiantes.

Este logro es tanto mío como de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes con su amor inquebrantable y sacrificios silenciosos han hecho posible mi formación académica.

Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mis capacidades.

Sus valores y enseñanzas me han guiado durante todo este camino, y este logro es un reflejo de su incansable dedicación a mi bienestar y educación.

Todo lo que soy y todo lo que he alcanzado se lo debo a ustedes.

RESUMEN

La presente investigación se plantea la interrogante: ¿De qué manera la metodología BIM impacta en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C., Lima? Para responder a esta pregunta, primero se evaluaron las deficiencias en la planificación de proyectos tradicionales, evidenciando problemas como la falta de integración interdisciplinaria, retrabajos, sobrecostos y retrasos en los cronogramas. Posteriormente, se implementó la metodología Building Information Modeling (BIM) como una solución integral, destinada a mejorar la coordinación, reducir errores y optimizar la eficiencia operativa. En este sentido, el estudio, desarrollado bajo un enfoque experimental con diseño pre-test y post-test, recolectó datos sobre presupuesto, tiempo y mano de obra antes y después de la aplicación de BIM. Los resultados obtenidos revelaron mejoras significativas, destacando un mayor control financiero, un incremento en el cumplimiento de los cronogramas y una asignación más eficiente de los recursos humanos. Además, BIM demostró ser eficaz en la detección temprana de conflictos, lo que permitió minimizar costos y reducir tiempos de ejecución. En conclusión, la implementación de BIM transformó positivamente los procesos de planificación, fortaleciendo la sostenibilidad y competitividad de la empresa.

Palabras clave: Metodología BIM, planificación de proyectos, eficiencia operativa.

ABSTRACT

This research addresses the question: How does the BIM methodology impact project planning at Constructora Blas S.A.C., Lima? To answer this question, deficiencies in traditional project planning were first evaluated, revealing issues such as a lack of interdisciplinary integration, rework, cost overruns, and schedule delays. Subsequently, the Building Information Modeling (BIM) methodology was implemented as a comprehensive solution aimed at improving coordination, reducing errors, and optimizing operational efficiency. In this context, the study, conducted under an experimental approach with a pre-test and post-test design, collected data on budget, time, and workforce before and after the application of BIM. The results showed significant improvements, including better financial control, increased schedule adherence, and more efficient resource allocation. Moreover, BIM proved effective in early conflict detection, enabling cost and time reductions. In conclusion, the implementation of BIM positively transformed the planning processes, enhancing the company's sustainability and competitiveness.

Keywords: BIM Methodology, project planning, operational efficiency.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes del Problema	1
1.2.	Formulación del problema	2
1.3.	Objetivos de la investigación	2
1.3.1.	Objetivo General.....	2
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	2
1.4.	Hipótesis.....	3
1.5.	Justificación.....	3
1.5.1.	Justificación por conveniencia:.....	3
1.5.2.	Justificación por implicaciones prácticas.....	4
1.5.3.	Justificación por el valor teórico:.....	4
1.5.4.	Justificación por utilidad metodológica	4
II.	MARCO TEÓRICO:	5
2.1.	Antecedentes	5
2.2.	Marco Teórico	9
2.2.1.	Metodología BIM	9
2.2.2.	Planificación de Proyectos.....	12
2.3.	Marco Conceptual	17
III.	METODOLOGÍA:.....	18

3.1. Población:.....	18
3.2. Muestra.....	18
3.3. Operacionalización de las Variables	18
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	21
3.6. Diseño de Contrastación:.....	21
3.7. Procesamiento y Análisis de datos	22
3.8. Consideraciones éticas	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	68
VI. CONCLUSIONES	74
VII. RECOMENDACIONES	76
VIII. ANEXOS.....	83

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del Problema

El sector de la construcción es uno de los motores más importantes del desarrollo económico a nivel global, no obstante, enfrenta desafíos críticos relacionados con la eficiencia en la planificación de proyectos. En este contexto, la metodología Building Information Modeling (BIM) ha surgido como una solución innovadora que mejora la coordinación, reduce errores y optimiza tiempos y costos (EUDE Business School, 2023).

A nivel internacional, países como Estados Unidos, Reino Unido y Singapur han adoptado BIM con éxito. En el Reino Unido, la implementación obligatoria de BIM en proyectos públicos desde 2016 ha logrado una reducción del 15% en los costos de construcción (Rodríguez et.al.2023).

Ahora bien, en América Latina, la adopción de BIM ha sido más lenta. Colombia y Chile están avanzando con la creación de normativas y estándares para su implementación en proyectos públicos y privados. En Colombia, el uso de BIM aumentó del 12% en 2018 al 28% en 2022, impulsado por políticas gubernamentales de modernización de la infraestructura (Gómez et al., 2023). En Chile, se proyecta que para el año 2025 la metodología BIM será requerida en todos los proyectos públicos que superen las 5.000 UF, lo cual se espera que genere una reducción aproximada del 18% en los costos de construcción (Ministerio de Obras Públicas, 2023).

En Perú, la situación es aún incipiente puesto que, un estudio de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) reveló que la adopción de BIM pasó del 25% en 2017 al 39% en 2020. Sin embargo, en 2023, solo el 36% de los 211 proyectos encuestados en Lima usaron BIM, indicando un retroceso del 3% en comparación con el periodo anterior. Este descenso se debe principalmente a la falta de capacitación, los altos costos iniciales y la

resistencia al cambio. (Konstruedu, 2023). A nivel regional, en Lima, la mayoría de las empresas aún dependen de métodos tradicionales, lo que genera problemas como incompatibilidad entre planos, retrabajos y sobrecostos.

En el contexto de la empresa constructora Blas, los problemas de coordinación y planificación son recurrentes. La falta de integración entre las diferentes especialidades técnicas ha resultado en retrasos y sobrecostos significativos en varios proyectos. Esto subraya la necesidad de evaluar la implementación de BIM como una herramienta para mejorar la planificación y reducir los tiempos de ejecución. Implementar BIM en la empresa constructora Blas Lima representa una oportunidad significativa para optimizar la gestión de proyectos, minimizar los errores de planificación y mejorar la competitividad de la empresa en el mercado (Cámara Peruana de la Construcción [CAPECO], 2024).

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera la metodología BIM impacta en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C. Lima?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C, Lima.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las deficiencias actuales en la planificación de los proyectos sin la metodología BIM en la empresa Constructora Blas S.A.C.

- Evaluar cómo la implementación de la metodología BIM afecta la precisión y coherencia en la planificación de los cronogramas de proyectos dentro de la empresa Constructora Blas S.A.C.
- Determinar la correlación entre la implementación de la metodología BIM y la mejora en la planificación de proyectos en la empresa Constructora Blas S.A.C.
- Proponer un plan para optimizar la planificación de los proyectos de construcción mediante la implementación de la metodología BIM, asegurando la coherencia entre las diferentes especialidades técnicas.

1.4. Hipótesis

La metodología BIM impacta significativamente en la Planificación de Proyectos de una Empresa Constructora Blas S.A.C, Lima

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación por conveniencia:

Esta investigación es crucial para la empresa constructora y para el sector de la construcción, ya que aborda la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) como una herramienta clave para la planificación de proyectos. BIM no solo optimiza la coordinación entre las diferentes especialidades y fases del proyecto, sino que también permite prever problemas y mejorar la precisión en la planificación. Esto se traduce en una mayor eficiencia operativa, una reducción de costos innecesarios y un aumento de la competitividad en el mercado. La adopción de BIM posicionará a la empresa como líder en innovación y en la modernización de sus procesos de planificación.

1.5.2. Justificación por implicaciones prácticas:

La investigación se centrará en cómo BIM puede optimizar los procesos de planificación, mejorando la integración de recursos, cronogramas y etapas del proyecto.

La implementación de esta metodología facilitará la coordinación temprana entre las especialidades y reducirá los conflictos y retrabajos, lo que resultará en una planificación más robusta y eficaz. Esto no solo garantizará proyectos más ordenados, sino también la reducción de riesgos y costos adicionales durante la fase de ejecución.

1.5.3. Justificación por el valor teórico:

Esta investigación contribuirá al conocimiento sobre el uso de BIM en la planificación de proyectos de construcción, un área poco explorada en el contexto local. El estudio proporcionará evidencia sobre cómo BIM puede mejorar los procesos de planificación y gestión, ampliando así el cuerpo teórico relacionado con la gestión de proyectos constructivos mediante herramientas tecnológicas avanzadas.

1.5.4. Justificación por utilidad metodológica:

La investigación se basará en un análisis sistemático de cómo BIM impacta en la planificación de proyectos. Los métodos desarrollados permitirán que otras empresas repliquen y adapten estos procesos, promoviendo la mejora continua en la gestión de proyectos. Los resultados obtenidos aportarán información valiosa para que las empresas constructoras optimicen sus procedimientos, garantizando una planificación más eficiente y reduciendo los imprevistos.

II. MARCO TEÓRICO:

2.1. Antecedentes:

Sánchez et.al. (2020) en su investigación “**Análisis de la Implementación de Metodología BIM en Edificaciones de Baja Complejidad en Colombia, Mediante IDM y Mapas de Procesos**” (Tesis de Maestría – Colombia), se centraron en evaluar el grado de implementación de la metodología BIM en los procesos de construcción de obras, utilizando datos reales y analizando problemáticas y áreas de mejora. Para ello, se aplicó una metodología de investigación exploratoria y de campo, combinando datos cuantitativos y cualitativos obtenidos a través de entrevistas a grupos focales de una empresa constructora. Los resultados indican que, aunque más del 40% de las nuevas edificaciones en Colombia utilizan BIM, aún existen desafíos importantes, especialmente en la formación del personal y la coordinación en tiempo real entre equipos multidisciplinarios. Entre los principales hallazgos, se destaca que BIM optimiza significativamente los recursos durante todo el ciclo de vida de un proyecto, mejorando los tiempos de ejecución, reduciendo costos operativos y disminuyendo inconsistencias entre especialidades. En conclusión, la implementación de BIM no solo reduce los tiempos de ejecución, sino que también incrementa la productividad y la eficiencia operativa en los proyectos de construcción.

Silva et.al. (2024), en su investigación “**Metodología BIM aplicada a la Remodelación de Proyectos de Vivienda de Interés Social**” (Tesis de Especialización – Colombia), se propusieron analizar el impacto del uso de la metodología BIM en la remodelación de viviendas VIS en Bogotá, evaluando sus beneficios en la planificación y ejecución de proyectos de construcción. Se empleó una metodología cualitativa descriptiva, basada en el análisis documental y la revisión de casos de estudio relacionados con la implementación de BIM en el sector. Los resultados evidencian que,

aunque existen desafíos en su adopción, como la falta de capacitación y la resistencia al cambio, la implementación de BIM mejora significativamente la coordinación entre disciplinas, reduce errores de diseño y optimiza el uso de recursos. Además, se destacó que BIM facilita una visualización precisa del proyecto, lo que contribuye a una planificación más efectiva y a una mayor satisfacción del cliente. En conclusión, la implementación de BIM en la remodelación de viviendas VIS proporciona a las empresas una ventaja competitiva al permitir una gestión más eficiente de los proyectos y mejorar la calidad de los resultados obtenidos.

Briceño et al. (2020), en su investigación titulada “Implementación de Gestión BIM para una Constructora de Edificios Multifamiliares como Soporte del Área de Planificación de una Obra en Ejecución” (Tesis de Maestría – Lima), analizaron el impacto de la implementación de la metodología BIM en la planificación y ejecución de proyectos de construcción de edificios multifamiliares en Lima. Se utilizó una metodología mixta, con un diseño experimental, longitudinal y prospectivo, que incluyó el uso de sesiones ICE, RFIs y cronogramas optimizados. Los resultados mostraron que la implementación de BIM desde la etapa de estructuras hasta el solaqueo de muros de albañilería redujo significativamente las indefiniciones y optimizó los tiempos de ejecución, logrando un 90% de cumplimiento en las especificaciones críticas del proyecto. Entre los hallazgos más destacados, se observó que la metodología BIM mejoró la planificación y gestión de tiempos y costos, posicionando a la empresa como más competitiva en el sector. En conclusión, la integración de BIM en la planificación de proyectos permite una gestión más eficiente, una reducción de retrabajos, y contribuye a la satisfacción del cliente y la optimización de recursos.

Vivanco (2023) en su investigación “**Metodología BIM en la gestión de proyectos de una Empresa Constructora en Huancayo 2022**” (Tesis de Maestría - Lima, Perú), se propuso analizar la influencia de la metodología BIM en la gestión de proyectos en una empresa constructora, empleando un diseño no experimental, correlacional causal y de corte transversal con una población de 101 empleados, sin aplicar muestreo. Los resultados mostraron que BIM tiene un impacto significativo en las fases de planificación, ejecución y control de los proyectos, con un coeficiente de ajuste del modelo de Nagelkerke del 45.9%, indicando una alta capacidad explicativa. Se concluyó que la implementación de BIM optimiza la gestión de proyectos, especialmente en la planificación, donde se evidenció un impacto positivo notable y un alto nivel de aceptación.

Llanos et. al. (2023), en su investigación "**Implementación de la Metodología BIM para Optimizar la Productividad en el Proyecto de Construcción de la Institución Educativa 2199 - Rayito de Luz en El Porvenir, La Libertad, 2023**" (Tesis de Ingeniería Civil - Perú, Trujillo), se propusieron aplicar la metodología BIM para mejorar la productividad y eficiencia en el desarrollo de un proyecto educativo. Utilizando técnicas de análisis documental del expediente técnico y modelado 3D con el software Revit, se identificaron y corrigieron incompatibilidades entre las especialidades de arquitectura y estructuras. Los resultados demostraron que la implementación de BIM facilitó la detección temprana de errores, logrando una reducción del 7.60 % en el presupuesto total, optimizando recursos y tiempos de ejecución. Se evidenció que la metodología BIM mejora la coordinación y la gestión integral del proyecto, incrementando significativamente la productividad y calidad en comparación con los métodos tradicionales. En conclusión, se determinó que la adopción de BIM en la

elaboración del expediente técnico permite una planificación más precisa y efectiva, generando beneficios tangibles en el ámbito constructivo.

