TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL PARA LA ADOPCIÓN DEL BIM, IMPACTO EN LA REDUCCIÓN DE SOBRECOSTO POR INTERFERENCIAS EN LOS PROYECTOS INMOBILIARIOS, CHANCHAMAYO 2025"

Tesis para optar el grado académico de:

MAESTRO EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentado por:

Ruben Ely La Serna Contreras (0009-0003-1018-8289)

Juan Carlos Mori Papuico (0009-0004-1506-0521)

Asesor:

Juan Manuel Velez Piedra (0000-0003-1486-331X)

Lima – Perú

2026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Lima, **20 de febrero de 2026**

Los integrantes del jurado
Presidente: Mag. Ing. Anabel Sofía Reaño Málaga
Miembro: Mag. Ing. Carlos Rolando Legua Pérez
Miembro: Mag. Ing. Richard Alex Farfán Bernales

Se reúnen para evaluar el trabajo de investigación titulado:

TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL PARA LA ADOPCIÓN DEL BIM, IMPACTO EN LA REDUCCIÓN DE SOBRECOSTO POR INTERFERENCIAS EN LOS PROYECTOS INMOBILIARIOS, CHANCHAMAYO 2025

Presentada por los estudiantes:

- **Juan Carlos Mori Papuico**
- **Ruben Ely La Serna Contreras**

Para optar el Título de Magíster en Gestión de la Construcción

Asesorados por: Mag. Ing. Juan Manuel Vélez Piedra

Luego de haber evaluado el informe final del trabajo de investigación y evaluado el desempeño de los estudiantes de la Maestría en Gestión de la Construcción en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) o por mayoría simple (X) calificar a:

Tesista: Juan Carlos Mori Papuico			Nota (en letras): Catorce
Aprobado (**X**)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Tesista: Rubén Ely La Serna Contreras			Nota (en letras): Trece
Aprobado (**X**)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Mag. Ing. Anabel Sofía Reaño Málaga **Presidente del Jurado**	**Mag. Ing. Juan Manuel Vélez Piedra** **Asesor(a)**
Mag. Ing. Carlos Rolando Legua Pérez **Miembro del Jurado**	**Mag. Ing. Richard Alex Farfán Bernales** **Miembro del Jurado**

ANEXO 21: DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE INFORME FINAL DE TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS[13]

Lima, 22 de febrero del 2026

Señor, Dr. Percy Mayta Tristán

Vicerrectorado de investigación

Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Juan Carlos Mori Papuico y Rubén Ely La Serna Contreras, egresado de la maestría en Gestión a la Construcción de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de la tesis Mg. Juan Manuel Vélez Piedra, declaramos que este informe final de trabajo de investigación titulado: "Transformación organizacional para la adopción del BIM, impacto en la reducción de sobrecosto por interferencias en los proyectos inmobiliarios Chanchamayo 2025, sustentado para obtener el título de Magister, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos 14, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI:74219509



Firma del asesor de tesis
DNI: 06775309



Firma tesista
DNI: 73018800

[13] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[14] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Transformación organizacional para la adopción del BIM, impacto en la reducción de sobrecosto por interferencias en los proyectos inmobiliarios, Chanchamayo 2025

Autores. Juan Carlos Mori Papuico; Ruben Ely La Serna Contreras

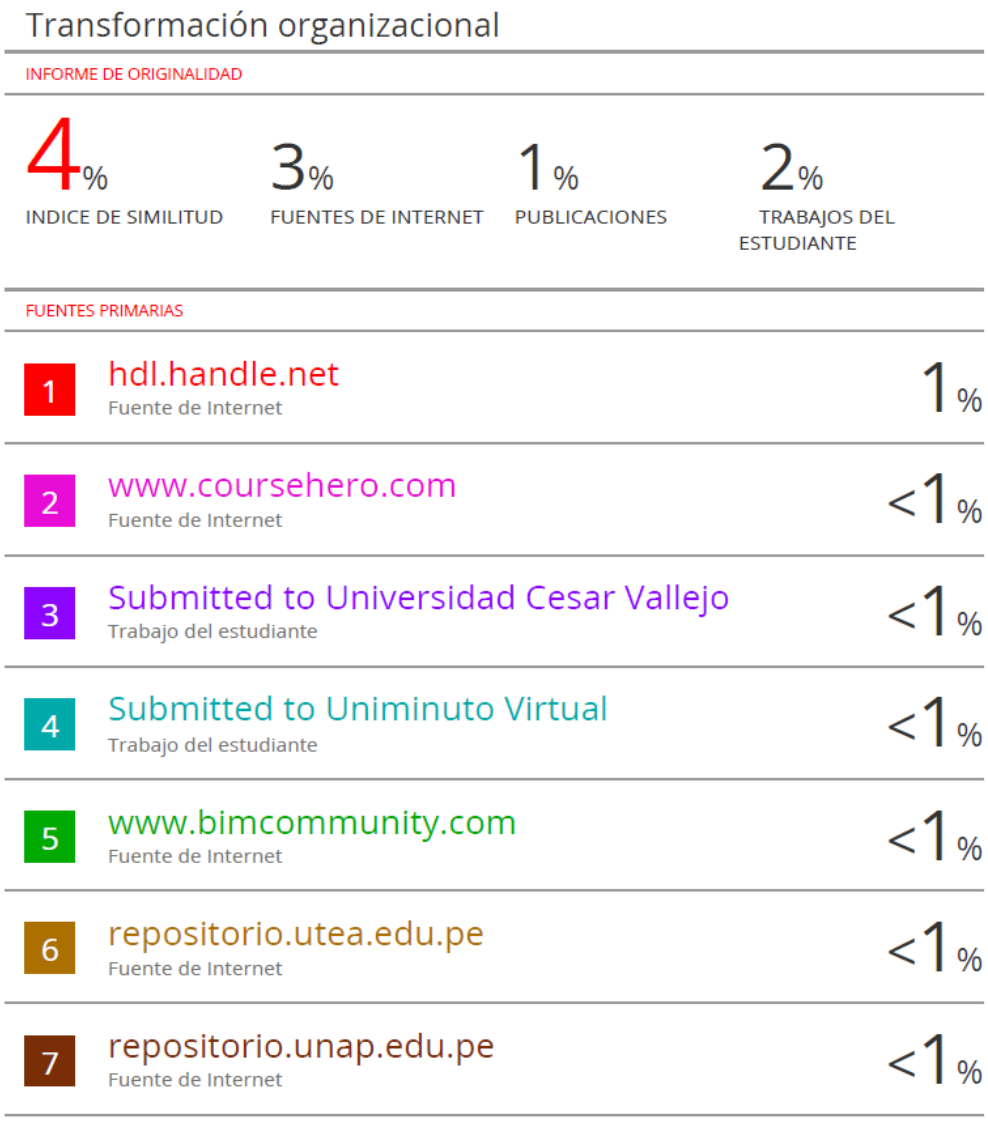
Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2918850617)

Código de registro. POS-122-2025-00803

Resultado de la evaluación. 4%

Revisado por. Herlyss Leonel Sovero Navarro.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Transformación organizacional

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	3%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
4	Submitted to Uniminuto Virtual Trabajo del estudiante	<1%
5	www.bimcommunity.com Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%

RESUMEN

La investigación titulada Transformación organizacional para la adopción del BIM, impacto en la reducción de sobrecosto por interferencias en los proyectos inmobiliarios, Chanchamayo 2025 tuvo como propósito analizar la viabilidad técnica, económica y organizacional de implementar la metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos inmobiliarios de la provincia de Chanchamayo.Se establecieron cuatro objetivos específicos: (i) identificar la estructura organizacional y los procesos necesarios para la implementación de BIM, (ii) cuantificar los sobrecostos generados por interferencias en la gestión tradicional frente al enfoque BIM, (iii) diseñar un plan de implementación por fases incorporando herramientas de gestión del cambio y (iv) evaluar la viabilidad técnica–económica de la adopción progresiva de la metodología. Metodológicamente, se aplicó un enfoque mixto, utilizando entrevistas y cuestionarios (cualitativo), así como análisis de interferencias, sobrecostos y cronogramas (cuantitativo). Los resultados mostraron que la madurez BIM en la provincia es baja, con brechas significativas en gobernanza de la información, roles organizacionales y capacitación. Asimismo, se evidenció que el uso de BIM permitió reducir en un 77,6 % las interferencias, un 77,7 % los sobrecostos asociados y un 71,4 % los tiempos de corrección, en comparación con la gestión tradicional.El plan de implementación propuesto se estructuró en tres fases (preparación, piloto y escalamiento), incorporando criterios de decisión (gates) y métricas de desempeño (KPIs). En términos de viabilidad económica, se determinó que un enfoque de inversión mínima viable (MVP) es más rentable a corto plazo que una inversión integral, siempre que la organización capture los beneficios derivados de la reducción de interferencias.En conclusión, la adopción de BIM en proyectos inmobiliarios de Chanchamayo es técnica y económicamente viable, pero requiere consolidar previamente la madurez organizacional mediante un plan de gobernanza de la información, programas de capacitación y gestión del cambio. La investigación aporta evidencia empírica sobre los beneficios de BIM en la reducción de sobrecostos y plantea un modelo de implementación progresiva adaptable al contexto local.

Palabras clave: Building Information Modeling (BIM), interferencias, sobrecostos, gestión del cambio, viabilidad económica, proyectos inmobiliarios.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Abstract

The research entitled “Organizational transformation for the adoption of BIM, impact on the reduction of cost overruns due to interferences in real estate projects, Chanchamayo 2025” aimed to analyze the technical, economic, and organizational feasibility of implementing Building Information Modeling (BIM) in real estate projects in the province of Chanchamayo.

Four specific objectives were established: (i) to identify the organizational structure and processes required for BIM implementation, (ii) to quantify cost overruns generated by interferences in traditional management compared to the BIM approach, (iii) to design a phased implementation plan incorporating change management tools, and (iv) to evaluate the technical and economic feasibility of the progressive adoption of the methodology.

A mixed-method approach was applied, combining qualitative techniques (interviews and questionnaires) and quantitative analysis (interference detection, cost overruns, and schedules). The results revealed a low BIM maturity, with significant gaps in information governance, organizational roles, and training. Likewise, BIM use allowed for a reduction of 77.6% in interferences, 77.7% in related cost overruns, and 71.4% in correction times, compared to traditional management.

The proposed implementation plan was structured in three phases (preparation, pilot, and scaling) and included decision gates and performance metrics (KPIs). From an economic perspective, it was concluded that a minimum viable product (MVP) investment approach is more profitable in the short term than a comprehensive investment, provided that organizations effectively capture the benefits of interference reduction.

In conclusion, BIM adoption in Chanchamayo real estate projects is technically and economically feasible, but requires strengthening organizational maturity through information governance, training programs, and change management. The research provides empirical evidence of BIM’s benefits in reducing cost overruns and proposes a progressive implementation model adapted to the local context.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), interferences, cost overruns, change management, economic feasibility, real estate projects.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Índice general

RESUMEN 5
Abstract 6
Índice general 7
Índice de figuras 9
Índice de tablas 10
INTRODUCCIÓN 11
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13
Contexto de la organización 13
Necesidades y restricciones que afectan la organización 13
Definición del problema y/o oportunidades de mejora 15
Identificación de actores clave y sus expectativas 17
Mapa de procesos e identificación de los procesos involucrados en la problemática 19
Justificación 20
Objetivo general 22
Objetivos específicos 22
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL 23
Análisis del Entorno (PESTEL) 23
Descripción del sector y de la organización 31
Alineamiento del proyecto de construcción 38
Bases teóricas de la industria o sector 41
Definiciones y criterios de análisis 47
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN 51
Objetivo específico 1- Identificar la estructura organizacional y los procesos para implementar BIM en la empresa constructora. 51
Objetivo específico 2: Cuantificar los sobrecostos por interferencias en proyectos tradicionales vs. proyectos con BIM 54
Objetivo específico 3: Diseñar un plan para la implementación BIM aplicando la gestión del cambio organizacional 57
Objetivo específico 4: Evaluar la viabilidad en la implementación BIM en la empresa constructora. 61
CAPÍTULO 4: RESULTADOS DE SOLUCIÓN PROPUESTA 64
Objetivo específico 1: Identificar la estructura organizacional y los procesos para implementar BIM en la empresa constructora. 64

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Objetivo específico 2: Cuantificarlos sobre costos por interferencias en proyectos tradicional vs proyectos con BIM. 75

Objetivo específico 3: Diseñar un plan para la implementación BIM aplicando la gestión del cambio organizacional. 84

Objetivo específico 4: Evaluar la viabilidad en la implementación BIM en la empresa constructora. 90

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 103

Reflexiones críticas y conclusión — OE1: Identificar la estructura organizacional y los procesos para implementar BIM 103

Reflexiones críticas y conclusión — OE2: Cuantificar los sobrecostos por interferencias (tradicional vs. BIM) 104

Reflexiones críticas y conclusión — OE3: Diseñar un plan de implementación BIM con gestión del cambio Hallazgos principales 105

Reflexiones críticas y conclusión — OE4: Evaluar la viabilidad técnica–económica de la implementación. 106

Conclusión 106

Recomendación 107

Referencias bibliográficas 108

Abreviaturas 111

Definiciones conceptuales 112

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de Ishikawa de causa de incumplimiento 16

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Índice de tablas

Tabla 1. Evidencia de proyectos ejecutados con metodología tradicional. 15
Tabla 2: Elaboración Propia 54
Tabla 3: Elaboración Propia 56
Tabla 4: Elaboración propia 60
Tabla 5: Elaboración propia 63
Tabla 6. Causa y efecto del objetivo específico 1 65
Tabla 7. Diagrama SIPOC - Ciclo de vida del proyecto inmobiliario 66
Tabla 8:Matriz de Diagnóstico Organizacional – Brechas Funcionales y Digitales 67
Tabla 9:Tabla de análisis de constructividad organizacional. 68
Tabla 10:Informacion Técnico-Variaciones respecto a ISO 19650 68
Tabla 11: Indicador de Validación 70
Tabla 12: Sintesis Comparativa 74
Tabla 13: Análisis Costo Beneficio 74
Tabla 14: Análisis de Sobrecostos 77
Tabla 15: Costo de Implementación 81
Tabla 16: Beneficios Económicos 81
Tabla 17: Escenarios de Beneficios 82
Tabla 18: Criterios de Validación 88
Tabla 19: Costos directos estimados 92
Tabla 20:Beneficios proyectos 93
Tabla 21:Escenarios financieros de viabilidad 94
Tabla 22: Matriz de Riesgos Estrategicos 97
Tabla 23: Costos bases 98
Tabla 24: Resultados de Inversión 100
Tabla 25: Variaciones Analizadas y Resultados 101

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector construcción ha enfrentado una presión creciente por mejorar su desempeño en términos de productividad, control de costos y cumplimiento de plazos. A pesar de los avances tecnológicos disponibles, muchos proyectos inmobiliarios continúan presentando sobrecostos y retrasos que no siempre responden a factores externos, sino a deficiencias internas de coordinación y planificación. Diversos autores coinciden en que una de las principales causas de estas desviaciones son las interferencias no detectadas en etapas tempranas de diseño, las cuales, al evidenciarse durante la ejecución, generan retrabajos, mayores consumos de recursos y disminución de la rentabilidad del proyecto (Eastman et al., 2011; Azhar, 2011; Sacks et al., 2018).

Esta situación resulta aún más compleja en contextos regionales como Chanchamayo, donde las capacidades tecnológicas y organizacionales suelen ser limitadas, y donde los procesos de coordinación entre especialidades continúan desarrollándose principalmente bajo esquemas tradicionales basados en planos 2D y comunicación fragmentada. En este escenario, las interferencias técnicas no solo impactan en los costos, sino que afectan la confianza del cliente y la sostenibilidad financiera de las empresas inmobiliarias locales.

Ante esta realidad, el Building Information Modeling (BIM) surge como una alternativa que va más allá del simple modelado tridimensional. Se trata de una metodología que integra información geométrica, técnica, temporal y económica dentro de un entorno digital colaborativo. A través de la coordinación 3D, el uso de Entornos Comunes de Datos (CDE) y la estandarización de procesos, BIM permite anticipar conflictos entre disciplinas y mejorar la toma de decisiones desde etapas tempranas del proyecto. No obstante, su implementación no se limita a la adquisición de software, sino que exige cambios estructurales en la organización, incluyendo la redefinición de roles, la adaptación de procesos y una transformación en la cultura de trabajo.

En este contexto, la presente investigación analiza la viabilidad de implementar BIM en proyectos inmobiliarios desarrollados en la provincia de Chanchamayo, con énfasis en su impacto sobre la reducción de sobrecostos generados por interferencias técnicas. Para ello, se parte de un diagnóstico del nivel de madurez BIM de la organización estudiada, se comparan los sobrecostos observados en

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

proyectos gestionados bajo esquemas tradicionales frente a un escenario con aplicación BIM, y se propone un plan de implementación progresivo que incorpora principios de gestión del cambio. Finalmente, se evalúa la viabilidad técnica y económica de esta adopción bajo un enfoque de inversión mínima viable, considerando las restricciones financieras propias del entorno local.

La investigación adquiere relevancia tanto en el plano práctico como en el académico. Desde una perspectiva aplicada, responde a la necesidad concreta de mejorar la eficiencia y competitividad de los proyectos inmobiliarios en Chanchamayo, reduciendo retrabajos y optimizando recursos. En el ámbito académico, aporta evidencia empírica sobre la adopción de BIM en contextos regionales del Perú, donde aún existe escasa producción investigativa y donde las dinámicas organizacionales difieren de las grandes capitales.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto. Se emplearon técnicas cualitativas, como el análisis organizacional y revisión documental, complementadas con herramientas cuantitativas orientadas al análisis de interferencias, sobrecostos y variaciones en los cronogramas. La triangulación de la información permitió contrastar resultados y fortalecer la confiabilidad de los hallazgos, asegurando que las conclusiones se sustenten tanto en evidencia numérica como en análisis organizacional.