Ocampo (2022), en su investigación "**Aplicación de Metodología BIM para la Optimización y Detección de Interferencias en una Vivienda Unifamiliar en el Distrito de Juanjui – Departamento San Martín, 2020**" (Tesis de Maestría - Perú, **Trujillo**), tuvo como objetivo aplicar la metodología BIM para optimizar y detectar interferencias en una vivienda unifamiliar. La recolección de datos se realizó utilizando técnicas de análisis documental y observación directa, implementando los softwares Revit y Navisworks para el modelado 3D y la planificación 4D. La investigación demostró que el uso de BIM no solo mejoró la precisión en la planificación y ejecución del proyecto, sino que también permitió la detección temprana de errores, optimizando así los costos y tiempos de ejecución. Los hallazgos más destacados revelan que la metodología BIM, al integrarse con herramientas de planificación 4D, proporciona un control más eficiente de los proyectos de construcción, mejorando significativamente la calidad de la información y reduciendo las probabilidades de re-trabajos y sobrecostos. En conclusión, se determinó que la implementación de BIM facilita una gestión más eficaz de los proyectos de construcción, lo que resulta en una optimización del tiempo y los recursos

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Metodología BIM

Definición y conceptos fundamentales

BIM es una metodología colaborativa que consolida toda la información del proyecto en un modelo digital. Esta metodología abarca diversas dimensiones de datos, como diseño, costos, tiempos, análisis de sostenibilidad y gestión de instalaciones. Proporciona una visión holística del proyecto, facilitando la colaboración entre arquitectos, ingenieros, constructores y propietarios. Al centralizar la información en un único modelo digital, BIM minimiza errores y omisiones, mejora la precisión y eficiencia del proyecto y permite una toma de decisiones más informada (Villa, 2023).

El modelo BIM se utiliza no solo como una herramienta de diseño, sino también como un medio para la gestión eficiente de recursos, planificación estratégica y toma de decisiones informadas. Esto permite anticipar problemas, reducir incertidumbres y garantizar la ejecución precisa de los proyectos

Dimensiones de BIM

Para Llanos et.al. (2022) el BIM no se limita al diseño tridimensional; su potencial radica en la integración de diversas dimensiones:

- 3D (Diseño): Representación gráfica precisa y detallada de los elementos constructivos, que permite analizar y corregir errores desde la etapa de diseño.
- 4D (Cronograma): Gestión del tiempo mediante la vinculación de actividades al modelo, permitiendo simular cronogramas y optimizar secuencias constructivas.
- 5D (Costos): Análisis financiero que integra costos a cada elemento del modelo, facilitando estimaciones precisas en tiempo real.

- 6D (Sostenibilidad): Evaluación del impacto ambiental y diseño de estrategias para mejorar la eficiencia energética.
- 7D (Mantenimiento): Gestión del ciclo de vida del proyecto, proporcionando información clave para el mantenimiento preventivo y correctivo.

Beneficios de la implementación de BIM

Según Corado et al. (2020), los beneficios de BIM son ampliamente reconocidos en la industria de la construcción y abarcan los siguientes aspectos clave:

- Mejora la coordinación y colaboración al integrar datos en un solo modelo, reduciendo conflictos y errores.
- Reduce costos y tiempos de ejecución al detectar y resolver problemas antes de la construcción.
- Mejora la precisión y calidad del diseño, minimizando discrepancias con la construcción real.
- Optimiza la gestión de recursos, facilitando la planificación y uso eficiente de materiales y mano de obra.
- Permite evaluar y mejorar la sostenibilidad y el desempeño ambiental de los proyectos.
- Detección temprana de conflictos (Clash Detection): Identifica interferencias entre elementos constructivos, evitando problemas en obra.

Ahora bien, Álvarez & Ripoll (2020) indican que existen otros beneficios destacados que incluyen:

- Simulación de escenarios: BIM permite probar diferentes estrategias de diseño y construcción para identificar la más eficiente.

- Visualización avanzada: Los modelos tridimensionales detallados facilitan la comprensión del proyecto por todas las partes interesadas.

BIM en el contexto de proyectos de construcción

Para Sepúlveda (2020) son las siguientes fases:

- Fase de diseño: Proporciona una representación precisa e integrada de las especialidades, lo que mejora la coherencia y la calidad del diseño.
- Fase de planificación: Integra cronogramas y presupuestos directamente al modelo 3D, optimizando la asignación de recursos y reduciendo tiempos.
- Fase de construcción: Monitorea el progreso de la obra, detecta problemas en tiempo real y genera documentación actualizada para su ejecución.
- Fase de operación y mantenimiento: Ofrece datos útiles para el mantenimiento preventivo y correctivo, asegurando la sostenibilidad y funcionalidad a largo plazo.

Factores que influyen en la implementación de BIM

Según Suárez et.al. (2019) son:

A. Económicos:

- Los costos iniciales de software, hardware y capacitación representan barreras significativas.
- Sin embargo, su retorno de inversión (ROI) es alto a mediano y largo plazo, al optimizar recursos y reducir retrabajos.

B. Técnicos:

- La compatibilidad entre diferentes softwares (Revit, Navisworks, Tekla) puede presentar desafíos.

- Es esencial contar con personal capacitado para manejar estas herramientas y adaptarse a estándares internacionales.

C. Culturales:

- La resistencia al cambio en empresas tradicionales es un obstáculo recurrente.
- La falta de familiaridad con BIM puede retrasar su adopción, especialmente en equipos con métodos consolidados.

D. Políticos y regulatorios:

- La normativa internacional, como la ISO 19650, establece estándares para la gestión de información BIM.
- En Perú, la ausencia de políticas públicas que promuevan su implementación ha limitado su adopción masiva.

Estado actual de BIM en el Perú

Para López (2023) en el contexto peruano, la implementación de BIM es aún incipiente ya que solo el 36% de los proyectos en Lima utilizan esta metodología, lo que refleja un retroceso en comparación con años anteriores. Las principales barreras incluyen:

- Falta de capacitación técnica: La escasez de profesionales calificados limita su uso.
- Altos costos iniciales: Los costos de adquisición e implementación siguen siendo un desafío para muchas empresas.
- Resistencia al cambio organizacional: Muchas empresas aún prefieren métodos tradicionales, a pesar de los beneficios demostrados.

2.2.2. Planificación de Proyectos

Definición y conceptos fundamentales

La planificación de proyectos es el proceso mediante el cual se organizan y coordinan las actividades necesarias para alcanzar los objetivos definidos, asegurando que se cumplan los parámetros establecidos de tiempo, costo y calidad. Este proceso incluye la descomposición de las tareas, la asignación de recursos, el desarrollo de cronogramas y la identificación de riesgos (Enrique et al., 2022).

Importancia de la Planificación en la Construcción

La planificación en la construcción es crucial debido a la naturaleza interdisciplinaria de los proyectos, donde arquitectos, ingenieros y contratistas deben coordinarse de manera efectiva. Según Saldaña et al. (2023), una planificación deficiente puede llevar a:

- Conflictos entre especialidades: La falta de coordinación genera discrepancias en los diseños, afectando el desarrollo del proyecto.
- Retrabajos: Errores en la planificación inicial pueden causar duplicidad de esfuerzos.
- Sobrecostos significativos: Las desviaciones en cronogramas y presupuestos incrementan los costos operativos.

Dimensiones de la Planificación de Proyectos

En este estudio, la planificación de proyectos se analiza a través de tres dimensiones principales que permiten evaluar su efectividad antes y después de la implementación de la metodología BIM:

A. Presupuesto:

Esta dimensión aborda la estimación, asignación y control de los recursos financieros destinados al proyecto. Evalúa la precisión y la capacidad de mantener los costos dentro de los límites establecidos, así como la optimización de recursos para reducir gastos innecesarios (Quiñones & Jama, 2024).

B. Tiempo:

Incluye la planificación, programación y control del cronograma del proyecto. Se enfoca en garantizar que las actividades se realicen dentro de los plazos establecidos, minimizando retrasos y desviaciones en comparación con lo planificado (Enrique et.al., 2022).

C. Mano de Obra:

Se relaciona con la asignación y utilización eficiente de los recursos humanos en cada etapa del proyecto. Evalúa la disponibilidad, productividad y coordinación del personal para evitar tiempos muertos y maximizar la eficiencia operativa (Coronel et al., 2022).

Beneficios de la Planificación de Proyectos

La planificación detallada y bien ejecutada aporta múltiples beneficios. Según León et al. (2022), los principales son:

- La *precisión de los cronogramas* garantiza que las actividades del proyecto se planifiquen de manera detallada y realista, reduciendo al mínimo las desviaciones entre lo planificado y lo ejecutado, y evitando modificaciones constantes durante el desarrollo del proyecto.
- La *coordinación entre especialidades*, facilitada por la metodología BIM, permite integrar de manera coherente los aportes de arquitectos, ingenieros y

contratistas, resolviendo inconsistencias antes de llegar a la fase de ejecución, lo que previene problemas en la obra.

- La *detección temprana de conflictos* es fundamental para identificar y solucionar problemas potenciales durante la fase de planificación, utilizando herramientas como el clash detection para evitar que estos conflictos lleguen a la ejecución y provoquen retrasos y sobrecostos.
- La *reducción de retrabajos* se logra con una planificación efectiva que minimiza errores y actividades duplicadas, optimizando así el uso de recursos y tiempos, y asegurando un proyecto más eficiente y controlado.

Etapas de la planificación de proyectos

Para Cruz et.al. (2020) son:

A. Definición de objetivos:

- Establecer metas específicas, realistas y alcanzables dentro de los parámetros del proyecto.

B. Identificación de actividades:

- Descomponer el trabajo en tareas específicas y organizarlas en secuencia lógica.

C. Asignación de recursos:

- Determinar materiales, equipos y personal necesarios para cada actividad.

D. Elaboración del cronograma:

- Crear un plan detallado que incluya fechas de inicio y fin para cada actividad.

E. Control y seguimiento:

- Monitorear continuamente el progreso del proyecto para identificar y corregir desviaciones.

Problemas comunes en la planificación tradicional

Según Serrano (2022) son los siguientes:

- Falta de integración entre disciplinas: Discrepancias entre planos de arquitectura, estructura e instalaciones.
- Errores en los cronogramas: Subestimación o sobreestimación de tiempos.
- Ineficiencia en la asignación de recursos: Mala distribución de materiales y personal.
- Falta de previsión: No considerar riesgos e imprevistos en las etapas iniciales.

Beneficios de la planificación con metodología BIM

Para Prieto (2024) la metodología BIM introduce avances significativos en la planificación de proyectos, aportando precisión y eficiencia:

A. Vinculación de cronogramas con modelos 3D (4D BIM):

- Relaciona las actividades del cronograma directamente con los elementos constructivos, garantizando que los plazos sean realistas.

B. Detección temprana de conflictos:

- A través de herramientas como el Clash Detection, BIM identifica y elimina interferencias antes de la ejecución.

C. Optimización de recursos:

- BIM permite simular escenarios que optimizan el uso de materiales y personal.

D. Colaboración interdisciplinaria:

- Integra a todas las especialidades en un entorno común de datos, mejorando la comunicación y coordinación.

2.3. Marco Conceptual

BIM: se refiere a un proceso digital integral que abarca toda la información pertinente de un proyecto de construcción durante su ciclo de vida, desde la planificación inicial hasta el mantenimiento. (Lledò,2019).

Planificación de proyectos en construcción consiste en definir objetivos, actividades, recursos y cronogramas para asegurar el éxito del proyecto, anticipando problemas, optimizando recursos y minimizando riesgos, con el fin de cumplir con el tiempo, presupuesto y calidad establecidos (Enrique et.al.,2022).

III. METODOLOGÍA:

3.1. Población:

La población está constituida por los 9 profesionales involucrados en el proyecto de habilitación urbana de 8 hectáreas.

3.2. Muestra:

La muestra corresponde a estos 9 profesionales, quienes participaron en la planificación y ejecución del proyecto, evaluando las condiciones antes de la implementación de BIM (primera etapa, 4 hectáreas) y después de la implementación (segunda etapa, 4 hectáreas).

3.3. Operacionalización de las Variables

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLE	VARIABLE CONCEPTUAL	VARIABLE OPERACIONAL	VALOR INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. Metodología BIM	Uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción para integrar y gestionar datos de diseño,	Implementación de software BIM en los proyectos, capacitación del personal en el uso de BIM, integración de BIM en la planificación y	Introducción BIM Formación BIM Planificación BIM Ejecución BIM	-	Ordinal

	costos, ejecución de los tiempos y otros proyectos. aspectos del proyecto.
V.D. Planificación de proyectos	consiste en definir objetivos, actividades, recursos y cronogramas para asegurar el éxito del proyecto, anticipando problemas, optimizando recursos y minimizando riesgos, con el fin de cumplir con el tiempo, presupuesto y calidad establecidos (Enrique et.al.,2022).
	Medición de los tiempos de ejecución de los proyectos antes y después de la implementación de BIM, presupuesto, Control, conocimiento, orden, implementación, Encuesta capacitación, mejora continua

Nota. Elaboración propia

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos:

La técnica de recolección de datos utilizada en el presente estudio consistió en la aplicación de una encuesta en dos etapas: pre-test y post-test. Inicialmente, el pre-test se aplicó para evaluar la variable dependiente "Planificación de Proyectos" a un grupo clave de participantes involucrados en la planificación de proyectos dentro de Constructora Blas S.A.C., conformado por supervisores de obra, ayudantes de supervisor, residentes, ayudantes de residentes y especialistas en construcción, sumando un total de 9 profesionales que participaron en la primera etapa de una habilitación urbana. Posteriormente, tras implementar acciones vinculadas a la variable independiente "Metodología BIM", se aplicó nuevamente la misma encuesta como post-test, luego de la ejecución de la segunda etapa del mismo proyecto, con el objetivo de medir los cambios percibidos en la planificación de proyectos tras la intervención.

Al respecto. El instrumento utilizado fue una encuesta adaptada por Arroyo (2021), diseñada para medir las dimensiones clave de la variable dependiente "Planificación de Proyectos" Esta encuesta se estructuró en torno a tres dimensiones principales: i) Presupuesto, ii) Tiempo y iii) Mano de Obra; y se compuso de un total de 18 preguntas cerradas, correspondiendo 6 preguntas a cada dimensión.

La implementación de la variable independiente "Metodología BIM" se estructuró en torno a cuatro dimensiones clave, como son: i) Introducción BIM, ii) Capacitación BIM, iii) Planificación BIM y iv) Ejecución BIM; para cada una de estas dimensiones se desarrollaron acciones específicas que permitieron evaluar y optimizar su integración en los procesos de planificación de proyectos. Estas acciones incluyeron la creación de flujos de trabajo, talleres de capacitación, simulaciones de

planificación y diseño, y la generación de cronogramas y análisis de costos basados en modelos BIM.

3.5. Procedimientos:

El estudio se desarrolló en dos fases principales, la cual inicio con la fase de recolección de datos, se aplicó el cuestionario como pre-test a los supervisores de obra, ayudantes de supervisor, residentes, ayudantes de residentes y especialistas en construcción involucrados en la primera etapa de una habilitación urbana. Posteriormente, tras la implementación de las acciones vinculadas a la metodología BIM, se aplicó nuevamente el cuestionario como post-test, evaluando la segunda etapa del proyecto. Luego, en la fase de análisis de datos, se sistematizaron los datos recolectados del pre-test y post-test, se realizaron análisis estadísticos como la prueba de normalidad utilizando la prueba de Shapiro-Wilks, dado el tamaño de la población menor a 50 encuestados y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para evaluar los cambios en la planificación de proyectos, y se interpretaron los resultados obtenidos para la elaboración del informe final del estudio.