Entre los principales aportes del trabajo se identifican tres aspectos centrales: la determinación de brechas organizacionales que dificultan la adopción de BIM, la cuantificación del impacto real de las interferencias en los costos del proyecto y la formulación de una propuesta de implementación escalonada económicamente viable para empresas inmobiliarias de escala regional. Los resultados evidencian que la aplicación de BIM puede reducir de manera significativa los sobrecostos asociados a interferencias, lo que refuerza su pertinencia estratégica.

En consecuencia, esta investigación no solo plantea la adopción de una herramienta tecnológica, sino que propone una transformación organizacional orientada a mejorar la gestión integral de los proyectos inmobiliarios en Chanchamayo, demostrando que la digitalización puede convertirse en un factor clave para la sostenibilidad y competitividad del sector construcción en la región.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto de la organización

El presente estudio se desarrolla en el contexto de un proyecto inmobiliario privado denominado “Los Girasoles”, ubicado en la provincia de Chanchamayo, región Junín. Este proyecto contempla la construcción de un edificio multifamiliar de 10 niveles, orientado al segmento medio del mercado habitacional.La empresa promotora es una inmobiliaria de mediana escala, dedicada al desarrollo, construcción y comercialización de proyectos habitacionales en la selva central del país.

La organización presenta una estructura jerárquica tradicional, donde las decisiones técnicas y estratégicas se concentran en la gerencia de proyecto. Sus procesos constructivos se basan mayormente en metodologías convencionales, con una limitada digitalización y una coordinación entre especialidades centrada en planos 2D, lo que ha generado en proyectos anteriores frecuentes interferencias técnicas, sobrecostos y retrasos en obra.

Ante este escenario, la empresa ha manifestado interés en adoptar metodologías innovadoras como Building Information Modeling (BIM), reconociendo su potencial para optimizar la planificación, coordinación y control de sus proyectos. Sin embargo, dicha adopción implica no solo un cambio tecnológico, sino también una transformación organizacional progresiva que reconfigure roles, flujos de trabajo y estrategias de capacitación.

Este estudio se centra en analizar cómo una implementación gradual de BIM, alineada a estándares como la ISO 19650 y enmarcada en una adecuada gestión del cambio organizacional, puede mejorar la eficiencia del proyecto “Los Girasoles” y servir como modelo replicable en otros desarrollos inmobiliarios similares en la región.

Necesidades y restricciones que afectan la organización

La empresa inmobiliaria responsable del proyecto “Los Girasoles” enfrenta una serie de necesidades organizacionales que inciden directamente en su desempeño técnico y operativo. Entre las más relevantes se encuentra la necesidad de mejorar la coordinación entre especialidades técnicas (arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas), ya que los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

procesos actuales, basados principalmente en planos en 2D y comunicación informal, han derivado en interferencias durante la ejecución, con sus respectivos sobrecostos y retrasos.

Otra necesidad clave es la optimización de los procesos de planificación y control de obra. Actualmente, estos procesos se desarrollan en herramientas tradicionales como hojas de cálculo y cronogramas básicos, lo que limita la capacidad de anticipar conflictos o reajustar estrategias de ejecución en tiempo real. A esto se suma la necesidad de fortalecer las capacidades digitales del personal técnico, dado que la mayoría de los profesionales involucrados en los proyectos no han sido formados en metodologías colaborativas como BIM ni en plataformas digitales avanzadas.

En cuanto las restricciones, la organización enfrenta limitaciones presupuestarias que condicionan la inversión en tecnología, software especializado y programas de formación. Este factor ha generado una dependencia de métodos convencionales que, si bien resultan familiares, no ofrecen la precisión ni la eficiencia que exigen los proyectos inmobiliarios actuales. A ello se añade una resistencia al cambio organizacional.

Además, la organización no cuenta con una estructura formal de gestión del cambio orientadas a la transformación digital. Esto representa una barrera para la adopción de metodologías como BIM, que requieren no solo herramientas, sino una reconfiguración completa del modo en que se concibe diseña y gestiona un proyecto de construcción.

Estas necesidades y restricciones configuran un entorno organizacional complejo, pero también ofrecen una oportunidad estratégica: avanzar hacia la adopción gradual de BIM bajo un enfoque adaptativo, que considere tanto las capacidades actuales como los desafíos estructurales que enfrenta la organización. La presente investigación buscará aportar evidencia que facilite este proceso de transformación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Definición del problema y/o oportunidades de mejora

En los últimos proyectos ejecutados por la inmobiliaria promotora del edificio multifamiliar “Los Girasoles”, se ha identificado una recurrencia de sobrecostos y retrasos originados principalmente por interferencias técnicas entre especialidades. Esta problemática refleja una deficiente coordinación en etapa de diseño y planificación, así como una limitada capacidad para anticipar conflictos constructivos.

Los proyectos que ejecutaron la empresa fueron lo siguiente:

Tabla 1.

Evidencia de proyectos ejecutados con metodología tradicional.

PROYECTOS	INVERSIÓN PROYECTADA	INVERSIÓN REAL	SOBRECOSTOS	TIEMPO DE EJECUCIÓN PROGRAMADO	TIEMPO DE EJECUCIÓN REAL
Santa Teresa- 5 piso + 1 azotea (	S/ 2,337,500.00	S/ 3,155,625.00	S/ 818,125.00	8 meses	15 meses (Enero 2022 – Marzo 2023)
Santa María 5 piso + 2 sótanos + 1 azotea	S/ 8,400,000.00	S/ 12,180,000.00	S/ 3,789,000.00	14 meses	19 meses (Abril 2023 – Octubre – 2024)
El Paraíso 10 piso + 1 sótano + 1 azotea	S/ 9,720,000.00	S/ 14,094,000.00	S/ 4,374,000.00	18 meses	23 meses (Enero 2017 – Noviembre 2018)

Fuente: Elaboración propia basado en información histórica de la organización.

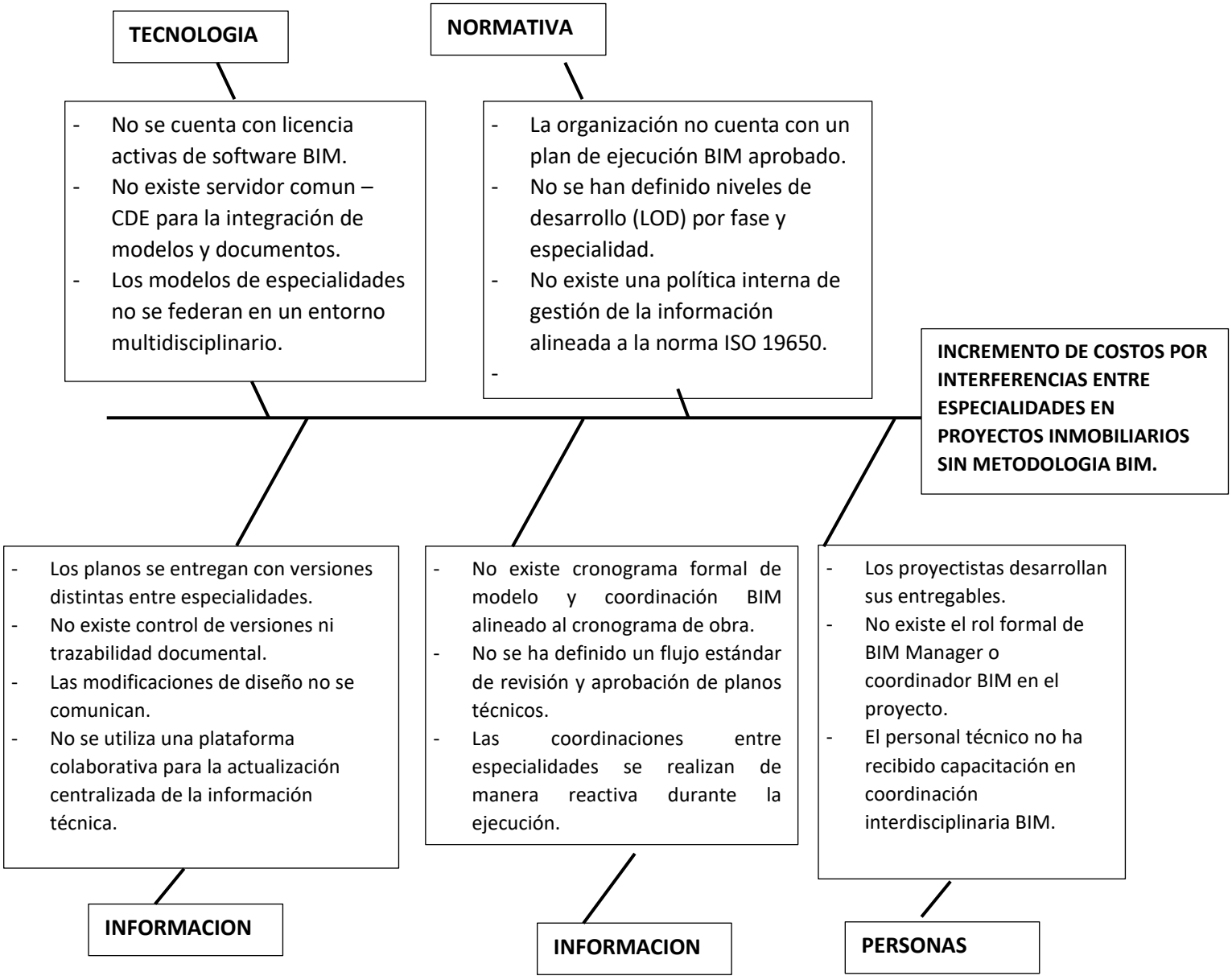
La causa raíz de estos problemas se encuentra en el uso predominante de metodologías tradicionales, como el desarrollo de planos 2D, y en la falta de integración digital entre equipos técnicos.A esto se suma una débil gestión organizacional del cambio, que ha impedido hasta el momento una transición efectiva hacia modelos colaborativos como el Building Information Modeling (BIM).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El siguiente Diagrama de Ishikawa (representado en texto) detalla las causas principales que explican la situación actual:

Figura 1:

Diagrama de Ishikawa de causa de incumplimiento



Fuente: Elaboración propia basado en información histórica basado en información histórica temporalmente ubicada entre el 2017 y 2023.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Ante este panorama, se identifica una oportunidad estratégica de implementar progresivamente la metodología BIM, alineada a la norma ISO 19650 y el Plan BIM del Perú, para fortalecer la capacidad de coordinación técnica, reducir reprocesos y generar una cultura organizacional orientada a la innovación.Esto implicaría redefinir flujos de trabajo, capacitar al personal clave y establecer un plan de gestión del cambio basado en estándares internacionales como The Standard for Organizational Change Management del PMI.

Esta investigación se propone analizar y validar dicha oportunidad, considerando las particularidades del entorno organizacional y los recursos disponibles en la empresa.

Identificación de actores clave y sus expectativas

La identificación de actores clave (stakeholders) constituye un elemento fundamental para la gestión efectiva del proyecto y para la adopción de la metodología BIM, dado que cada actor presenta distintos niveles de poder (capacidad de influir en las decisiones) e interés (grado de involucramiento y preocupación por los resultados del proyecto). Según el Project Management Institute (PMI, 2021), el análisis conjunto de estas variables permite definir estrategias adecuadas de gestión, comunicación y participación, reduciendo riesgos asociados a la resistencia al cambio organizacional.

En el proyecto inmobiliario “Los Girasoles”, los principales actores clave han sido identificados y clasificados considerando su nivel de poder e interés, lo cual se detalla a continuación.

Gerencia General

La Gerencia General y los inversionistas poseen un alto nivel de poder, debido a que toman decisiones estratégicas relacionadas con la asignación de recursos financieros, aprobación de inversiones tecnológicas y definición de políticas internas. Sin embargo, su nivel de interés directo en la implementación operativa de BIM es medio, ya que su enfoque principal se centra en la rentabilidad del proyecto, el control de riesgos y el cumplimiento de plazos.

Estrategia de gestión: Mantenerlos satisfechos mediante reportes ejecutivos que evidencien la reducción de sobrecostos y el retorno de la inversión asociado a la adopción de BIM.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Área de Proyectos / Ingeniería

El área de Proyectos o Ingeniería presenta un alto nivel de interés, puesto que es responsable directo del desarrollo de diseños, coordinación técnica y generación de modelos BIM. Su nivel de poder es medio, ya que, si bien influye en decisiones técnicas, no define las políticas estratégicas ni la inversión global del proyecto.

Estrategia de gestión: Gestionar de cerca a este grupo, involucrándolo activamente en la definición de estándares BIM, flujos de trabajo y procesos de coordinación interdisciplinaria.

Área de Construcción / Supervisión de Obra

El área de Construcción y Supervisión de Obra posee un nivel de poder medio, dado que tiene influencia en la ejecución física del proyecto y en la validación de soluciones técnicas durante la obra. Su nivel de interés también es medio, ya que BIM impacta principalmente en la calidad de la información recibida y en la reducción de retrabajos.

Estrategia de gestión: Mantenerlos informados y capacitados, demostrando los beneficios prácticos de BIM en la reducción de interferencias y reprocesos en obra.

Proyectistas externos (arquitectura, estructuras e instalaciones)

Los proyectistas externos presentan un alto nivel de interés, ya que deben adaptar sus entregables a los requerimientos técnicos del proyecto y a los estándares BIM establecidos. No obstante, su nivel de poder es bajo, debido a que dependen contractualmente de los lineamientos definidos por la empresa promotora.

Estrategia de gestión: alinearlos mediante guías de modelado, protocolos claros y sesiones de coordinación técnica periódicas.

Área de Tecnologías de la Información (TI)

El área de TI cuenta con un nivel de poder bajo, ya que no toma decisiones estratégicas, pero posee un interés medio, dado que es responsable del soporte tecnológico, licencias de software y funcionamiento del entorno digital colaborativo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Estrategia de gestión: Monitorear su participación y asegurar que cuente con los recursos necesarios para garantizar la operatividad del Entorno Común de Datos (CDE).

Entidades reguladoras y municipalidad

Las entidades reguladoras y la municipalidad presentan un alto nivel de poder, debido a su capacidad de aprobar licencias, fiscalizar el cumplimiento normativo y paralizar obras en caso de incumplimientos. Su nivel de interés es bajo, ya que no participan directamente en la gestión interna del proyecto.

Estrategia de gestión: mantenerlos satisfechos mediante el cumplimiento estricto de la normativa técnica, urbanística y de edificación vigente.

Mapa de procesos e identificación de los procesos involucrados en la problemática

El proyecto Los Girasoles, al igual que otros desarrollos inmobiliarios liderados por la empresa, se ejecuta siguiendo una estructura operativa tradicional, basada en procesos secuenciales y poco integrados. Este modelo organizacional, caracterizado por la fragmentación de la información y la limitada digitalización de las etapas clave, ha generado diversas limitaciones que afectan directamente al rendimiento técnico, económico y operativo del proyecto (Sacks et al., 2020).

Mapa general de procesos

- **Diseño:** La elaboración aislada de planos, sin herramientas colaborativas, genera conflictos entre disciplinas que solo se detectan en la etapa constructiva. Esto resulta en retrabajos, sobrecostos y desviaciones de plazos (Azhar, 2017).
- **Coordinación Técnica**: La ausencia de una plataforma común para integrar los modelos digitales de las especialidades impide la detección anticipada de interferencias, lo que representa un cuello de botella crítico en la gestión del proyecto (Succar, 2018).
- **Presupuestación y Programación**: Al depender de planos no vinculados a modelos actualizados, estas actividades presentan inexactitudes que impactan la planificación financiera y temporal del proyecto. Además, no

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

existen flujos de trabajo dinámicos que permitan ajustes en tiempo real (Autodesk, 2022).

- **Supervisión y Control**: La supervisión del proyecto se lleva a cabo mediante métodos convencionales que, si bien permiten cierto seguimiento, limitan la trazabilidad detallada del avance y dificultan la correlación precisa entre lo planificado y lo realmente ejecutado. Esta brecha compromete la efectividad del control en relación con los objetivos definidos, lo que puede derivar en desviaciones no detectadas a tiempo (Project Management Institute [PMI], 2023, p. 18).
- Gráfico del Mapa General de Procesos.

Tabla 2:

Mapa General de Procesos

Procesos Estratégicos	- Dirección General - Planificación Estratégica - Gestión de Calidad - Gestión de Proyectos
Procesos Operativos	- Desarrollo de Expediente Técnico - Ejecución de Obra - Supervisión y Control de Calidad - Entrega y Cierre de Obra
Procesos de Soporte	- Recursos Humanos - Logística y Compras - Contabilidad y Finanzas - Seguridad y Salud en el Trabajo - Tecnología y Soporte Informático

Fuente: Elaboración propia

Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad crítica de transformación digital dentro del sector de la construcción, impulsada por las crecientes demandas de eficiencia, calidad y sostenibilidad. El proyecto inmobiliario "Los Girasoles" en Chanchamayo ejemplifica los desafíos comunes que enfrentan los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

desarrolladores regionales, incluyendo procesos fragmentados, coordinación técnica limitada y dificultades para controlar las desviaciones de tiempo y costo durante la ejecución.

Esta investigación contribuye a la comprensión teórica de la gestión del cambio organizacional en el contexto de la adopción de BIM. Propone una estrategia de adopción progresiva de BIM guiada por los principios del The Standard for Organizational Change Management (PMI, 2023).Este marco proporciona un enfoque estructurado para movilizar a las personas, los procesos y el liderazgo hacia una transformación sostenible .El estudio enfatiza que la integración exitosa de cambios tecnológicos, como BIM, requiere planes bien gestionados que identifiquen los impactos, involucren a las partes interesadas clave y monitoreen el progreso del cambio organizacional .Mediante el análisis del caso "Los Girasoles", la investigación evaluará cómo estas directrices pueden aplicarse de forma gradual y adaptable a las empresas de desarrollo que operan fuera de las áreas metropolitanas .En definitiva , esta investigación busca diseñar un marco de implementación gradual que integre herramientas tecnológicas con principios de gestión del cambio, generando evidencia valiosa para su aplicación en diversos contextos organizacionales en el Perú.