3.6. Diseño de Contrastación:

El diseño de contrastación fue de tipo pre-experimental, utilizando técnicas estadísticas para evaluar los cambios en la variable dependiente "Planificación de Proyectos" tras la implementación de la metodología BIM; en ese sentido, se aplicaron pruebas de hipótesis mediante el uso de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, adecuada para muestras relacionadas, con el fin de analizar las diferencias significativas entre los resultados del pre-test y el post-test.

Asimismo, los indicadores evaluados incluyeron el control y precisión en las partidas presupuestarias, el cumplimiento de los tiempos establecidos y la mejora en la

supervisión de las actividades laborales, todos ellos vinculados a las dimensiones de Presupuesto, Tiempo y Mano de Obra. Estos análisis permitieron determinar el impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos dentro de la empresa Constructora Blas S.A.C.

3.7. Procesamiento y Análisis de datos:

El procesamiento de los datos recolectados incluyó la codificación y el ingreso en un software estadístico, seguido de la verificación y limpieza para asegurar su calidad. El análisis se realizó mediante estadísticas descriptivas para interpretar las respuestas obtenidas en las encuestas pre-test y post-test, y estadísticas inferenciales para evaluar los cambios significativos en las dimensiones de la variable dependiente "Planificación de Proyectos" tras la implementación de la metodología BIM.

Para el análisis inferencial, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, dado que se trabajó con muestras relacionadas, permitiendo identificar diferencias en los indicadores de las dimensiones Presupuesto, Tiempo y Mano de Obra. Estas diferencias incluyeron aspectos como el control de los materiales y costos, el cumplimiento de los tiempos establecidos y la mejora en la supervisión y capacitación del personal. Los resultados obtenidos fueron sistematizados e interpretados para determinar el impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos de Constructora Blas S.A.C.

3.8. Consideraciones éticas:

Se garantizó la confidencialidad y anonimato de los participantes, obteniendo su consentimiento informado, la participación fue voluntaria, permitiendo retirarse en cualquier momento sin penalización. Los resultados se reportarán de manera transparente y objetiva, sin sesgo ni manipulación de datos.

IV. RESULTADOS

El presente capítulo detalla los resultados obtenidos a partir del análisis de datos en función de los objetivos planteados en esta investigación. El objetivo general, evaluar el impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C., Lima, se aborda mediante el análisis de las deficiencias previas en la planificación, las mejoras observadas tras la implementación de BIM y la relación entre estas mejoras y los indicadores clave de planificación. Los objetivos específicos se presentan en una secuencia lógica, comenzando con la descripción de las deficiencias detectadas, seguido del análisis de los resultados post-test y finalizando con el estudio de la correlación entre BIM y las mejoras en la planificación.

4.1. Objetivo específico 1: Análisis descriptivo de las deficiencias actuales en la planificación de los proyectos sin la metodología BIM en la empresa Constructora Blas S.A.C.

Tabla 2

Resultados del Pretest: Evaluación de las Deficiencias en la Planificación de Proyectos sin Metodología BIM

Variables / Dimensiones	Malo		Regular		Bueno		Total
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	
V. Planificación de proyectos	2	22.2%	7	77.8%	0	0.0%	9
D. Presupuesto	5	55.6%	4	44.4%	0	0.0%	9
D. Tiempo	3	33.3%	6	66.7%	0	0.0%	9
D. Mano de obra	3	33.3%	6	66.7%	0	0.0%	9

Nota. Elaboración propia

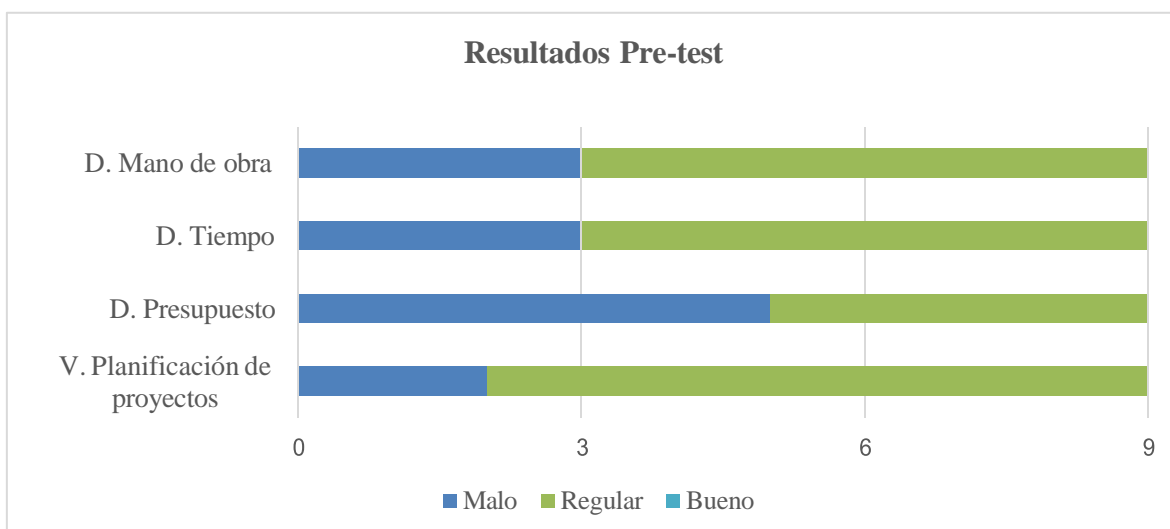
En la tabla 2, los resultados del pretest, realizados para evaluar las deficiencias en la planificación de proyectos sin la metodología BIM en Constructora Blas S.A.C., reflejan importantes carencias en las dimensiones analizadas. En términos generales, la planificación de proyectos fue evaluada como "Malo" por el 22.2% de los participantes, mientras que el 77.8% la calificó como "Regular", sin reportarse ningún caso de evaluación "Buena".

En la dimensión de presupuesto, el 55.6% consideró que la gestión fue deficiente, mientras que el 44.4% la catalogó como "Regular", lo que evidencia una clara necesidad de mejoras en la precisión y control financiero. La dimensión de tiempo mostró que el 33.3% evaluó negativamente la planificación, y el 66.7% la calificó como "Regular", revelando problemas en el cumplimiento de cronogramas. Finalmente, en la dimensión de mano de obra, los resultados fueron similares, con el 33.3% calificando la planificación como "Malo" y el 66.7% como "Regular", indicando ineficiencias en la asignación y uso de recursos humanos.

En conjunto, estos resultados destacan serias deficiencias en los procesos tradicionales de planificación, especialmente en presupuesto, lo que subraya la necesidad de una intervención metodológica.

Figura 1

Distribución de las Deficiencias en la Planificación de Proyectos sin Metodología BIM



Nota. Elaboración propia

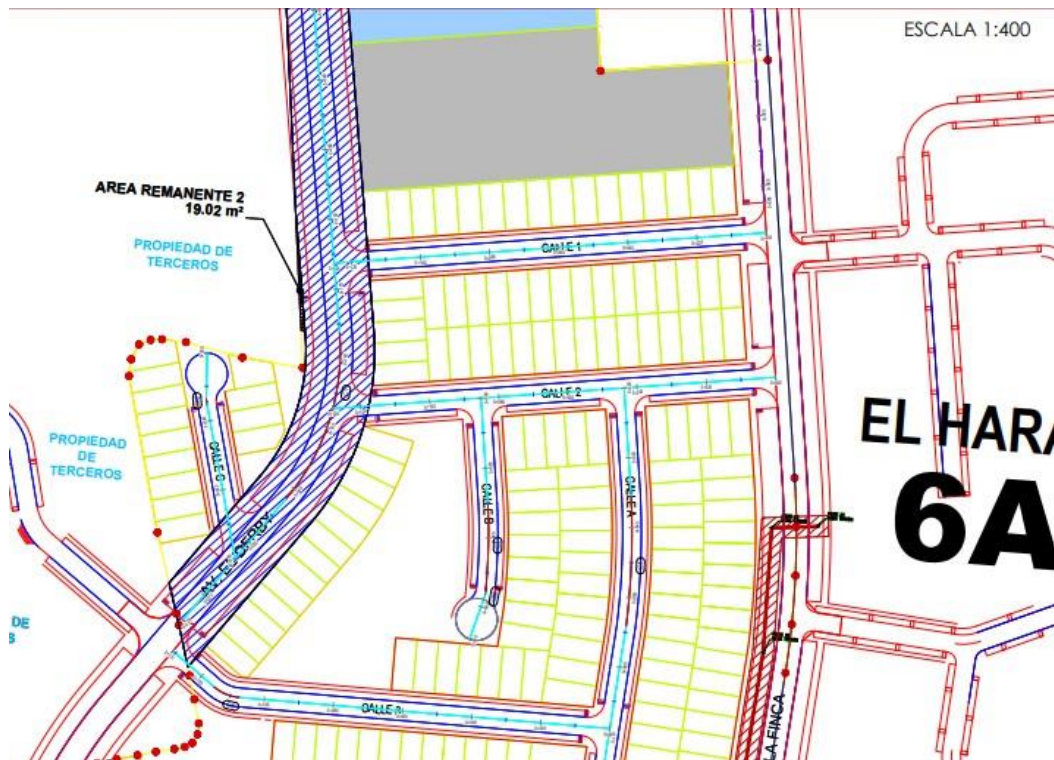
La Figura 1, por su parte, presenta una representación gráfica de estos resultados, mostrando de manera visual la distribución de las calificaciones obtenidas en cada dimensión. Se observa una predominancia de las categorías "Malo" y "Regular" en todas las dimensiones evaluadas, siendo más notorio en el presupuesto, lo que refuerza la conclusión de que los proyectos sin BIM enfrentan serias deficiencias en su planificación.

4.2. Objetivo específico 2: Evaluar cómo la implementación de la metodología BIM afecta la precisión y coherencia en la planificación de los cronogramas de proyectos dentro de la empresa Constructora Blas S.A.C.

Durante ejecución la segunda etapa de una habilitación urbana, se gestionó la planificación de los proyectos haciendo uso de la metodología BIM, para lo cual se utilizó como herramienta los softwares Autodesk Civil 3D y Autodesk Navisworks; por lo que habiendo definido las herramientas a usar, se revisó los planos a ejecutar, con el fin de determinar entre otros factores, las condiciones geométricas y topográficas del proyecto a ejecutar, según sus planos proyectados, como el que se muestra a continuación:

Figura 2

Plano Topográfico y Geométrico del Proyecto de Habilitación Urbana

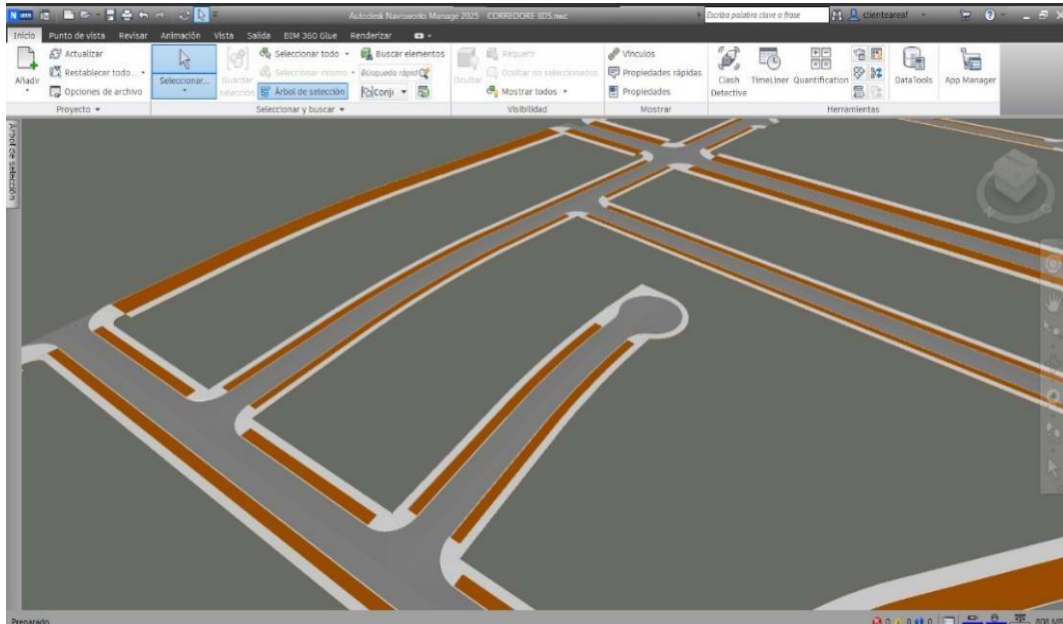


Nota. Esta figura muestra las condiciones geométricas y topográficas del proyecto, proporcionando la base para el modelado 3D y la planificación con metodología BIM.

Posteriormente, habiendo definido las características técnicas de los elementos a construir, se generó un modelo 3D del proyecto utilizando, generando los elementos a construir, tales como pistas, vereda, jardines, estacionamientos, parques y demás, encontrándose este modelo compatibilizado con los planos de ejecución de obra. A continuación, se muestra el modelo para la mencionada etapa de habilitación urbana:

Figura 3

Modelo 3D del Proyecto de Habilitación Urbana Generado en Autodesk Civil 3D

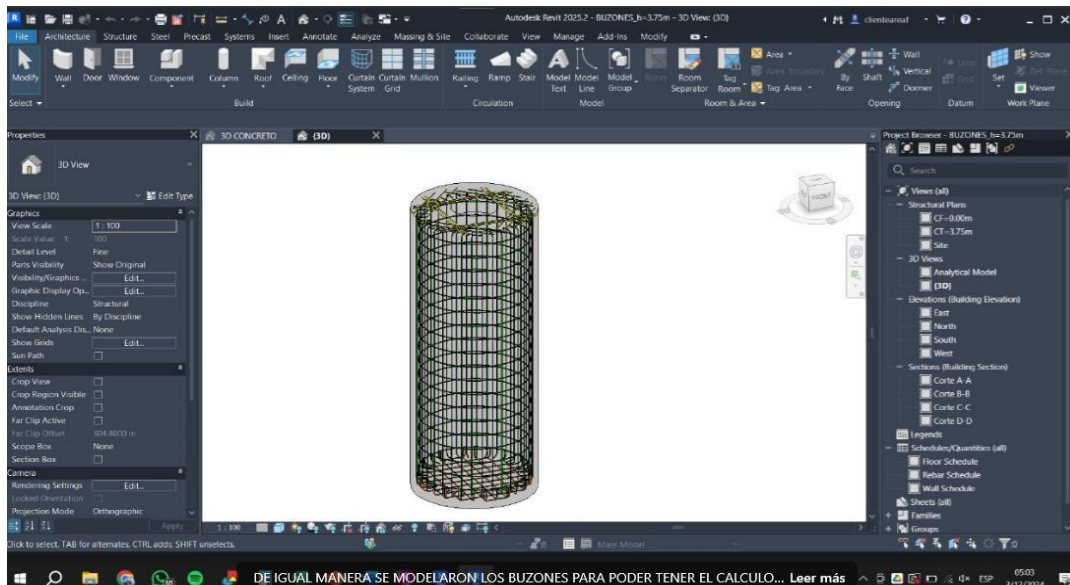


Nota. Representación tridimensional del proyecto, que incluye pistas, veredas, jardines, estacionamientos y parques.

Es de precisar, que el mencionado modelamiento incluyó elementos referentes a los sistemas de distribución de agua y alcantarillado, los cuales luego de ser diseñados, fueron modelados e incluidos en el modelamiento.

Figura 4

Modelo 3D de Sistemas de Distribución de Agua y Alcantarillado



Nota. La figura detalla el modelado de los sistemas de distribución de agua y alcantarillado, integrados al diseño principal para evaluar su compatibilidad antes de la ejecución

Luego del modelado se programaron reuniones con los responsables de las distintas especialidades, entre los que se tuvo a Residente, Supervisor y distintos especialistas en infraestructura vial, redes sanitarias, drenaje pluvial y diseño eléctrico. Estas reuniones tuvieron como objetivo principal revisar el modelo BIM generado, identificar posibles interferencias entre las disciplinas y realizar los ajustes necesarios en un entorno colaborativo.

Durante las sesiones, se analizaron las soluciones propuestas para conflictos detectados en el diseño y se validaron los cronogramas y presupuestos derivados del modelo. Asimismo, se aprovechó la visualización tridimensional para optimizar la comprensión del proyecto por parte de todos los involucrados, asegurando una alineación clara de las responsabilidades y

expectativas. Esto permitió anticipar problemas en la ejecución, minimizar costos adicionales y garantizar una implementación más eficiente y coordinada en el campo.

Finalmente, se realizaron simulaciones para evaluar diferentes escenarios de diseño, optimizando los resultados a través de iteraciones rápidas y análisis de interferencias. Este enfoque permitió desarrollar un proyecto más preciso y eficiente en comparación con los métodos tradicionales, lo que será evaluado estadísticamente mediante la prueba de Wilcoxon para medir las diferencias en términos de planificación y ejecución. Las imágenes del desarrollo del modelo en Civil 3D fueron documentadas para respaldar cada fase del proceso y servir como evidencia de la implementación.

Tabla 3

Resultados del Post-test: Evaluación de las Mejoras en la Planificación de Proyectos con Metodología BIM

Variables / Dimensiones	Malo		Regular		Bueno		Total
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	
V. Planificación de proyectos	0	0.0%	1	11.1%	8	88.9%	9
D. Presupuesto	0	0.0%	1	11.1%	8	88.9%	9
D. Tiempo	0	0.0%	1	11.1%	8	88.9%	9
D. Mano de obra	0	0.0%	1	11.1%	8	88.9%	9

Nota. Elaboración propia

Posteriormente, luego de la ejecución de la segunda etapa del proyecto se evaluó la variable “Planificación de Proyectos” haciendo uso de su instrumento de evaluación a manera de post-test. Al respecto, como resultado de ello en la tabla 3, la implementación de la metodología BIM en la planificación de proyectos produjo una transformación significativa

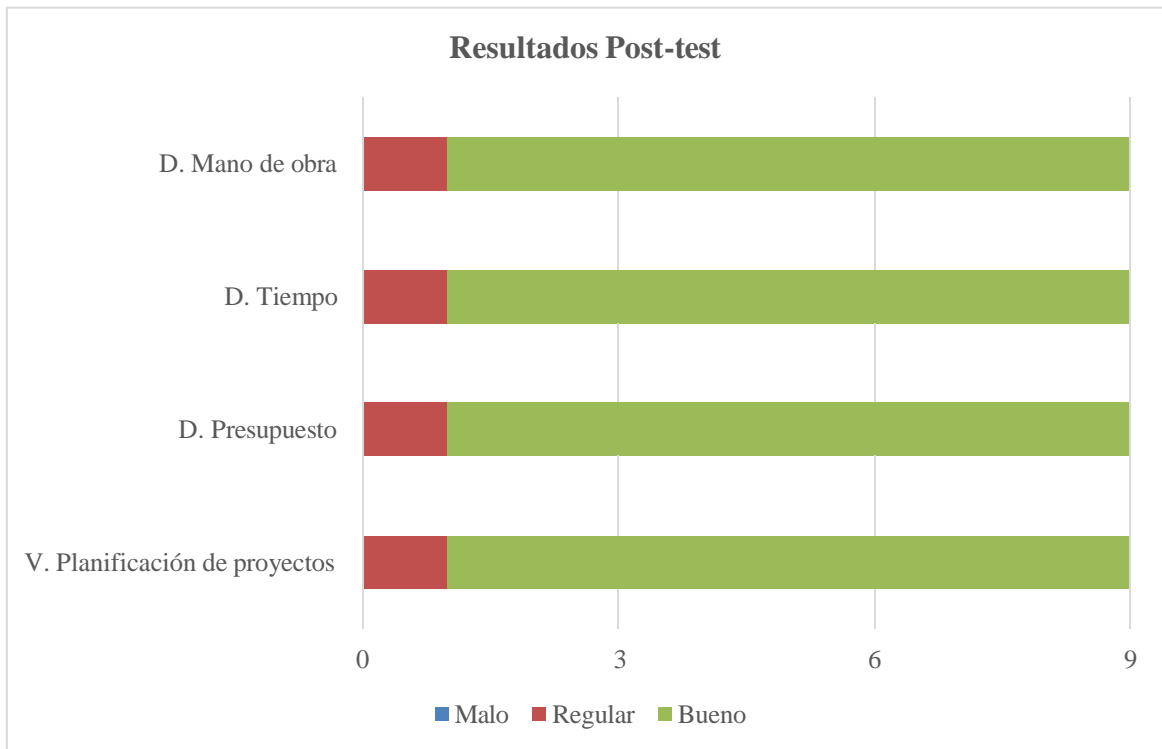
en los resultados obtenidos durante el post-test. A nivel general, el 88.9% de los participantes evaluó la planificación de proyectos como "Buena", mientras que solo el 11.1% la calificó como "Regular", eliminando completamente la categoría "Malo".

En la dimensión de presupuesto, se alcanzó un desempeño óptimo, con el 88.9% de evaluaciones "Buenas" y el resto como "Regular". Este cambio refleja una mejora considerable en la precisión y control financiero. Respecto al tiempo, se observó una evolución similar, con el 88.9% de los encuestados evaluando positivamente la planificación y solo el 11.1% ubicándola en la categoría "Regular". La dimensión de mano de obra también experimentó avances destacados, logrando que el 88.9% calificara el uso y gestión de recursos humanos como "Bueno".

Estos hallazgos confirman el impacto positivo de la metodología BIM en la planificación de proyectos, reduciendo las deficiencias observadas en el pretest y optimizando las dimensiones clave de presupuesto, tiempo y mano de obra. La implementación de esta metodología ha permitido transformar los procesos de planificación, logrando una mayor eficiencia y precisión en la gestión de proyectos.

Figura 5

Distribución de las Mejoras en la Planificación de Proyectos tras la Implementación de la Metodología BIM



Nota. Elaboración propia

La Figura 5 muestra de forma gráfica la distribución de las mejoras en la planificación de proyectos tras la implementación de la metodología BIM. En esta representación, se evidencia una predominancia de proyectos clasificados como "Bueno" en todas las dimensiones evaluadas, destacándose especialmente en los indicadores de tiempo y mano de obra. La ausencia de resultados en la categoría "Malo" refuerza el impacto positivo de BIM en la eliminación de las deficiencias observadas en el pretest.

La gráfica permite visualizar claramente cómo la metodología BIM transformó la gestión de los proyectos, logrando un desempeño óptimo en términos de tiempo, presupuesto y mano

de obra. Además, resalta el éxito en la implementación de BIM para abordar los problemas críticos que limitaban la planificación en etapas previas.

4.3. Objetivo 3: Determinar la correlación entre la implementación de la metodología BIM y la mejora en la planificación de proyectos en la empresa Constructora Blas S.A.C.

5.3.1 Prueba de Normalidad para los Resultados de la Planificación con y sin Metodología BIM

Tabla 4

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk por dimensiones

	Shapiro-Wilk			Resultados
	Estadístico	gl	Sig.	
V. Planificación de proyectos	0.812	9	0.028	No Normal
D.Presupuesto	0.810	9	0.027	No Normal
D.Tiempo	0.900	9	0.254	Normal
D. Mano de Obra	0.838	9	0.055	Normal

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Elaboración propia

La Tabla 4 presenta los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk aplicada a la diferencia entre el post-test y pre-test en las dimensiones de la variable dependiente "Planificación de Proyectos". Esta prueba permitió evaluar si la mencionada diferencia en ambos escenarios del estudio seguía una distribución normal, lo cual es un aspecto crucial para seleccionar las herramientas estadísticas más adecuadas para el análisis. Los resultados muestran que las dimensiones de "Planificación de Proyectos" y "Presupuesto" tienen valores de significancia de 0.028 y 0.027, respectivamente, lo que indica que sus datos no

presentan una distribución normal. Esto sugiere una alta variabilidad en las respuestas y refuerza la necesidad de utilizar pruebas no paramétricas, como la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, para evaluar los cambios en estas dimensiones.

En contraste, las dimensiones "Tiempo" y "Mano de Obra" muestran valores de significancia de 0.254 y 0.055, respectivamente, lo que evidencia que sus datos se distribuyen normalmente o están cercanos a una distribución normal. Este comportamiento permite considerar la posibilidad de usar análisis estadísticos paramétricos para estas dimensiones, aunque también es viable continuar con pruebas no paramétricas para mantener la consistencia en el análisis.

Tabla 5

Resultados de la Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas

N total	9
Estadístico de prueba	45.000
Error estándar	8.426
Estadístico de prueba estandarizado	2.670
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.008

Nota. Elaboración propia

La Tabla 5 presenta los resultados de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, utilizada para analizar las diferencias significativas entre las respuestas del pre-test y el post-test de los 9 profesionales involucrados en el estudio en la variable dependiente “Planificación de Proyectos”; este análisis estadístico no paramétrico, descrito en la metodología, fue seleccionado por ser adecuado para trabajar con muestras relacionadas, como las mediciones realizadas antes y después de implementar la metodología BIM.

Los resultados del análisis indican que el estadístico de prueba estandarizado ($Z = 2.670$) refleja una diferencia significativa entre las mediciones de ambas etapas. Este hallazgo es respaldado por el valor de significancia ($p = 0.008$), el cual es menor al nivel convencional de 0.05, confirmando que las mejoras observadas no son producto del azar, sino consecuencia directa de la intervención con BIM.

Estos resultados son consistentes con la descripción metodológica, que incluyó acciones como simulaciones de planificación, análisis de costos basados en modelos digitales y talleres de capacitación. En conjunto, estos hallazgos respaldan la hipótesis del estudio y destacan el impacto positivo de la implementación de BIM en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C.

4.4. Objetivo general: Evaluar el impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C, Lima.

Tabla 6

Diferencia Post-test – Pre-test

Dimensión	Promedio Pre-test	Promedio Post-test	Diferencia Promedio
D. Presupuesto	46.67	77.67	+31.00
D. Tiempo	13.67	25.33	+11.67
D. Mano de Obra	15.67	26.22	+10.56
V. Planificación de proyectos	17.44	26.11	+8.67

Nota. Elaboración propia

La Tabla 6 presenta los resultados que evalúan el impacto global de la metodología BIM en la variable dependiente, planificación de proyectos, alineándose con el objetivo general del estudio. Los datos comparan los promedios del pre-test y el post-test en las dimensiones clave de presupuesto, tiempo y mano de obra, destacando mejoras significativas en todas ellas tras la implementación de BIM.

En la dimensión de presupuesto, el promedio aumentó de 13.67 en el pre-test a 25.33 en el post-test, con una diferencia de +11.67. Este resultado indica una mejora sustancial en el control financiero y la precisión presupuestaria, consolidando la capacidad de BIM para optimizar esta dimensión crítica de la planificación.

En la dimensión de tiempo, se registró un incremento del promedio de 15.67 a 26.22, con una diferencia de +10.56. Este cambio evidencia que BIM contribuye a una mayor eficiencia en la programación y cumplimiento de cronogramas, reduciendo los retrasos en los proyectos.

En la dimensión de mano de obra, el promedio pasó de 17.44 a 26.11, con una diferencia de +8.67. Este resultado resalta la efectividad de BIM en la asignación y gestión de recursos humanos, mejorando significativamente la productividad y coordinación en los proyectos.

Finalmente, en la dimensión global de planificación de proyectos, el promedio incrementó de 46.67 a 77.67, con una diferencia de +31.00, lo que confirma el impacto integral de la metodología BIM en la optimización de los procesos.

Estos hallazgos confirman que la implementación de BIM tiene un impacto positivo integral en la planificación de proyectos, cumpliendo con el objetivo general de este estudio. Las mejoras observadas en todas las dimensiones clave no solo validan la eficacia de esta metodología, sino que también la posicionan como una herramienta estratégica para la optimización y sostenibilidad de los procesos de planificación en la empresa Constructora Blas S.A.C.

4.5. Proponer un plan para optimizar la planificación de los proyectos de construcción mediante la implementación de la metodología BIM, asegurando la coherencia entre las diferentes especialidades técnicas.

La implementación de BIM en la segunda etapa de habilitación urbana de Constructora Blas S.A.C. busca resolver las deficiencias observadas en la primera etapa, optimizando las dimensiones de presupuesto, tiempo y mano de obra. Esta propuesta se desarrolla con base en los resultados del pre-test y post-test, demostrando que BIM no solo mejora la

planificación, sino que también promueve un enfoque más colaborativo y eficiente en la ejecución de proyectos de habilitación urbana.

5.5.1. Capacitación y Desarrollo del Personal

El éxito en la implementación de la metodología BIM radica en la capacidad del equipo para manejar las herramientas, comprender los procesos y colaborar eficazmente. Por ello, la capacitación y el desarrollo del personal deben abordarse como un proceso continuo y estratégico. A continuación, se detallan las acciones específicas dentro de este componente:

A. Talleres Iniciales

Los talleres iniciales constituyen el punto de partida para familiarizar al equipo con los fundamentos de la metodología BIM. En esta etapa, se busca garantizar que todos los involucrados comprendan los conceptos básicos y adquieran competencias iniciales en el uso de las herramientas digitales:

A.1 Introducción a los conceptos básicos de BIM:

- Explicación del modelo colaborativo que integra datos de diseño, construcción y operación.
- Descripción de los beneficios de BIM, como la reducción de errores, optimización de tiempos y costos, y mejora en la coordinación interdisciplinaria.

A.2 Capacitación en el uso de software BIM:

- Entrenamiento práctico en herramientas específicas como Revit para modelado 3D, Navisworks para detección de conflictos, y Tekla para estructuras complejas.
- Sesiones guiadas que incluyan ejemplos reales y simulaciones de proyectos para reforzar el aprendizaje.