La justificación técnica de esta investigación radica en el uso del Modelado de Información de Construcción (BIM) para abordar las ineficiencias operativas persistentes en proyectos inmobiliarios. La implementación de BIM ha demostrado beneficios significativos mediante la integración de modelos digitales colaborativos. Estos modelos permiten la detección temprana de interferencias, una mejor comunicación entre disciplinas y un control más preciso de los recursos a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Succar, 2018; Autodesk, 2022) .El presente estudio responde directamente al problema de los procesos fragmentados y la limitada coordinación técnica, que generan desviaciones de tiempo y costo en los métodos de ejecución tradicionales .Mediante la aplicación de BIM , la investigación busca proporcionar una solución técnica para mejorar las capacidades de coordinación, reducir los reprocesos y fomentar una cultura organizacional orientada a la innovación.

Desde el punto de vista económico, esta investigación se justifica por su potencial para mitigar los sobrecostos y retrasos significativos que prevalecen en los proyectos de construcción convencionales. El proyecto "Los Girasoles", al

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

igual que otros proyectos de la empresa, enfrenta sobrecostos recurrentes derivados principalmente de interferencias técnicas durante la fase de ejecución. Estos problemas son resultado de una coordinación deficiente en las etapas de diseño y planificación y de una capacidad limitada para anticipar los conflictos de construcción .La adopción de BIM es una necesidad estratégica, ya que ofrece una solución tangible para reducir estos sobrecostos y tiempos de ejecución .Al mejorar la precisión y la eficiencia de los procesos de construcción, BIM puede generar presupuestos más precisos y un mejor control financiero .Además , se espera que la adopción exitosa de BIM mejore la competitividad de la empresa en el mercado inmobiliario local (Azhar, 2017)., lo que representa una oportunidad estratégica para mejorar la rentabilidad general y la sostenibilidad en el sector de la construcción privada. La alineación de la propuesta con el Plan BIM Perú del Estado peruano también resalta el impulso económico a nivel nacional para modernizar la industria a través de la digitalización y la estandarización, particularmente en proyectos con potencial de replicabilidad.

Objetivo general

Evaluar el impacto de la transformación organizacional en la adopción de BIM para reducir sobrecostos por interferencias en proyectos inmobiliarios en Chanchamayo.

Objetivos específicos

1. Identificar la estructura organizacional y los procesos para implementar BIM en la empresa constructora.
2. Cuantificar los sobrecostos por interferencias en proyectos tradicionales vs. proyectos con BIM.
3. Diseñar un plan para la implementación BIM aplicando la gestión del cambio organizacional.
4. Evaluación de la viabilidad en la implementación BIM.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL

Análisis del Entorno (PESTEL)

El análisis del ambiente externo es un componente crítico en la formulación de estrategias organizacionales, pues permite a una empresa identificar las oportunidades y amenazas (o riesgos) a las que está expuesta. La capacidad de una organización para prever y responder a estas fuerzas externas es vital para su éxito y supervivencia. Para el sector inmobiliario en Chanchamayo y la implementación de la metodología BIM, es fundamental examinar las fuerzas PESTEL, que son una ampliación del análisis SEPTE (Sociales, Económicas, Políticas, Tecnológicas y Ecológicas) propuesto por Ritchie, y que incluyen además el factor legal.

Fuerzas políticas, gubernamentales (P)

La política pública ha comenzado a posicionarse como un impulsor indirecto para la adopción de BIM en el país. El Plan BIM Perú, establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas mediante el Decreto Supremo N.º 289-2019-EF, promueve la incorporación progresiva de esta metodología en los proyectos públicos como parte del proceso de transformación digital del Estado. Diversos estudios evidencian que el anuncio de una política nacional de BIM ha generado efectos indirectos en el sector privado, influyendo en las prácticas organizacionales y en la madurez digital de los contratistas (Murguia et al., 2023).

No obstante, la efectividad de estas políticas presenta variaciones territoriales. Investigaciones recientes sobre la gestión de proyectos en Perú señalan que persisten brechas institucionales, limitaciones en capacidades técnicas y dificultades en la articulación intergubernamental, lo cual restringe la adopción homogénea de BIM, especialmente en regiones fuera de los principales centros urbanos (Pacheco et al., 2024).

Fuerzas económicas y financieras (E)

El entorno económico y financiero ejerce una influencia determinante sobre la capacidad de las empresas del sector construcción para innovar, adoptar

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

nuevas tecnologías y sostener procesos de transformación organizacional. En el caso del proyecto “Los Girasoles”, ubicado en la provincia de Chanchamayo, estas fuerzas deben analizarse desde una doble perspectiva: por un lado, la macroeconomía nacional, que condiciona el acceso al crédito, la inversión y el comportamiento de los precios de los insumos; y por otro, las condiciones económicas locales, que inciden directamente en la demanda efectiva del mercado inmobiliario.

A nivel nacional, el Perú ha atravesado un periodo de desaceleración económica en los últimos años, agravado por los efectos postpandemia, la inestabilidad política y el impacto de fenómenos climáticos como El Niño. Según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2024), el Producto Bruto Interno (PBI) registró una contracción de –0.6 % durante el año 2023, afectando de manera significativa al sector construcción, el cual presentó una caída del –7.9 %, asociada principalmente a la reducción de la inversión privada y pública en infraestructura.

Esta contracción económica se ve acompañada por presiones inflacionarias que, aunque moderadas, continúan afectando el poder adquisitivo de los hogares y los costos operativos de las empresas constructoras. La inflación acumulada al cierre de 2023 alcanzó el 3.2 %, mientras que las tasas de interés activas para créditos empresariales en moneda nacional promediaron el 13.6 %, de acuerdo con la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS, 2024). Estas condiciones financieras encarecen el acceso al financiamiento y limitan la capacidad de las pequeñas y medianas empresas inmobiliarias para invertir en tecnologías innovadoras.

Diversos estudios académicos coinciden en que los entornos económicos restrictivos representan una de las principales barreras para la adopción de BIM, especialmente en países en desarrollo. Olatunji, Sher y Gu (2023) sostienen que las altas tasas de interés y la incertidumbre macroeconómica reducen la disposición de las empresas constructoras a asumir inversiones iniciales en tecnologías digitales, aun cuando estas generen beneficios a mediano y largo plazo. De manera similar, Li et al. (2022) evidencian que las limitaciones financieras constituyen un factor crítico que ralentiza la madurez BIM en mercados emergentes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En relación con los costos de los insumos, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2024) reporta que entre enero de 2022 y enero de 2024 el precio del cemento Portland tipo I se incrementó en 19.4 %, mientras que el acero corrugado registró una variación acumulada superior al 22 %. Esta volatilidad de precios reduce los márgenes de rentabilidad y aumenta la incertidumbre presupuestal, generando condiciones propicias para sobrecostos y retrabajos en proyectos ejecutados bajo metodologías tradicionales.

Desde una perspectiva académica, diversos autores coinciden en que la adopción de BIM permite mitigar los impactos negativos de la volatilidad económica. Azhar (2011) demuestra que el uso de BIM contribuye significativamente a la reducción de errores de diseño, interferencias técnicas y modificaciones durante la obra, principales fuentes de sobrecostos en proyectos de edificación. Más recientemente, Love et al. (2021) confirman que la implementación de BIM puede reducir entre un 5 % y un 15 % los costos asociados a reprocesos, incluso en contextos de alta presión financiera.

En el ámbito local, la provincia de Chanchamayo presenta un nivel de ingreso familiar inferior al promedio nacional. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Hogares (INEI, 2023), el ingreso mensual promedio no supera los S/ 1,200, lo que limita el acceso al crédito hipotecario formal y reduce el tamaño del mercado inmobiliario efectivo para proyectos de rango medio. No obstante, estudios recientes indican que existe una demanda insatisfecha de vivienda formal en ciudades intermedias, la cual puede ser atendida mediante proyectos que optimicen costos y reduzcan riesgos financieros (Hosseini et al., 2022).

La adopción de BIM debe ser concebida no como un gasto adicional, sino como una inversión estratégica orientada a la eficiencia y la sostenibilidad financiera del proyecto. Según Succar y Kassem (2023), BIM permite mejorar la predictibilidad económica de los proyectos mediante una planificación más precisa, un mejor control de costos y una reducción significativa de incertidumbres financieras durante la ejecución.

Asimismo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2023) recomienda que, en economías emergentes como la peruana, la digitalización del sector construcción sea acompañada por políticas de financiamiento inclusivas, incentivos tributarios y programas de capacitación técnica, especialmente en regiones fuera del eje Lima–Callao. Estas

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

recomendaciones refuerzan la necesidad de una implementación progresiva de BIM en Chanchamayo, alineada con las capacidades financieras locales y apoyada por alianzas público-privadas.

En síntesis, las fuerzas económicas y financieras configuran un entorno desafiante para la innovación en el sector inmobiliario; sin embargo, estas mismas restricciones refuerzan la necesidad de adoptar herramientas como BIM, que permitan optimizar recursos, anticipar desviaciones presupuestales y mejorar la viabilidad económica de los proyectos, incrementando su competitividad y sostenibilidad en el tiempo.

Fuerzas sociales, culturales y demográficas (S)

Las dinámicas sociales, culturales y demográficas constituyen factores determinantes para el éxito de los procesos de transformación organizacional y adopción tecnológica en el sector construcción. En el caso de Chanchamayo, se observa un crecimiento urbano moderado acompañado de una demanda progresiva de vivienda formal, impulsada principalmente por la migración interna desde zonas rurales hacia áreas urbanas intermedias, fenómeno que responde a la búsqueda de mejores oportunidades económicas y acceso a servicios básicos (INEI, 2023). Esta tendencia incrementa la presión sobre las empresas inmobiliarias para ofrecer soluciones habitacionales más eficientes, sostenibles y técnicamente coordinadas.

Desde una perspectiva sociocultural, uno de los principales desafíos para la adopción de metodologías innovadoras como BIM es la resistencia al cambio organizacional, especialmente en empresas con estructuras jerárquicas tradicionales, donde la toma de decisiones técnicas es centralizada y el flujo de información es predominantemente vertical. Diversos estudios señalan que esta resistencia se manifiesta en la preferencia por métodos convencionales de trabajo, la desconfianza hacia los entornos colaborativos digitales y la percepción de que la innovación incrementa la carga laboral sin beneficios inmediatos (Rodríguez & Vega, 2022; Olawumi & Chan, 2019).

Asimismo, el nivel de alfabetización digital del capital humano constituye un condicionante crítico. En contextos regionales como Chanchamayo, gran parte del personal técnico y operativo presenta limitadas competencias digitales, lo que dificulta la implementación efectiva de plataformas colaborativas basadas en

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

BIM si no se cuenta con programas estructurados de capacitación y acompañamiento. Según Sacks et al. (2020), la brecha de competencias digitales es una de las principales barreras sociales para la adopción de BIM en países en desarrollo, afectando directamente la interoperabilidad, la calidad de la información y la colaboración interdisciplinaria.

La dimensión demográfica también influye significativamente en la aceptación cultural de nuevas tecnologías. En el sector construcción, la fuerza laboral está compuesta mayoritariamente por profesionales y técnicos pertenecientes a generaciones con menor exposición a herramientas digitales avanzadas. Esta realidad exige estrategias diferenciadas de gestión del cambio, que consideren la diversidad generacional, los estilos de aprendizaje y las percepciones frente a la innovación tecnológica (Díaz, 2021; Venkatesh et al., 2012). La evidencia empírica demuestra que la adopción tecnológica mejora sustancialmente cuando los procesos de cambio son acompañados de liderazgo participativo, capacitación progresiva y comunicación clara de beneficios tangibles.

Adicionalmente, estudios recientes en América Latina destacan que la aceptación social de BIM no depende únicamente de factores técnicos, sino también de la cultura organizacional, los valores colectivos y la experiencia previa con procesos colaborativos. Succar y Kassem (2021) señalan que, en contextos emergentes, la madurez BIM está fuertemente influenciada por factores humanos y sociales, más que por la disponibilidad tecnológica en sí misma. En consecuencia, la implementación de BIM debe abordarse como un proceso de transformación sociotécnica, y no únicamente como una actualización de herramientas.

En síntesis, las fuerzas sociales, culturales y demográficas en Chanchamayo configuran un entorno desafiante para la adopción de BIM, caracterizado por resistencia al cambio, brechas de competencias digitales y diversidad generacional. No obstante, estas mismas condiciones representan una oportunidad estratégica para las empresas que logren gestionar adecuadamente el cambio organizacional, invertir en capacitación continua y fomentar una cultura colaborativa orientada a la mejora de procesos. La incorporación progresiva de BIM, alineada con las características sociales del entorno local, puede convertirse en un factor diferenciador clave para mejorar la eficiencia, reducir errores y elevar la calidad de los proyectos inmobiliarios.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Fuerzas tecnológicas y científicas (T)

Las fuerzas tecnológicas y científicas constituyen un factor crítico en la transformación del sector construcción, especialmente en contextos donde se busca mejorar la eficiencia, reducir sobrecostos y optimizar la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. En el ámbito inmobiliario, la adopción de tecnologías digitales como el Building Information Modeling (BIM) ha demostrado ser un catalizador de innovación, al permitir una coordinación interdisciplinaria más eficiente, una mejor toma de decisiones y una reducción significativa de errores constructivos.

A nivel global, la industria de la construcción atraviesa un proceso acelerado de digitalización, impulsado por el desarrollo de tecnologías como BIM, sistemas de información geográfica (SIG), modelado 4D y 5D, escaneo láser, gemelos digitales y plataformas colaborativas en la nube. De acuerdo con Volk, Stengel y Schultmann (2020), BIM se ha consolidado como el eje central de la transformación digital del sector, al integrar datos geométricos, técnicos, económicos y temporales en un entorno común de información. Esta integración tecnológica ha permitido mejorar la productividad y reducir las ineficiencias históricas de la construcción tradicional.

En el contexto peruano, si bien se ha avanzado en la adopción de BIM a nivel normativo y conceptual, persisten brechas significativas en su implementación efectiva, especialmente fuera del eje Lima–Callao. Estudios recientes evidencian que la adopción tecnológica en regiones intermedias es aún incipiente y se caracteriza por un uso parcial de herramientas BIM, limitado principalmente al modelado 3D, sin una integración plena de procesos de coordinación, simulación y control de costos (Murguia et al., 2023; Pacheco et al., 2024). Esta situación refleja una brecha tecnológica entre la disponibilidad de soluciones digitales y su aplicación real en proyectos inmobiliarios regionales como los desarrollados en Chanchamayo.

Desde una perspectiva científica, diversos estudios empíricos han demostrado que la implementación integral de BIM contribuye significativamente a la reducción de interferencias técnicas, retrabajos y desviaciones presupuestales. Azhar, Khalfan y Maqsood (2021) señalan que los proyectos que incorporan BIM de manera temprana presentan mejoras sustanciales en la detección de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

conflictos (clash detection), planificación constructiva y gestión de riesgos. Asimismo, Jin et al. (2022) evidencian que la madurez tecnológica en BIM está directamente relacionada con el desempeño del proyecto, especialmente en términos de control de costos y cumplimiento de plazos.

No obstante, la incorporación de estas tecnologías requiere condiciones habilitantes que van más allá de la adquisición de software. La infraestructura tecnológica, la interoperabilidad entre plataformas, la estandarización de procesos y la disponibilidad de capital humano calificado son factores determinantes para el éxito de la adopción tecnológica. Según Sacks et al. (2020), la falta de estándares operativos claros y la baja interoperabilidad entre disciplinas siguen siendo barreras técnicas relevantes en países en desarrollo, limitando el potencial transformador de BIM.

En regiones como Chanchamayo, estas limitaciones se ven acentuadas por la escasa disponibilidad de proveedores tecnológicos especializados, la limitada conectividad digital y la ausencia de ecosistemas locales de innovación. Sin embargo, estas restricciones también representan una oportunidad estratégica para las empresas inmobiliarias que decidan incorporar progresivamente tecnologías BIM, aprovechando su capacidad para optimizar recursos, mejorar la predictibilidad de los proyectos y diferenciarse competitivamente en mercados emergentes.

Finalmente, la evidencia científica reciente coincide en que la adopción de BIM debe concebirse como un proceso evolutivo de madurez tecnológica, donde las organizaciones transitan desde un uso instrumental hacia una integración estratégica de la información. Succar y Kassem (2021) sostienen que el éxito de la transformación digital en construcción depende de la alineación entre tecnología, procesos y personas, así como del compromiso organizacional con la innovación continua. En este sentido, la incorporación gradual de BIM en proyectos inmobiliarios de Chanchamayo puede convertirse en un factor clave para elevar los estándares técnicos, reducir riesgos y mejorar la sostenibilidad económica de los desarrollos habitacionales.

Fuerzas ecológicas y ambientales (E)

Las fuerzas ecológicas y ambientales constituyen un componente cada vez más relevante en la planificación y ejecución de proyectos inmobiliarios,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

especialmente en contextos territoriales con alta sensibilidad ambiental como la provincia de Chanchamayo. Estas fuerzas están asociadas a las exigencias de sostenibilidad, la gestión responsable de los recursos naturales, la mitigación de impactos ambientales y la adaptación al cambio climático, factores que influyen directamente en las decisiones técnicas, económicas y organizacionales de las empresas del sector construcción.