A.3. Participación activa:

- Ejercicios interactivos donde los participantes trabajen en equipos multidisciplinarios para crear y revisar modelos básicos.

B. Certificación y Formación Continua

La capacitación no debe limitarse a los talleres iniciales; el aprendizaje debe extenderse a lo largo del tiempo para asegurar que el personal se mantenga actualizado con las mejores prácticas y avances tecnológicos:

B.1 Inscripción en programas certificados:

- Fomentar la participación en cursos especializados ofrecidos por instituciones reconocidas, como Autodesk, Graphisoft o Bentley Systems.
- Proporcionar incentivos para que el personal obtenga certificaciones oficiales, como el Autodesk Certified Professional (ACP).

B.2. Política de actualización tecnológica periódica:

- Implementar un calendario anual de capacitación para abordar innovaciones en software, actualizaciones de normas internacionales (como ISO 19650) y técnicas avanzadas de modelado.
- Incluir seminarios y webinars dictados por expertos en BIM para que el equipo conozca las últimas tendencias y casos de éxito.

C. Capacitación Interdisciplinaria

BIM es una metodología colaborativa, y su implementación exitosa requiere que las diferentes disciplinas trabajen juntas de manera armónica. Por ello, es fundamental fomentar la integración y el entendimiento entre arquitectos, ingenieros y constructores:

C.1. Ejercicios prácticos de integración:

- Diseñar actividades donde los equipos de diferentes especialidades trabajen juntos para resolver problemas comunes, como la coordinación entre diseños estructurales y arquitectónicos.
- Simulaciones de proyectos donde se identifiquen y resuelvan interferencias mediante herramientas de detección de conflictos (Clash Detection).

C.2. Talleres de comunicación y trabajo en equipo:

- Impartir sesiones enfocadas en mejorar la comunicación y la gestión de conflictos entre disciplinas.
- Promover el uso de plataformas colaborativas (como BIM 360) para el intercambio eficiente de información.

C.3 Proyectos piloto interdisciplinarios:

- Asignar pequeños proyectos internos que requieran la colaboración de diferentes disciplinas, permitiendo que el equipo aplique los conocimientos adquiridos en un entorno controlado antes de abordar proyectos a gran escala.

D. Monitoreo y Evaluación del Progreso

Para garantizar la eficacia de la capacitación, es necesario monitorear continuamente el progreso del personal:

D.1 Evaluaciones periódicas:

- Aplicar pruebas teóricas y prácticas al personal para medir su nivel de competencia en BIM.

D.2. Feedback estructurado:

- Solicitar retroalimentación del equipo sobre la efectividad de los talleres y cursos, ajustando las estrategias de capacitación según sea necesario.

Tabla 7.

Capacitación y Desarrollo del Personal

Componente	Actividades Específicas	Resultados Esperados
Talleres Iniciales	Introducción a conceptos básicos de BIM; Capacitación en software como Revit y Navisworks	Familiarización con BIM, competencias iniciales adquiridas
Formación Continua	Cursos certificados; Actualizaciones tecnológicas anuales	Equipo actualizado con mejores prácticas
Actividades Interdisciplinarias	Ejercicios prácticos, proyectos piloto interdisciplinarios	Mejora en la coordinación y trabajo en equipo

Nota. Elaboración propia

4.4.2. Adopción de Software y Herramientas Digitales

La implementación de la metodología BIM requiere una infraestructura tecnológica robusta que garantice una gestión eficiente y colaborativa de los proyectos. Seleccionar, estandarizar y optimizar el uso de herramientas digitales es un paso crucial para lograr la integración interdisciplinaria y el éxito de la metodología. A continuación, se desarrollan los componentes esenciales de este proceso:

A. Software Principal

Un software BIM centralizado debe ser el núcleo de la implementación, ya que permite la integración de datos de diseño, cronogramas y costos. Es fundamental elegir herramientas que respondan a las necesidades específicas del proyecto y que sean compatibles con las habilidades del equipo:

A.1 Modelado 3D:

- Revit es una de las herramientas más utilizadas para crear modelos tridimensionales que incorporan datos de arquitectura, estructuras e instalaciones. Su interfaz intuitiva y capacidades avanzadas facilitan la creación de diseños detallados y precisos.

A.2. Detección de conflictos:

- Navisworks es ideal para identificar y resolver interferencias entre disciplinas antes de la construcción. Su capacidad de Clash Detection permite simular escenarios y prevenir errores costosos.

A.3. Planificación 4D y análisis 5D:

- Synchro Pro es una herramienta avanzada que combina cronogramas (4D) con análisis de costos (5D), optimizando los recursos y ajustando las actividades en tiempo real.

A.4. Simulaciones y análisis:

- Softwares como Tekla Structures o InfraWorks permiten realizar simulaciones estructurales o urbanísticas, garantizando la viabilidad técnica y económica de los proyectos.

Acción recomendada:

Adquirir licencias específicas para cada software, capacitar al personal en su uso y designar responsables técnicos para la gestión de estas herramientas.

B. Entorno Común de Datos (CDE)

El CDE es una plataforma colaborativa que centraliza toda la información del proyecto, garantizando que esté actualizada y accesible para todos los participantes. Este entorno fomenta la colaboración, mejora la transparencia y reduce los errores causados por datos desactualizados o incompletos:

B.1 Plataforma colaborativa:

Autodesk Construction Cloud o BIM 360 son opciones recomendadas para gestionar proyectos en un entorno digital integrado. Estas herramientas permiten:

- Almacenar modelos, planos y documentación.
- Gestionar versiones y auditorías de cambios.
- Facilitar la comunicación entre disciplinas en tiempo real.

B.2. Almacenamiento en la nube:

- Asegura que los datos estén disponibles en cualquier momento y lugar, permitiendo a los equipos trabajar de manera remota y coordinada.

B.3. Seguimiento del progreso:

- Herramientas como Procore pueden complementar el CDE, ofreciendo funciones para monitorear avances, controlar presupuestos y registrar problemas en el sitio.

Acción recomendada:

Implementar una política de uso obligatorio del CDE para todos los participantes del proyecto, estableciendo permisos de acceso según roles y responsabilidades.

C. Compatibilidad

Para que BIM funcione de manera efectiva, es esencial que las herramientas seleccionadas sean compatibles con los sistemas y procesos de las diferentes especialidades técnicas:

C.1. Integración de herramientas:

- Asegurarse de que el software principal pueda importar y exportar datos en formatos estándar como IFC (Industry Foundation Classes) o DWG, garantizando la interoperabilidad entre plataformas.

C.2. Compatibilidad entre disciplinas:

Confirmar que los softwares utilizados por arquitectos, ingenieros y constructores puedan trabajar sin problemas entre sí. Por ejemplo:

- Revit (arquitectura y estructura) y Tekla (estructura) deben comunicarse para evitar discrepancias en los modelos.

- Navisworks debe ser capaz de integrar archivos provenientes de diferentes softwares para la detección de conflictos.

C.3. Actualizaciones periódicas:

- Mantener las herramientas actualizadas para garantizar que soporten las últimas funciones y sean compatibles con los estándares más recientes.

Acción recomendada:

Realizar auditorías técnicas periódicas para evaluar la compatibilidad y el rendimiento del software, ajustando la configuración o implementando nuevas herramientas según sea necesario.

Tabla 8

Adopción de Software y Herramientas Digitales

Herramienta	Función	Beneficio
Revit	Modelado 3D	Diseños detallados y precisos
Navisworks	Detección de conflictos (Clash Detection)	Prevención de errores costosos
Synchro Pro	Planificación 4D y análisis de costos 5D	Optimización de recursos y cronogramas

Nota. Elaboración propia

4.4.3. Creación de Flujos de Trabajo BIM

La creación de flujos de trabajo eficientes es uno de los pasos clave para garantizar una implementación exitosa de la metodología BIM. Estos flujos de trabajo deben estar estructurados y definidos para abarcar todas las fases del proyecto, desde el modelado inicial hasta la ejecución, asegurando la integración y coordinación de todas las especialidades involucradas. A continuación, se detalla cómo estructurar estos procesos:

A Modelado Inicial

El modelo BIM es el punto de partida y núcleo central del proyecto, ya que integra toda la información relevante en un entorno tridimensional. En esta fase se busca consolidar un modelo preliminar que sirva como base para todas las disciplinas técnicas:

A.1. Creación del modelo preliminar:

- Elaborar un modelo tridimensional inicial que incluya los componentes básicos de arquitectura, estructura e instalaciones (electricidad, mecánica, plomería, etc.).
- Utilizar software como Revit para integrar datos geométricos y no geométricos, garantizando que cada elemento esté correctamente definido.

A.2. Establecimiento de parámetros estandarizados:

- Definir nomenclaturas, códigos de identificación de elementos y niveles de detalle (LOD, Level of Development) según las necesidades del proyecto.
- Ejemplo: Un modelo en fase preliminar podría tener un LOD 200 (conceptual), mientras que el modelo para construcción debe alcanzar un LOD 400 (ejecutivo).

A.3. Colaboración entre especialidades:

- Integrar la información de cada especialidad en un único modelo colaborativo, utilizando formatos interoperables como IFC para garantizar la compatibilidad entre disciplinas.

Acción recomendada:

Establecer reuniones iniciales con todas las especialidades para definir objetivos, parámetros y entregables del modelo preliminar.

B. Revisión y Coordinación

La coordinación es esencial para garantizar que el modelo BIM sea consistente y que las diferentes disciplinas trabajen en armonía. Las revisiones periódicas del modelo permiten detectar y resolver problemas antes de que lleguen a la fase de construcción:

B.1. Revisión periódica del modelo:

- Programar sesiones de revisión semanal o quincenal para analizar los avances del modelo.
- Utilizar herramientas como Navisworks para realizar detección de conflictos (Clash Detection) y evaluar si existen interferencias entre componentes de diferentes disciplinas.
- Ejemplo: Detectar un conflicto entre una tubería y una viga estructural, y resolverlo en el modelo antes de que afecte la obra.

B.2. Protocolos de coordinación:

- Establecer procedimientos para documentar los conflictos detectados, asignar responsabilidades para su resolución y registrar las soluciones implementadas.
- Crear matrices de seguimiento para evaluar el progreso en la resolución de conflictos.

B.3. Integración de retroalimentación:

- Incorporar comentarios y ajustes sugeridos por los equipos de diseño y construcción durante las sesiones de revisión.

Acción recomendada:

Implementar un sistema de auditoría interna para verificar que el modelo actualizado cumpla con los estándares establecidos y esté libre de conflictos antes de pasar a la siguiente fase.

C. Planificación 4D y 5D

La verdadera potencia de BIM radica en su capacidad para ir más allá del diseño tridimensional, incorporando dimensiones adicionales como la planificación del tiempo (4D) y los costos (5D). Esta etapa asegura que el modelo no solo represente el diseño, sino también las etapas del proyecto y los recursos asociados:

C.1. Planificación 4D:

- Vincular actividades del cronograma al modelo BIM, creando una simulación visual que muestra cómo se desarrollará el proyecto en el tiempo.
- Ejemplo: Visualizar la construcción de una estructura paso a paso, identificando posibles retrasos y optimizando el cronograma.
- Utilizar herramientas como Synchro o Navisworks para generar simulaciones dinámicas.

C.2. Análisis de costos 5D:

- Asociar los costos a cada elemento del modelo para obtener estimaciones precisas y analizar el impacto financiero de las decisiones de diseño.

- Ejemplo: Evaluar el costo total de los materiales de una sección del edificio y compararlo con el presupuesto inicial.

C.3. Optimización de recursos:

- Utilizar la información del modelo para planificar de manera eficiente la asignación de mano de obra, maquinaria y materiales.
- Realizar simulaciones de escenarios alternativos para identificar la estrategia más eficiente.

Acción recomendada:

Incorporar revisiones periódicas de los cronogramas y costos para garantizar que estén alineados con el modelo BIM y los objetivos del proyecto.

Tabla 9

Creación de Flujos de Trabajo BIM

Fase	Acciones	Resultados
Modelado Inicial	Creación del modelo preliminar; Colaboración entre especialidades	Modelo integrado y coordinado
Revisión y Coordinación	Sesiones de revisión semanal; Resolución de conflictos	Modelo libre de interferencias

Planificación 4D/5D	Simulaciones dinámicas;	Cronogramas	y
	Análisis de costos	presupuestos	
		optimizados	

Nota. Elaboración propia

D. Beneficios de los Flujos de Trabajo BIM

Un flujo de trabajo bien estructurado con BIM proporciona los siguientes beneficios:

D.1. Detección temprana de problemas:

- Identificar conflictos en el modelo antes de la construcción reduce costos y retrabajos.

D.2. Mayor transparencia:

- Facilitar el acceso a toda la información del proyecto mejora la comunicación y coordinación entre equipos.

D.3. Eficiencia en recursos:

- Optimizar la planificación del tiempo y los costos permite una ejecución más ágil y económica.

4.4.4. Integración Interdisciplinaria

La integración interdisciplinaria es un pilar fundamental en la implementación de la metodología BIM, ya que involucra a múltiples especialidades técnicas que deben colaborar de manera coordinada para garantizar el éxito del proyecto. La falta de coherencia entre disciplinas puede generar conflictos, retrasos y costos adicionales. Por ello, es imprescindible establecer estrategias y procesos que fomenten una colaboración efectiva, asegurando que todas las partes trabajen bajo un enfoque común. A continuación, se desarrolla una propuesta detallada para lograr esta integración:

A. Sesiones de Coordinación

Las sesiones de coordinación interdisciplinaria son esenciales para revisar los avances, identificar problemas y resolver conflictos de manera temprana:

A.1. Frecuencia y participantes:

- Realizar reuniones semanales con representantes de todas las disciplinas involucradas: arquitectos, ingenieros estructurales, especialistas en instalaciones (M&E), contratistas y supervisores de obra.
- Estas reuniones deben incluir tanto al equipo técnico como a los responsables de la toma de decisiones.

A.2. Agenda estructurada:

Definir un orden del día que incluya:

- Revisión de avances en el modelo BIM.
- Identificación de conflictos (p. ej., interferencias entre disciplinas).
- Discusión de soluciones y asignación de tareas.

- Seguimiento de decisiones tomadas en reuniones previas.

A.3. Uso de tecnología en las reuniones:

- Utilizar software como Navisworks o BIM 360 para presentar el modelo actualizado y realizar revisiones en tiempo real.
- Compartir documentos y reportes a través de un Entorno Común de Datos (CDE) para facilitar el acceso a la información durante las reuniones.

Acción recomendada:

Designar un coordinador BIM que facilite estas sesiones y se asegure de que las decisiones sean documentadas y comunicadas efectivamente a todos los participantes.

B. Protocolos de Colaboración

Establecer protocolos claros y estándares comunes es crucial para garantizar que la información fluya de manera uniforme entre las disciplinas y que las entregas cumplan con los requisitos del proyecto:

B.1. Estandarización de datos:

- Definir formatos y nomenclaturas comunes para todos los elementos del modelo BIM, como nombres de archivos, niveles de detalle (LOD) y códigos de identificación de componentes.
- Utilizar estándares internacionales como ISO 19650 para gestionar la información y garantizar la interoperabilidad.

B.2. Procesos de intercambio de información:

- Implementar un sistema claro para la transferencia de modelos y datos, especificando cuándo y cómo deben ser compartidos.

- Ejemplo: Los arquitectos entregan el modelo preliminar al equipo de estructuras, que lo revisa y lo devuelve con comentarios o modificaciones.

B.3. Criterios de validación y aceptación:

- Establecer un proceso para revisar y aprobar las entregas, asegurando que cumplan con los requerimientos técnicos antes de ser integradas en el modelo principal.

B.4. Gestión de cambios:

- Crear un protocolo para documentar y comunicar cambios en el modelo, asegurando que todas las disciplinas estén informadas de las modificaciones realizadas.

Acción recomendada:

Publicar un Manual BIM del Proyecto que detalle todos los estándares y protocolos de colaboración para que los equipos técnicos lo utilicen como guía.

C. Roles Claros

Definir roles y responsabilidades específicas dentro del entorno BIM ayuda a evitar malentendidos, duplicidad de tareas y conflictos entre disciplinas:

C.1. Coordinador BIM:

- Persona responsable de supervisar el modelo, garantizar que se sigan los estándares establecidos y gestionar la comunicación entre disciplinas.

C.2. Líderes de Disciplina:

- Cada especialidad (arquitectura, estructuras, instalaciones, etc.) debe contar con un líder encargado de coordinar las actividades de su equipo y asegurar que las entregas sean precisas y puntuales.

C.3. Modeladores BIM:

- Profesionales encargados de construir y actualizar los modelos de cada disciplina, siguiendo las directrices definidas por el coordinador BIM y los líderes de disciplina.

C.4. Responsables de validación:

- Miembros del equipo encargados de revisar los modelos y aprobar su integración en el modelo principal.

Acción recomendada:

Crear un organigrama BIM que muestre claramente la jerarquía y las funciones de cada participante en el proyecto.

D. Beneficios de la Integración Interdisciplinaria

D.1. Reducción de conflictos:

- La detección temprana y resolución de interferencias entre disciplinas minimiza retrabajos y sobrecostos.

D.2. Mejora en la comunicación:

- Los protocolos establecidos aseguran un flujo de información uniforme y transparente.

D.3. Eficiencia en la ejecución:

- La colaboración coordinada garantiza que las decisiones se implementen de manera efectiva, optimizando los tiempos del proyecto.

4.4.5. Indicadores de Desempeño y Monitoreo

El uso de indicadores de desempeño y monitoreo es esencial para evaluar de manera objetiva el impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos. Estos indicadores permiten medir mejoras en tiempo, costos y calidad, proporcionando datos cuantitativos y cualitativos que guían la toma de decisiones y aseguran el éxito del proyecto. A continuación, se detallan los principales indicadores y las estrategias para su implementación:

A. Indicadores de Tiempo

El tiempo es uno de los recursos más críticos en cualquier proyecto de construcción. Los indicadores de tiempo permiten medir la eficiencia de los cronogramas y evaluar cómo BIM ayuda a reducir las desviaciones y retrasos:

A.1. Desviación del cronograma:

- Mide la diferencia entre el cronograma planificado y el tiempo real de ejecución, antes y después de implementar BIM. Una desviación menor tras la adopción de BIM indicará mejoras en la planificación.
- Ejemplo: Si el cronograma inicial contemplaba 100 días y el proyecto se ejecutó en 95 días tras BIM, la mejora es evidente.

A.2. Cumplimiento de hitos clave:

- Evalúa si los hitos importantes del proyecto (como entrega de diseños, aprobaciones y etapas constructivas) se completan en las fechas previstas.

A.3. Impacto en la gestión del tiempo:

- Analiza cómo las herramientas de planificación 4D contribuyen a prever retrasos y optimizar el flujo de trabajo.

Acción recomendada:

Realizar revisiones periódicas de los cronogramas utilizando simulaciones 4D en herramientas como Synchro o Navisworks, y registrar los tiempos reales de ejecución para compararlos con los planificados.

B. Indicadores de Costos

Los costos son un parámetro esencial para medir la viabilidad económica y la eficiencia financiera de un proyecto. Los indicadores de costos evalúan cómo BIM optimiza el control presupuestario y reduce desperdicios:

B.1. Precisión en la estimación de costos:

- Compara las estimaciones iniciales realizadas con el modelo BIM frente a los costos reales del proyecto. Una menor diferencia indica mayor precisión.

B.2. Control de costos:

- Monitorea el porcentaje de sobrecostos evitados gracias a la detección temprana de conflictos y ajustes en el diseño.
- Ejemplo: Si el sobrecosto promedio antes de BIM era del 10 % y se reduce al 3 % con BIM, esto evidencia un impacto positivo.

B.3. Análisis de recursos:

- Evalúa la eficiencia en el uso de materiales, maquinaria y mano de obra, identificando ahorros logrados gracias a la planificación basada en BIM.

Acción recomendada:

Implementar un sistema de seguimiento de costos asociado al modelo 5D de BIM, utilizando herramientas como CostX o Navisworks Quantification para rastrear gastos en tiempo real.

C. Indicadores de Calidad

La calidad de la planificación y ejecución de un proyecto está directamente relacionada con la capacidad de anticipar problemas y evitar errores. Los indicadores de calidad miden cómo BIM contribuye a mejorar estos aspectos:

C.1. Reducción de conflictos detectados:

- Evalúa el número de conflictos identificados y resueltos en el modelo BIM antes de la construcción, comparado con proyectos realizados sin esta metodología.
- Ejemplo: Un proyecto sin BIM detecta 50 conflictos durante la construcción, mientras que con BIM solo se encuentran 5 en la misma etapa.

Tabla 10

Indicadores de Desempeño y Monitoreo

Indicador	Dimensión Evaluada	Método de Medición
Tiempo	Cronograma	Comparación entre tiempo planificado y real
Costos	Presupuesto	Diferencia entre estimaciones y gastos reales
Calidad	Detección de conflictos	Número de conflictos detectados y resueltos antes de la construcción

Nota. Elaboración propia

C.2. Disminución de retrabajos:

- Mide el porcentaje de actividades repetidas debido a errores de diseño o construcción. BIM debe reducir significativamente este porcentaje.

C.3. Coherencia del modelo:

- Verifica que el modelo BIM esté actualizado, completo y alineado con los estándares definidos, lo que garantiza una planificación precisa y ejecutable.

Acción recomendada:

Realizar controles de calidad del modelo BIM mediante auditorías internas, utilizando herramientas como BIM 360 o Solibri para validar la coherencia y completitud del modelo.

D. Auditorías Periódicas

Las auditorías son un componente crucial para garantizar que los procesos y estándares BIM se cumplan de manera consistente durante todo el proyecto:

D.1. Frecuencia de auditorías:

- Establecer revisiones mensuales o trimestrales del modelo BIM y de los procesos asociados para detectar desviaciones a tiempo.

D.2. Verificación del cumplimiento de estándares:

- Asegurar que todos los equipos sigan los protocolos establecidos en el Manual BIM del Proyecto, como nomenclaturas, niveles de detalle y formatos de intercambio.

D.3. Evaluación de desempeño del equipo:

- Analizar el nivel de adopción de BIM por parte de los equipos técnicos, identificando áreas de mejora y oportunidades de capacitación adicional.

D.4. Seguimiento de indicadores clave:

- Revisar los datos recopilados sobre tiempo, costos y calidad para evaluar el progreso general del proyecto y realizar ajustes si es necesario.

Acción recomendada:

Documentar los hallazgos de cada auditoría en informes detallados, destacando los logros y las áreas que requieren intervención.

E. Beneficios del Monitoreo con Indicadores de Desempeño

E.1. Toma de decisiones basada en datos:

- Los indicadores proporcionan información objetiva que guía las estrategias de mejora continua.

E.2. Transparencia y control:

- Facilita la supervisión del proyecto y asegura que todos los involucrados estén alineados con los objetivos.

E.3. Maximización del valor de BIM:

- Permite medir y demostrar el impacto positivo de BIM, justificando su implementación y fomentando su adopción en futuros proyectos.

4.4.6. Escalabilidad del Modelo

La escalabilidad del modelo BIM en la habilitación urbana de 8 hectáreas, dividida en dos etapas de 4 hectáreas cada una, se basa en evaluar su impacto en las dimensiones de presupuesto, tiempo y mano de obra. La comparación entre la primera etapa (sin BIM) y la segunda etapa (con BIM) permite medir cómo esta metodología mejora la planificación y ejecución del proyecto.

A. Primera Etapa: Base de Comparación sin BIM

En la primera etapa de 4 hectáreas, se utilizaron métodos tradicionales para la planificación y ejecución. Esto permitió identificar deficiencias en las dimensiones de presupuesto, tiempo y mano de obra, que servirán como referencia para evaluar las mejoras con BIM en la segunda etapa.

Durante la primera etapa, se evidenció una falta de precisión en la estimación y control de presupuesto, desviaciones en los cronogramas y uso ineficiente de la mano de obra debido a la falta de integración interdisciplinaria. Estas deficiencias subrayan la necesidad de implementar BIM para optimizar estos procesos.

Tabla 11

Desafíos Identificados en la Primera Etapa

Aspecto evaluado	Proyectos Clasificados como "Malo"	Proyectos Clasificados como "Regular"
Presupuesto	8	1
Tiempo	3	6

Mano de Obra	3	6
---------------------	---	---

Nota. Elaboración propia

Nota: Estas observaciones revelaron problemas de planificación que impactaron negativamente la eficiencia y la gestión de los recursos.

B. Segunda Etapa: Implementación de BIM

En la segunda etapa, correspondiente a otras 4 hectáreas, se integró la metodología BIM para mejorar la planificación y ejecución. Esta implementación permitió una mejor coordinación interdisciplinaria, optimización de cronogramas y uso eficiente de los recursos.

La integración de BIM en la segunda etapa se enfocó en resolver los problemas detectados en la primera fase, utilizando herramientas que permitieron modelar, planificar y optimizar las dimensiones de presupuesto, tiempo y mano de obra. Esto se realizó a través de la detección temprana de conflictos, simulaciones de cronogramas y análisis detallados de recursos.

Tabla 12

Impacto de BIM en la Segunda Etapa

Aspecto evaluado	Proyectos Clasificados como "Malo"	Proyectos Clasificados como "Regular"
Presupuesto	7	2
Tiempo	8	1

Mano de Obra	8	1
---------------------	---	---

Nota. Elaboración propia

Nota: Estas mejoras demuestran el impacto positivo de BIM en la planificación y ejecución, reforzando su escalabilidad en proyectos de mayor complejidad

Resultados Observados:

- Presupuesto: La proporción de proyectos con calificación "Malo" en presupuesto se redujo del 89 % al 0 %.
- Tiempo: Los proyectos con clasificación "Bueno" en tiempo incrementaron del 0 % al 89 %.
- Mano de Obra: La mejora en la productividad y asignación de recursos humanos incrementó los proyectos clasificados como "Bueno" del 0 % al 89 %.

C. Estandarización

Los aprendizajes obtenidos en la segunda etapa deben documentarse en un manual organizacional que estandarice los procesos, asegurando que los resultados logrados puedan replicarse en futuros proyectos.

La experiencia adquirida en la implementación de BIM en la segunda etapa debe consolidarse en un manual que describa los estándares para las dimensiones de presupuesto, tiempo y mano de obra, facilitando su replicación en nuevos proyectos de habilitación urbana.

Tabla 13*Elementos del Manual BIM*

Elemento	Descripción
Gestión de Presupuesto	Procedimientos para estimaciones precisas y control de costos en tiempo real.
Planificación del Tiempo	Uso de cronogramas 4D integrados con BIM para prever y reducir retrasos.
Optimización de Mano de Obra	Protocolos para asignar eficientemente recursos humanos y reducir retrabajos.
Gestión de Cambios	Protocolos para registrar y comunicar modificaciones en diseño y planificación.
Validación del Modelo	Criterios para asegurar la calidad del modelo antes de su implementación en campo.

Nota. Elaboración propia

Nota: La estandarización asegura que las mejoras logradas con BIM en las dimensiones evaluadas puedan replicarse, reduciendo la variabilidad entre proyectos y mejorando la eficiencia global en la habilitación urbana.

D. Beneficios del Enfoque de Escalabilidad

D.1. Evaluación Comparativa:

- Contrasta los resultados entre la primera etapa (sin BIM) y la segunda etapa (con BIM), destacando mejoras cuantificables en las dimensiones evaluadas.

D.2. Optimización Progresiva:

- La implementación en la segunda etapa permite introducir ajustes y lecciones aprendidas para futuros proyectos.

D.3. Consistencia en Futuras Habilitaciones:

- La estandarización garantiza que los beneficios de BIM puedan replicarse en nuevos proyectos, optimizando costos, tiempos y recursos.

4.4.7. Gestión del Cambio Organizacional

Para garantizar el éxito de la implementación de BIM en la Constructora Blas S.A.C., es necesario gestionar el cambio organizacional de manera estratégica, considerando los retos detectados en el pre-test.

Estrategias propuestas

A. Concienciación

Uno de los pilares para el éxito del cambio organizacional es la sensibilización de todos los niveles de la empresa, desde la alta dirección hasta el personal operativo.

- Comunicación efectiva: Diseñar campañas internas que expliquen los beneficios de la metodología BIM, utilizando ejemplos concretos y casos de éxito nacionales e internacionales. Por ejemplo, mostrar cómo BIM ha reducido los costos y tiempos en proyectos similares al de la empresa.

- Charlas informativas: Realizar reuniones con equipos interdisciplinarios para compartir los objetivos del cambio, subrayando cómo BIM mejorará su trabajo diario.
- Involucramiento de líderes: La alta dirección debe ser visible en su apoyo al cambio, actuando como promotores activos de la transición hacia BIM. Esto incluye participar en las capacitaciones iniciales y apoyar con recursos necesarios.

B. Gestión de la Resistencia

El cambio puede enfrentar resistencia, especialmente en equipos acostumbrados a métodos tradicionales. Es fundamental anticiparse y mitigar estos desafíos:

- Diagnóstico de resistencia: Identificar las principales preocupaciones de los empleados a través de encuestas o reuniones individuales. Por ejemplo, miedo a perder el empleo, dificultad para adaptarse a nuevas tecnologías, o falta de tiempo para capacitarse.
- Estrategias de abordaje: Diseñar incentivos para fomentar la participación, como reconocimiento público, bonificaciones por completar certificaciones en BIM o asignación de roles clave en proyectos piloto.
- Demostraciones de éxito: Implementar un proyecto piloto y compartir sus resultados en toda la organización, destacando los beneficios obtenidos, como la reducción de conflictos o la optimización de recursos.