Chanchamayo se caracteriza por ubicarse en una zona de transición entre la sierra y la selva central del Perú, con alta biodiversidad, elevados niveles de precipitación y una creciente exposición a riesgos climáticos como lluvias intensas, deslizamientos y erosión del suelo. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2023), estas condiciones incrementan la vulnerabilidad de los proyectos de edificación frente a eventos climáticos extremos, lo que exige una mayor rigurosidad en el diseño, la planificación constructiva y la gestión ambiental de las obras.

En el ámbito normativo, el marco ambiental peruano ha incorporado progresivamente criterios de sostenibilidad aplicables al sector construcción, tales como la evaluación de impactos ambientales, la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD), y el uso eficiente de materiales y energía. El Reglamento de Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición establece obligaciones específicas para minimizar los impactos ambientales generados durante la ejecución de proyectos inmobiliarios (MINAM, 2022). Estas exigencias incrementan la complejidad operativa de los proyectos, pero también generan incentivos para adoptar metodologías que permitan una mejor planificación y control, como BIM.

Desde una perspectiva técnica, diversos estudios evidencian que la metodología BIM contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental de los proyectos de construcción. Según Wong y Zhou (2015), el uso de BIM permite optimizar el diseño arquitectónico y estructural, reducir desperdicios de materiales, mejorar la eficiencia energética de los edificios y minimizar retrabajos, lo que se traduce en una menor huella ambiental. De manera similar, Liu et al. (2021) sostienen que BIM facilita la integración de análisis ambientales tempranos, como simulaciones energéticas y evaluaciones del ciclo de vida (LCA), fortaleciendo la toma de decisiones sostenibles desde las fases iniciales del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En contextos de economías emergentes, la relación entre sostenibilidad ambiental y adopción tecnológica es particularmente relevante. Darko et al. (2020) señalan que, en países en desarrollo, la presión por cumplir estándares ambientales y reducir impactos negativos está impulsando gradualmente la adopción de BIM como una herramienta estratégica para la gestión sostenible de la construcción. Este enfoque resulta pertinente para regiones como Chanchamayo, donde la preservación del entorno natural es un factor clave para el desarrollo territorial y la aceptación social de los proyectos inmobiliarios.

Adicionalmente, la creciente conciencia ambiental de la población y de las autoridades locales genera una mayor exigencia hacia proyectos que demuestren responsabilidad ecológica. Estudios recientes indican que los usuarios finales valoran cada vez más aspectos como la eficiencia energética, el uso racional del agua y la reducción de impactos ambientales, lo que influye en la competitividad de los desarrollos inmobiliarios (Zuo & Zhao, 2014). En este escenario, la incorporación de BIM no solo responde a una necesidad técnica, sino también a una demanda social y ambiental.

En síntesis, las fuerzas ecológicas y ambientales configuran un entorno exigente para los proyectos inmobiliarios en Chanchamayo, marcado por la vulnerabilidad climática, el fortalecimiento del marco regulatorio ambiental y una mayor conciencia social sobre sostenibilidad. Estas condiciones refuerzan la necesidad de adoptar metodologías como BIM, que permiten mejorar la planificación ambiental, optimizar el uso de recursos y reducir impactos negativos, contribuyendo a una construcción más sostenible, resiliente y alineada con los objetivos de desarrollo territorial.

Fuerzas legales (L)

Las fuerzas ecológicas y ambientales se han consolidado como un factor estratégico determinante en la planificación, diseño y ejecución de proyectos inmobiliarios, especialmente en contextos donde la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de recursos se han convertido en prioridades tanto regulatorias como sociales. En el sector construcción, estas fuerzas están asociadas principalmente al impacto ambiental de las edificaciones, el consumo energético, la generación de residuos y la huella de carbono a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

A nivel global, el sector construcción es responsable de aproximadamente el 37 % de las emisiones de CO_2 relacionadas con la energía y de más del 30 % del consumo de recursos naturales, lo que ha motivado un endurecimiento progresivo de las políticas ambientales y de los estándares de sostenibilidad en la edificación (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2023). Esta tendencia ejerce una presión creciente sobre las empresas inmobiliarias para adoptar enfoques de diseño y construcción más eficientes, sostenibles y verificables.

En el contexto peruano, si bien la regulación ambiental aplicada a proyectos inmobiliarios de escala media no siempre exige estudios de impacto ambiental detallados, sí existe un marco normativo que promueve la gestión responsable de recursos, el control de residuos de construcción y demolición (RCD) y la eficiencia energética en edificaciones. El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2022) ha señalado que el sector construcción es uno de los principales generadores de residuos sólidos urbanos, lo que evidencia la necesidad de optimizar procesos y reducir retrabajos constructivos.

Desde esta perspectiva, la metodología Building Information Modeling (BIM) se posiciona como una herramienta clave para responder a las exigencias ambientales del entorno. Diversos estudios demuestran que el uso de BIM permite reducir significativamente el desperdicio de materiales, optimizar el consumo energético desde la etapa de diseño y mejorar la toma de decisiones orientadas a la sostenibilidad del proyecto (Azhar, Brown, & Farooqui, 2019; Chong et al., 2023). En particular, la capacidad de BIM para simular escenarios de diseño, analizar el desempeño ambiental y coordinar especialidades reduce errores y modificaciones en obra, que constituyen una de las principales fuentes de impacto ambiental negativo.

En regiones como Chanchamayo, caracterizadas por una alta sensibilidad ambiental y una estrecha relación entre el entorno urbano y el ecosistema natural, estas consideraciones adquieren mayor relevancia. La presión social por preservar el entorno natural, junto con los efectos visibles del cambio climático —como eventos climáticos extremos y variabilidad en las precipitaciones—, obliga a las empresas inmobiliarias a adoptar prácticas constructivas más responsables y resilientes (Banco Mundial, 2023).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Asimismo, la literatura reciente destaca que la integración de BIM con criterios de construcción sostenible facilita la evaluación del ciclo de vida de las edificaciones (Life Cycle Assessment – LCA), permitiendo cuantificar impactos ambientales y justificar técnicamente decisiones de diseño ante entidades reguladoras y financieras (Sacks et al., 2020; Succar & Poirier, 2022). Este enfoque resulta particularmente relevante en contextos económicos restrictivos, donde la eficiencia ambiental también se traduce en eficiencia económica.

En síntesis, las fuerzas ecológicas y ambientales configuran un entorno que, lejos de representar únicamente una restricción, constituyen un impulsor estratégico para la adopción de BIM en proyectos inmobiliarios como “Los Girasoles”. La necesidad de reducir impactos ambientales, optimizar recursos y responder a una creciente conciencia ecológica refuerza la pertinencia de implementar metodologías digitales que permitan una gestión integral, sostenible y técnicamente sustentada del proyecto, alineando los objetivos económicos con la responsabilidad ambiental.

Descripción del sector y de la organización

La presente investigación se enmarca en el sector inmobiliario y de la construcción, un pilar fundamental de la economía global y peruana, caracterizado por su dinamismo y su impacto directo en el desarrollo urbano y social. Este sector, en constante evolución, enfrenta desafíos significativos relacionados con la productividad, la eficiencia y la gestión de proyectos, lo que ha impulsado la búsqueda de nuevas metodologías y tecnologías para optimizar sus procesos.

El Sector Inmobiliario y de la Construcción en el Perú y en Chanchamayo

El sector construcción es uno de los pilares de la economía peruana, representando entre el5 % y 7 % del Producto Bruto Interno (PBI) en la última década. Sin embargo, es también uno de los sectores más volátiles, pues su desempeño está estrechamente vinculado a la inversión pública, a las políticas de vivienda y al contexto macroeconómico nacional (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2024). Tras los efectos económicos de la pandemia y la crisis política, el sector registró una caída de -7.9 % en 2023, principalmente por el

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

retraso en la ejecución de obras públicas y la reducción en la inversión privada (CAPECO, 2023).

En el ámbito inmobiliario, la construcción de viviendas multifamiliares en centros urbanos intermedios ha cobrado creciente relevancia en los últimos años. El déficit habitacional en el Perú supera los 1.8 millones de viviendas, de los cuales más del 60 % corresponde a viviendas inadecuadas, según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2023). Esta situación ha generado oportunidades para el desarrollo de proyectos habitacionales de escala media en regiones como Junín, siempre que se alineen con la capacidad adquisitiva local y con criterios de sostenibilidad.

En términos tecnológicos, el sector aún se encuentra rezagado en comparación con estándares internacionales. Según un estudio de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO, 2023), solo el 18 % de las empresas inmobiliarias medianas ha comenzado a incorporar metodologías BIM en alguna etapa del proyecto, siendo la mayoría en fase de diseño arquitectónico. Las principales barreras identificadas son la falta de personal capacitado, el alto costo de implementación inicial y la resistencia organizacional al cambio.

La Transformación Digital en el Sector y la Adopción del BIM

La transformación digital en el sector construcción no se limita a la implementación de software o plataformas tecnológicas, sino que implica un proceso más amplio de reconfiguración de modelos operativos, estructuras organizacionales y competencias profesionales. Tal como señala Aguilar (2013) en su desarrollo del análisis PESTEL, los avances tecnológicos, cuando se integran adecuadamente, generan cambios estructurales en la forma en que se conciben, ejecutan y controlan los proyectos, modificando también las relaciones entre los actores del sistema productivo.