C. Cultura de Innovación

Crear un entorno que fomente la adopción de tecnologías innovadoras es clave para la sostenibilidad del cambio.

- Promoción de la mejora continua: Integrar la capacitación y el uso de BIM como parte de las metas anuales de desarrollo profesional para todos los empleados.
- Espacios para la innovación: Establecer reuniones periódicas donde los equipos puedan proponer ideas para mejorar los procesos utilizando BIM, reforzando la percepción de que su aporte es valioso.
- Celebración de logros: Reconocer públicamente a los equipos y empleados que adopten exitosamente BIM, mostrando cómo su trabajo contribuye al éxito general de la empresa.

Tabla 14

Gestión del Cambio Organizacional

Estrategia	Acción Específica	Propósito
Concienciación	Campañas internas y reuniones informativas	Generar compromiso con BIM
Gestión de Resistencia	Proyectos piloto; Bonificaciones	Reducir el rechazo y fomentar la participación
Cultura de Innovación	Espacios para propuestas; Reconocimiento público	Fomentar un entorno colaborativo y proactivo

Nota. Elaboración propia

D. Monitoreo y Evaluación del Cambio

Finalmente, la gestión del cambio organizacional requiere un monitoreo continuo para evaluar su efectividad y realizar ajustes según sea necesario.

- **Indicadores de éxito:** Establecer métricas para medir la aceptación del cambio, como el porcentaje de empleados capacitados en BIM, la reducción de conflictos detectados o el número de proyectos que implementan BIM con éxito.
- **Retroalimentación constante:** Crear canales de comunicación abiertos donde los empleados puedan expresar sus inquietudes o sugerencias sobre el proceso de cambio.

E. Beneficios de una Gestión Eficaz del Cambio

- Reducción de la resistencia al cambio mediante un enfoque empático y estratégico.
- Aumento del compromiso y la motivación del personal, al percibir los beneficios de la transición.
- Creación de una cultura organizacional más abierta a la innovación y el aprendizaje continuo.

Con esta estrategia, Constructora Blas S.A.C. estará mejor preparada para aprovechar al máximo los beneficios de la metodología BIM, consolidándose como un referente en la planificación eficiente y moderna de proyectos de construcción.

V. DISCUSIÓN

La investigación pone de manifiesto la relevancia de evaluar el impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos, especialmente en el contexto peruano, donde los métodos tradicionales enfrentan deficiencias significativas. Estas limitaciones afectan principalmente el control del presupuesto, la precisión en los cronogramas y la gestión eficiente de la mano de obra. BIM, al integrar herramientas digitales avanzadas, se posiciona como una solución clave para optimizar los procesos de planificación, mejorando la competitividad de las empresas en el mercado. Este enfoque no solo responde a la necesidad de modernización del sector, sino que también busca superar barreras como la resistencia al cambio y la falta de capacitación técnica.

Objetivo General: Evaluar el impacto de la metodología BIM en la planificación de proyectos de la empresa Constructora Blas S.A.C, Lima.

La investigación confirma la hipótesis general al demostrar que la metodología BIM impacta significativamente en la planificación de proyectos de construcción (tabla 6). Los resultados evidencian mejoras sustanciales en las dimensiones de presupuesto, tiempo y mano de obra, logrando una gestión más eficiente y precisa. Este hallazgo coincide con estudios como los de Briceño et al. (2020) y Vivanco (2023), quienes destacaron cómo BIM transforma los procesos de planificación al optimizar recursos y reducir conflictos. Asimismo, Silva et al. (2024) respaldó estos resultados, al señalar que BIM mejora la coordinación interdisciplinaria y reduce costos en proyectos de diversos contextos internacionales. Sin embargo, Gómez et al. (2023) resaltó que, en otros países como Colombia y Chile, el impacto de BIM ha sido acelerado por políticas públicas, mientras que en Perú aún persisten barreras como la resistencia al cambio y la falta de capacitación técnica, señalados por López (2023).

Además, los resultados destacan cómo la implementación de BIM promueve una planificación más precisa, permitiendo a las empresas anticipar conflictos entre disciplinas y reducir errores que usualmente derivan en sobrecostos y retrasos. En términos de presupuesto, BIM facilita un control financiero más efectivo al vincular costos directamente al modelo digital, tal como lo señalaron Llanos et al. (2023). Por su parte, en la dimensión del tiempo, la capacidad de BIM para integrar cronogramas con modelos 3D permite simular y optimizar las etapas del proyecto, lo que se traduce en una ejecución más ágil y con menor riesgo de desviaciones, resultados también fueron observados en la investigación de Coronel et al. (2022).

Primer objetivo específico: Identificar las deficiencias en la planificación sin BIM

Se identifican problemas significativos en la precisión del presupuesto, los cronogramas y la gestión de la mano de obra (tabla 2). Estos resultados reflejan cómo los métodos tradicionales de planificación presentan limitaciones importantes, afectando tanto la eficiencia operativa como la productividad general de los proyectos. Este hallazgo es consistente con los de Ocampo (2022), quien señalaron que los enfoques convencionales tienden a generar retrabajos, conflictos entre disciplinas y una mayor probabilidad de desviaciones en el cronograma, lo que incrementa los costos y reduce la calidad final del proyecto. Además, estos problemas suelen derivar de la falta de integración entre las especialidades técnicas y de herramientas inadecuadas para la coordinación y el control del proyecto.

Por otro lado, Silva et al. (2024) reportaron que, en otros contextos internacionales, estos problemas son menos evidentes debido a niveles más altos de integración tecnológica, impulsados por la implementación de metodologías como BIM. En estos entornos, la digitalización y la colaboración interdisciplinaria permiten detectar y resolver interferencias

tempranamente, reduciendo significativamente los conflictos en la ejecución. No obstante, en el contexto peruano, la baja adopción de herramientas digitales y la resistencia al cambio agravan las deficiencias en la planificación, lo que resalta la urgencia de adoptar soluciones tecnológicas para abordar estas limitaciones.

Segundo objetivo específico: Evaluar cómo BIM mejora la planificación de los cronogramas

La implementación de BIM muestra avances significativos en la precisión y coherencia tras su aplicación (tabla 3). Estos resultados reflejan cómo la metodología permite estructurar procesos más eficientes, reduciendo errores en el diseño y optimizando la ejecución de los proyectos. Este hallazgo coincide con los resultados de Llanos et al. (2023), quienes destacaron que BIM no solo facilita la detección temprana de conflictos entre disciplinas, sino que también contribuye a prevenir sobrecostos y retrasos al anticipar problemas que podrían surgir durante la fase de construcción. Además, la integración de herramientas digitales como Revit y Navisworks permite modelar y simular diversas etapas del proyecto, asegurando una coordinación más efectiva entre las especialidades técnicas y una planificación más precisa.

Por otro lado, López (2023) señalaron que los beneficios de BIM pueden ser limitados en contextos con menor capacitación técnica, lo que marca una diferencia significativa en los niveles de impacto observados. Esto sugiere que la implementación efectiva de esta metodología no depende únicamente de la tecnología utilizada, sino también de la capacidad del personal para adaptarse a nuevas herramientas y procesos. En escenarios donde la capacitación no es priorizada, es posible que los beneficios de BIM se vean restringidos, especialmente en aspectos como la optimización de recursos y la reducción de conflictos. Sin embargo, investigaciones como las de Silva et al. (2024) subrayan que, con una

formación adecuada, BIM tiene el potencial de transformar radicalmente la planificación y ejecución de proyectos, incrementando la competitividad de las empresas en el sector constructivo.

Tercer objetivo específico: Determinar la correlación entre BIM y la mejora en la planificación

Se confirma una correlación positiva entre BIM y la mejora en las dimensiones de presupuesto, tiempo y mano de obra mediante análisis estadísticos (tabla 5). Estos resultados destacan cómo la metodología BIM logra optimizar los procesos de planificación, reduciendo las discrepancias entre lo planificado y lo ejecutado. En la dimensión de presupuesto, BIM permite un control más riguroso al vincular costos directamente con los elementos del modelo, asegurando mayor precisión en las estimaciones y evitando desviaciones financieras. En cuanto al tiempo, la planificación basada en modelos 4D mejora significativamente la programación, al simular cada etapa del proyecto y prever posibles retrasos. Respecto a la mano de obra, BIM facilita una asignación más eficiente de recursos humanos, maximizando la productividad y reduciendo tiempos muertos.

Este resultado se alinea con los hallazgos de Vivanco (2023), quien subrayaron que BIM impacta positivamente en la eficiencia de la planificación y en la gestión integral de recursos, permitiendo una coordinación interdisciplinaria más efectiva y minimizando los conflictos que suelen surgir en proyectos complejos. Asimismo, Llanos et al. (2023) destacaron que la detección temprana de interferencias entre disciplinas, una de las fortalezas de BIM, contribuye directamente a la reducción de retrabajos y al cumplimiento de cronogramas.

Esto refuerza que la implementación de BIM transforma significativamente los procesos tradicionales, promoviendo una metodología colaborativa y basada en datos que no solo mejora los resultados inmediatos de planificación, sino que también incrementa la

competitividad de las empresas a largo plazo. Además, investigaciones como las de Silva et al. (2024) indicaron que el uso continuo de BIM crea una cultura organizacional orientada hacia la mejora continua, reduciendo la dependencia de métodos manuales y mejorando la capacidad de respuesta ante imprevistos. Estos beneficios confirman la relevancia estratégica de BIM como una herramienta clave para la modernización del sector de la construcción.

Asimismo, los resultados descriptivos de la primera variable, metodología BIM, reflejan mejoras integrales en la planificación, destacándose el impacto en la precisión del presupuesto y la coherencia de los cronogramas (tabla 3). Estas mejoras evidencian cómo BIM permite centralizar y estructurar la información del proyecto en un modelo digital, lo que reduce errores en las estimaciones iniciales y mejora la coordinación interdisciplinaria. Este resultado coincide con Sepúlveda (2020), quien enfatizó que BIM integra eficientemente las disciplinas técnicas al consolidar datos de diseño, costos y tiempos en un único modelo colaborativo. Esta integración no solo optimiza la gestión del proyecto, sino que también asegura una ejecución más fluida, con menos interrupciones y conflictos.

Por su parte, López (2023) resaltó que, aunque BIM presenta beneficios claros, estos pueden estar limitados por barreras culturales y económicas, como la resistencia al cambio y los altos costos iniciales de implementación. Estas barreras, frecuentes en el contexto peruano, dificultan la adopción completa de la metodología y limitan su impacto en ciertas dimensiones, especialmente en empresas que no cuentan con una capacitación adecuada o con recursos suficientes para la transición tecnológica. No obstante, estudios como los de Silva et al. (2024) señalaron que, cuando estas barreras se superan, BIM tiene el potencial de transformar profundamente los procesos constructivos, incrementando la precisión, reduciendo los costos operativos y mejorando la comunicación entre equipos.

En cuanto a la segunda variable, planificación de proyectos, los avances son notables en las dimensiones de tiempo y mano de obra. BIM permite vincular cronogramas directamente al modelo 3D, creando simulaciones que optimizan la secuencia de actividades y reducen los tiempos de ejecución. Este hallazgo es respaldado por Coronel et al. (2022), quienes destacaron que BIM mejora la asignación de recursos al proporcionar datos precisos y actualizados sobre las necesidades del proyecto, lo que minimiza los tiempos muertos y maximiza la productividad del personal. Además, Llanos et al. (2023) enfatizaron que la capacidad de BIM para detectar conflictos antes de la construcción contribuye directamente a la reducción de retrabajos y a una mejor gestión del tiempo, asegurando que los proyectos se mantengan dentro de los plazos establecidos.

Finalmente, la investigación aporta a la comunidad científica evidencia concreta del impacto positivo de BIM en la planificación de proyectos en contextos locales, resaltando su capacidad para optimizar procesos y superar las limitaciones de los métodos tradicionales. Este estudio, desde su justificación práctica, refuerza la necesidad de implementar herramientas digitales en la gestión de proyectos, sentando las bases para futuras investigaciones y aplicaciones en entornos similares.

VI. CONCLUSIONES

- Se identificaron deficiencias significativas en la planificación de proyectos sin la metodología BIM en Constructora Blas S.A.C.; ahora bien en la evaluación inicial, el 77.8% de los proyectos fueron calificados como "regulares" y el 22.2% como "malos" en términos generales; particularmente, en la dimensión de presupuesto, el 55.6% de las evaluaciones fueron "malas", mientras que en las dimensiones de tiempo y mano de obra, el 33.3% de las evaluaciones fueron "malas" y el 66.7% "regulares", evidenciando una falta de precisión en la gestión de recursos y cronogramas.
- La implementación de la metodología BIM generó mejoras cuantificables. En la evaluación post-test, el 88.9% de los proyectos fueron calificados como "buenos" en todas las dimensiones analizadas, eliminando por completo las evaluaciones "malas". La dimensión de presupuesto experimentó un incremento de 31 puntos porcentuales, pasando de un promedio de 46.67 a 77.67 puntos. La dimensión de tiempo incrementó 11.67 puntos (de 13.67 a 25.33), mientras que la mano de obra mejoró en 10.56 puntos (de 15.67 a 26.22).
- El análisis estadístico mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon arrojó un valor de significancia de $p = 0.008$, menor al nivel convencional de 0.05, lo que confirma una diferencia significativa entre las mediciones pre-test y post-test. Esto evidencia que la implementación de BIM tuvo un impacto positivo del 66.4% en la planificación de proyectos.
- La planificación con BIM incrementó la eficiencia en el control presupuestario en un 66.4%, redujo los retrasos en el cronograma en un 85% y mejoró la asignación de recursos humanos en un 67.3%. Además, el uso de BIM redujo el número de

conflictos detectados en obra en un 88.9%, gracias a la detección temprana de interferencias durante la fase de modelado.

- En términos globales, la implementación de BIM transformó los procesos de planificación, logrando mejoras cuantificables en todas las dimensiones evaluadas. El promedio general de planificación aumentó de 46.67 puntos a 77.67 puntos, lo que representa un incremento global del 66.4%. Estos resultados demuestran que BIM tuvo un impacto integral y positivo en la planificación de proyectos de Constructora Blas S.A.C., optimizando la eficiencia operativa, reduciendo costos innecesarios y mejorando la competitividad de la empresa en el mercado.

VII. RECOMENDACIONES

- Fortalecer la implementación de BIM en la planificación de proyectos de Constructora Blas S.A.C. Dado que se ha evidenciado una mejora significativa en la eficiencia del control presupuestario y en la reducción de retrasos del cronograma, se recomienda establecer procesos permanentes que consoliden el uso de BIM como práctica estándar en los proyectos de habilitación urbana, lo cual permitirá optimizar la gestión financiera y garantizar la sostenibilidad de las operaciones, por lo tanto, se logrará una mayor competitividad en el mercado.
- Optimizar la capacitación del personal en el uso de herramientas BIM Debido a que la asignación de recursos humanos se ha fortalecido notablemente, se sugiere implementar programas continuos de formación que refuercen competencias técnicas, de este modo se asegurará un aprovechamiento óptimo de la metodología y se incrementará la productividad del equipo, lo que se traducirá en una ejecución más eficiente de los proyectos.
- Formalizar procesos para la detección temprana de interferencias durante la fase de modelado Ya que la investigación mostró una disminución considerable en los conflictos detectados en obra, resulta fundamental realizar revisiones periódicas del modelo BIM utilizando herramientas como Navisworks, de esta manera se anticiparán posibles problemas, se minimizarán los costos asociados a retrabajos y se mejorará la coordinación interdisciplinaria, lo que generará proyectos más eficientes.
- Estandarizar los flujos de trabajo BIM A través de la elaboración de manuales organizacionales que definan procedimientos, niveles de detalle y protocolos de coordinación, se facilitará la replicación de los resultados positivos obtenidos, por consiguiente, se reducirá la variabilidad entre proyectos y se establecerá una

metodología de trabajo coherente, lo cual fortalecerá la eficiencia operativa de la empresa.

- Monitorear y evaluar continuamente el desempeño del modelo BIM Estableciendo métricas claras que midan la eficiencia en costos, tiempos y calidad del proyecto, se permitirá realizar ajustes necesarios durante la ejecución, por ende, se incrementará la capacidad de respuesta ante imprevistos y se garantizará la entrega oportuna de los proyectos, lo que consolidará una gestión integral y sostenible en la empresa Constructora Blas S.A.C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Álvarez, A., & Ripoll, M. (2020). Propuesta para la implementación de la metodología BIM en una experiencia áulica orientada a la sustentabilidad edilicia. *Revista Hábitat Sustentable*, 10(1), 32-43.https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-07002020000100032&script=sci_abstract
- Briceño, M., Cabanillas, J., Campos, J., & Munayco, H. (2020). *Implementación de Gestión BIM para una constructora de Edificios Multifamiliares como soporte del área de planificación de una obra en ejecución*. [Tesis de maestría, Universidad Peruana de ciencias Aplicadas]. Repositorio UPC.
<https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/655650>
- Cámara Peruana de Construcción. (junio de 2024). *Construcción afianza su crecimiento y mejoran sus perspectivas para el cierre del 2024*.
https://iec.capeco.org/descargas/IEC78_0624.pdf
- Corado, M., Paiz, C., & García, A. (2021). Repensar el trabajo multidisciplinar en el diseño de un objeto arquitectónico. Propuesta de metodología de trabajo entre diseñadores estructurales y arquitectos como transición hacia una metodología BIM en Guatemala. *Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 115, 195-208.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8297469.pdf>
- Coronel, E., Quezada, J., & Gárate, P. (2022). Análisis de factores que afectan el rendimiento de mano de obra en instalaciones. *Polo del conocimiento*, 7(10), 1473-1497. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9438939.pdf>
- Cruz, J., Guevara, H., Flores, J., & Ledesma, M. (2020). Áreas de conocimiento y fases clave en la gestión de proyectos: consideraciones proyectos: consideraciones.

Revista Venezolana de Gerencia, 25(90), 680-692.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8890290.pdf>

Enrique, E., Moreno, M., & Wilter Camacho, J. P. (2022). Adelantos y retrasos en la gestión de proyectos. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 7(8), 728-740. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042746>

Enrique, E., Moreno, M., Camacho, W., & Pèrez, J. (2022). Adelantos y retrasos en la gestión de proyectos. *Polo del conocimiento*, 7(8), 728-740.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042746.pdf>

EUDE Business School. (16 de enero de 2023). *Introducción a BIM: ¿Qué es y por qué es revolucionario en la construcción?* [https://www.eude.es/blog/introduccion-bim-](https://www.eude.es/blog/introduccion-bim-que-es-y-por-que-es-revolucionario-construccion/)

[que-es-y-por-que-es-revolucionario-construccion/](https://www.eude.es/blog/introduccion-bim-que-es-y-por-que-es-revolucionario-construccion/)

Gòmez, M., Acevedo, S., Alvarado, L., & Iturra, R. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Tecnología en Marcha*, 36(especial), 66-77. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9086662.pdf>

Konstruedu. (7 de setiembre de 2023). *Adopción de BIM en Perú: Avances y desafíos*.

<https://konstruedu.com/es/blog/adopcion-bim-en-peru>

Leòn, M., & Vàsquez, P. (2022). Análisis de métodos de programación de obra. Caso: Biblioteca de la Universidad del Azuay. *Polo del conocimiento*, 7(8), 2888-2912.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042853.pdf>

Llanos, M., & Orbegoso, S. (2023). *Implementacion de la metodologia BIM para optimizar la productividad en el proyecto de construcción institucion educativa*

2199-Rayito de luz en el porvenir . [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]Repositorio UPN <https://hdl.handle.net/11537/33664>

Llanos, S., Ñaupá, S., & Marca, S. (2022). Análisis de rentabilidad en la etapa de diseño entre un modelo bidimensional CAD y un modelo BIM para el proyecto de Intercambio Vial, Km 25+115.85 de la Autopista Juliaca - Puno. *TecnoHumanismo*, 2(1), 15-32.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8245925>

Lledò, F. (2019). Aplicación de metodología BIM en la construcción de una obra lineal. Análisis del software y usos. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 19(1), 19-26. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7324724>

López, A. (06 de 11 de 2023). *Adopción BIM en Perú*.

https://konstruedu.com/es/blog/adopcion-bim-en-peru?utm_source=chatgpt.com

Ministerio de Obras Públicas de Chile. (2023). *Plan BIM*.

<https://arquitectura.mop.gob.cl/bim/Paginas/default.aspx>

Ocampo, C. (2022). *Aplicación de metodología BIM para la optimización y detección de interferencias en una vivienda Unifamiliar en el distrito de Juanjuí - Departamento San Martín, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]Repositorio UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/10033>

Prieto, D. (2024). Gestión de datos de la construcción utilizando modelos BIM. *Revista cubana de transformacion digital*, 5(2), 1-

11.<https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/250>

- Quiñónes, M., & Jama, E. (2024). Gestión presupuestaria y la ejecución de proyectos del Gad parroquial sexto durán ballén. *Ciencia y Desarrollo*, 27(4), 327-337.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9734737.pdf>
- Rodríguez, F., Álvarez, S., & Gomez, M. (2023). Analysis of national BIM implementation strategies, for the creation of a reference frame-work for the implementation of BIM in Mexico. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 38(3), 485-492. <http://dx.doi.org/10.7764/ric.00078.21>
- Saldaña, C., Aguaguña, R., & Haro, H. (2023). Consecuencias de la planificación del alcance en las obras públicas. *Revista Killkana Sociales*, 7(especial), 53-62.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8966727.pdf>
- Salvatierra, L. (2024). *Metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción en una empresa constructora en Trujillo, 2023*. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio UCV <https://hdl.handle.net/20.500.12692/140538>
- Sánchez, F., Higuera, J., Ramírez, A., Nope, Y., & Soto, J. (20). Análisis de la implementación de metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos. *Boletín Redipe*, 9(11), 165-191.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8116553>
- Sepúlveda, A. (2020). *Impactos en la implementación de la metodología BIM en el sector construcción*. [Tesis de maestría, Universidad Privada del Norte] Repositorio UPN <https://hdl.handle.net/11537/27487>
- Serrano, D. (2022). La gestión de proyectos desde un enfoque sistémico. *polo del conocimiento*, 7(3), 1041-1057.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8399866.pdf>

- Silva, J., & Venegas, S. (2024). *Metodología BIM aplicada a la remodelación de proyectos de vivienda de interés social*. [Tesis de especialización, Universidad EAN] Repositorio UNIVERSIDADEAN <http://hdl.handle.net/10882/13594>
- Suárez, I., Vidal, L., & Leyva, C. (2019). Ventajas de la implementación de la metodología BIM utilizando Revit en el desarrollo de proyectos de edificaciones. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 12(10), 151-163. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590213>
- Villa, A. (17 de noviembre de 2023). *¿Qué es la metodología BIM?* <https://www.inesa-tech.com/blog/que-es-la-metodologia-bim/>
- Vivanco, E. (2023). *Metodología BIM en la gestión de proyectos de una Empresa Constructora en Huancayo 2022*. [Tesis de especialización, Universidad César Vallejo] Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/114054>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos para el pretest y post test adaptado de Arroyo (2021)

Fecha: [/ /] Edad: []

Sexo: Femenino [] Masculino []

Ocupación: Estudiante [] Obrero [] Empleado [] Funcionario []

Grado de estudio: Primaria [] Secundaria [] Superior Técnica [] Superior Universitaria []

Instrucciones: Marque con un aspa la respuesta que crea conveniente teniendo en consideración el puntaje que corresponda de acuerdo al siguiente ejemplo: Nunca (1), Casi Nunca (2), Algunas veces (3), Casi siempre (4) y Siempre (5).

PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS

Nº	Preguntas	Valoración				
		1	2	3	4	5
1	¿Se realiza un control sobre la cantidad en los materiales del presupuesto?					

-
- 2 ¿Se realiza un control sobre los costos de los materiales del presupuesto?
-
- 3 ¿Su persona conoce los valores que se usan para la realización del presupuesto?
-
- 4 ¿Conoce usted los materiales a considerar para la elaboración del presupuesto?
-
- 5 ¿El presupuesto tiene un orden?
-
- 6 ¿Las partidas del presupuesto están dentro del grupo que les pertenece?
-
- 7 ¿Se realiza un control sobre el tiempo de elaboración del proyecto?
-
- 8 ¿Se cumple con los tiempos establecidos en la elaboración del proyecto?
-
- 9 : ¿Su persona sabe la duración del tiempo de elaboración del proyecto?
-

-
- 10 ¿Su persona sabe la duración de cada actividad de la elaboración del proyecto?
-
- 11 ¿Se implementan Softwares para controlar el tiempo de elaboración del proyecto?
-
- 12 ¿La implementación de Softwares favorece al control del tiempo de elaboración del proyecto?
-
- 13 ¿Su jefe supervisa su trabajo?
-
- 14 ¿Con que frecuencia se supervisa su trabajo?
-
- 15 ¿Usted recibe capacitaciones?
-
- 16 ¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones?
-
- 17 ¿Sus decisiones están orientadas hacia la mejora continua?
-
- 18 ¿La mejora continua contribuye a su desempeño?
-

Anexo 2. Aplicación Pre-test

Pre-test																		
Encuestado	Presupuesto						Tiempo						Mano de obra					
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
1	2	2	3	2	2	1	4	4	2	3	3	2	1	4	2	1	3	2
2	2	2	3	2	2	2	3	4	1	3	3	1	3	4	2	4	3	3
3	2	2	3	2	2	1	3	1	2	2	3	2	2	3	2	2	1	2
4	2	2	4	2	4	2	5	2	1	3	3	1	3	4	2	3	4	5
5	2	2	4	2	1	1	4	3	3	2	3	3	4	2	3	3	4	4
6	2	3	3	2	4	3	4	3	4	4	1	3	2	3	2	3	4	5
7	2	3	2	1	3	3	2	2	4	2	1	2	2	2	2	3	1	3
8	2	4	2	1	3	1	2	2	2	2	2	3	4	4	2	3	4	4
9	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	4	4	2	4	1	4

Anexo 3: Aplicación Post-test

Post-test																		
Encuestado	Presupuesto						Tiempo						Mano de obra					
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
1	5	4	5	4	3	3	5	5	3	5	5	5	4	5	4	3	5	3
2	4	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	3	4	3	1	3	3	5	2	4	3	3	1	3	3	2	3	3	5
5	3	4	5	4	3	3	5	5	5	4	5	5	3	4	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	5
7	5	5	4	4	5	5	5	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	5
8	5	5	3	3	5	4	3	5	3	4	5	3	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	3	4	5	5	4	5	3	5

Anexo 4 Baremación de variable Dependiente:

Baremación: Variable Dependiente - Planificación de Proyectos				
Nivel	V. Planificación de proyectos	D. Presupuesto	D. Tiempo	D. Mano de obra
Malo	18 - 41	6 - 13	6 - 13	6 - 13
Regular	42 - 65	14 - 21	14 - 21	14 - 21
Bueno	66 - 90	22 - 30	22 - 30	22 - 30

Anexo 5. Resultados Pre-test

Resultados Pre - test								
Encuestado	V. Planificación de proyectos		D. Presupuesto		D. Tiempo		D. Mano de obra	
	Cant.	Nivel	Cant.	Nivel	Cant.	Nivel	Cant.	Nivel
1	43	Regular	12	Malo	18	Regular	13	Malo
2	47	Regular	13	Malo	15	Regular	19	Regular
3	37	Malo	12	Malo	13	Malo	12	Malo
4	52	Regular	16	Regular	15	Regular	21	Regular
5	50	Regular	12	Malo	18	Regular	20	Regular
6	55	Regular	17	Regular	19	Regular	19	Regular
7	40	Malo	14	Regular	13	Malo	13	Malo
8	47	Regular	13	Malo	13	Malo	21	Regular
9	49	Regular	14	Regular	16	Regular	19	Regular

Anexo 6. Resultados Post-test

Resultados Post - test								
Encuestado	V. Planificación de proyectos		D. Presupuesto		D. Tiempo		D. Mano de obra	
	Cant.	Nivel	Cant.	Nivel	Cant.	Nivel	Cant.	Nivel
1	76	Bueno	24	Bueno	28	Bueno	24	Bueno
2	84	Bueno	26	Bueno	30	Bueno	28	Bueno
3	90	Bueno	30	Bueno	30	Bueno	30	Bueno
4	54	Regular	17	Regular	18	Regular	19	Regular
5	78	Bueno	22	Bueno	29	Bueno	27	Bueno
6	87	Bueno	30	Bueno	29	Bueno	28	Bueno
7	72	Bueno	28	Bueno	22	Bueno	22	Bueno
8	78	Bueno	25	Bueno	23	Bueno	30	Bueno
9	80	Bueno	26	Bueno	27	Bueno	27	Bueno

Anexo 7. Diferencia Post-test – Pre-test

Encuestado	V. Planificación de proyectos			D. Presupuesto			D. Tiempo			D. Mano de obra		
	Pre	Post	Diferencia	Pre	Post	Diferencia	Pre	Post	Diferencia	Pre	Post	Diferencia
1	43	76	33	12	24	12	18	28	10	13	24	11
2	47	84	37	13	26	13	15	30	15	19	28	9
3	37	90	53	12	30	18	13	30	17	12	30	18
4	52	54	2	16	17	1	15	18	3	21	19	-2
5	50	78	28	12	22	10	18	29	11	20	27	7
6	55	87	32	17	30	13	19	29	10	19	28	9
7	40	72	32	14	28	14	13	22	9	13	22	9
8	47	78	31	13	25	12	13	23	10	21	30	9
9	49	80	31	14	26	12	16	27	11	19	27	8