En el caso peruano, la adopción del Building Information Modeling (BIM) ha comenzado a posicionarse como un eje estratégico de modernización del sector construcción. Según datos del Plan BIM Perú elaborado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2020), el 86% de los proyectos públicos aún utiliza metodologías tradicionales (planos 2D, cronogramas en Excel, y presupuestos manuales), lo que incrementa significativamente los márgenes de error, reprocesos y sobrecostos. En contraste, los proyectos que han incorporado BIM

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

han reportado una reducción promedio del 21% en los costos asociados a interferencias técnicas, así como mejoras del 29% en la eficiencia de la coordinación entre especialidades (MEF, 2020).

Pese a estas ventajas, la adopción de BIM en el sector privado sigue siendo limitada. Un estudio de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO, 2023) reveló que solo el 18% de las empresas medianas del rubro inmobiliario ha incorporado BIM en alguna fase de sus procesos, y apenas el 6% lo hace en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto. Entre las principales barreras se identifican la falta de personal capacitado (65%), la resistencia al cambio organizacional (48%) y el alto costo inicial de licencias y hardware (42%).

En regiones como Junín, donde se ubica el proyecto “Los Girasoles”, estas cifras se agravan debido a la centralización de proveedores tecnológicos en Lima y a la limitada oferta de formación especializada. La mayoría de las oficinas técnicas continúa trabajando con herramientas convencionales, lo que genera descoordinación entre disciplinas y dificultad para detectar errores antes de la ejecución. En este contexto, implementar BIM no solo representa una mejora técnica, sino también una oportunidad de posicionamiento competitivo.

Desde la perspectiva estratégica, la transformación digital y en particular la adopción del BIM debe ser comprendida como un proceso progresivo. Eastman et al. (2011) proponen que esta implementación debe realizarse en fases, iniciando con el modelado tridimensional básico (3D), para luego integrar dimensiones adicionales como tiempo (4D), costos (5D) y sostenibilidad (6D). Esta gradualidad permite a las organizaciones ajustar sus capacidades internas y minimizar los riesgos de fracaso.

Particularidades del sector Construcción en Chanchamayo: Análisis con las cinco fuerzas de Porter.

Para comprender mejor las condiciones de competencia y los retos estratégicos del sector construcción en Chanchamayo, se aplica el modelo de las cinco fuerzas de Michael Porter (2008), el cual permite analizar el atractivo del sector y la capacidad de una empresa para generar ventajas competitivas sostenibles. Estas fuerzas la rivalidad entre competidores existentes, la amenaza de nuevos entrantes, el poder de negociación de proveedores, el poder de negociación de clientes y la amenaza de productos o servicios sustitutos— se adaptan a continuación al contexto regional.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

a) Rivalidad entre competidores existentes

El nivel de competencia directa en Chanchamayo dentro del sector de edificaciones multifamiliares es moderado, debido a la limitada cantidad de empresas locales formalmente constituidas que desarrollen proyectos inmobiliarios de mediana escala. No obstante, existe una competencia informal significativa, conformada por contratistas independientes y empresas de construcción de menor escala que operan sin cumplir estrictamente los estándares técnicos y normativos.

Esta competencia, basada principalmente en precio, genera una presión constante para reducir márgenes, en detrimento de la calidad. La mayoría de estas empresas opera con metodologías convencionales, sin digitalización, lo que implica altos niveles de desperdicio y reprocesos, pero menores costos de operación en el corto plazo. En este contexto, la adopción de BIM representa una oportunidad para diferenciarse mediante eficiencia y calidad técnica, permitiendo a empresas como GP&VP Constructora SAC mejorar su posicionamiento competitivo.

b) Amenaza de nuevos entrantes

La barrera de entrada al sector construcción en Chanchamayo es relativamente baja, especialmente en términos normativos. El acceso al mercado no requiere licencias altamente especializadas ni certificaciones técnicas específicas, lo cual facilita la aparición de nuevos actores, en especial pequeñas constructoras o consorcios familiares. Sin embargo, la ejecución de proyectos de vivienda multifamiliar implica ciertos niveles de capital, experiencia técnica y gestión del riesgo que no todos los nuevos entrantes pueden afrontar.

La implementación de metodologías como BIM puede actuar como una barrera tecnológica, ya que requiere conocimientos especializados, inversión en software, hardware y capacitación, elementos que no están al alcance de empresas emergentes sin recursos. Por tanto, aquellas organizaciones que logren adoptar BIM eficientemente podrán establecer ventajas competitivas sostenibles frente a nuevos competidores.

c) Poder de negociación de los proveedores

En Chanchamayo, el poder de negociación de los proveedores es alto, principalmente por la limitada oferta local de materiales e insumos especializados. Muchos de los productos como acero, concreto premezclado,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

impermeabilizantes o sistemas eléctricos de calidad deben ser adquiridos en otras regiones (principalmente Lima o Huancayo), lo que incrementa los costos logísticos y reduce la capacidad de negociación de las constructoras locales.

Asimismo, existen pocos proveedores regionales de servicios tecnológicos y herramientas BIM, lo que obstaculiza la implementación digital. Las empresas que deseen adoptar esta metodología deben depender de proveedores externos, lo que refuerza la necesidad de establecer alianzas estratégicas y buscar soluciones en la nube con soporte remoto (Autodesk, 2022).

d) Poder de negociación de los clientes

El poder de negociación de los clientes finales (compradores de vivienda) ha aumentado en los últimos años, en tanto los usuarios valoran más la calidad de la construcción, los tiempos de entrega y la eficiencia del diseño. Aunque el mercado inmobiliario en Chanchamayo está compuesto mayoritariamente por familias de ingresos medios, existe una creciente conciencia sobre los estándares técnicos y una mayor comparación de ofertas, lo que obliga a las empresas a ofrecer mayor valor agregado.

La metodología BIM puede ser una herramienta diferenciadora si se comunica correctamente al cliente final como garantía de calidad, menor riesgo de errores constructivos y mayor eficiencia energética. Esto puede reducir el poder de presión de los compradores sobre el precio, permitiendo defender márgenes con base en atributos técnicos superiores.

e) Amenaza de productos o servicios sustitutos

En el sector construcción, los sustitutos no son productos tangibles, sino alternativas de construcción informal, autoconstrucción o ampliaciones progresivas, especialmente en zonas periurbanas. En Chanchamayo, este fenómeno sigue siendo frecuente debido a la baja fiscalización municipal y a la búsqueda de soluciones habitacionales más accesibles.

Estas formas de sustitución representan una amenaza constante para los desarrolladores formales. No obstante, su impacto puede ser reducido si se mejora la propuesta de valor mediante diseño eficiente, cumplimiento normativo, seguridad estructural y sostenibilidad ambiental. BIM permite desarrollar proyectos más ajustados a las necesidades reales del usuario, con optimización de espacios, análisis de costos realistas y mejor presentación comercial, lo que ayuda a competir frente a la autoconstrucción.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Alineamiento del proyecto de construcción

El alineamiento del proyecto de construcción “Los Girasoles” implica la articulación entre los objetivos estratégicos de la organización, las demandas del entorno, los requerimientos de los stakeholders y las metodologías modernas de gestión aplicadas en su ejecución. Este alineamiento es fundamental para asegurar la coherencia entre el diseño, la ejecución y los resultados esperados, maximizando así la creación de valor técnico, económico y social (PMI, 2023).

Alineamiento con la Gestión Estratégica y la Visión Organizacional y los objetivos estratégicos.

El proyecto “Los Girasoles” forma parte de la estrategia de expansión de GP&VP Constructora SAC en el mercado inmobiliario de Chanchamayo. La empresa ha identificado como prioridad fortalecer su competitividad mediante la incorporación de procesos digitales que mejoren la calidad, reduzcan los sobrecostos y aumenten la confianza del cliente final. En este sentido, la adopción del Building Information Modeling (BIM) responde a un objetivo organizacional de transformación digital, que se alinea con su visión de consolidarse como una empresa constructora moderna, eficiente y técnicamente solvente en regiones intermedias en la actualidad y en los próximos años.

La implementación progresiva de BIM, iniciando con el modelado 3D y avanzando hacia dimensiones superiores como planificación 4D y presupuesto 5D, se plantea como una estrategia escalonada que permita a la organización adaptar sus capacidades internas sin generar disrupciones críticas (Eastman et al., 2011). Esta estrategia se ajusta a los principios de mejora continua y madurez digital organizacional.

Alineamiento con los estándares y marcos normativos

El proyecto también se alinea con los estándares nacionales e internacionales promovidos por entidades como el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través del Plan BIM Perú, y por normas internacionales como la ISO 19650, que establece los requisitos para la gestión de la información en entornos BIM colaborativos. El uso de estas directrices garantiza la interoperabilidad, la trazabilidad documental y la reducción de errores en la ejecución, elementos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

críticos para garantizar el cumplimiento técnico y legal del proyecto (MEF, 2020; ISO, 2018).

Asimismo, el proyecto adopta principios de gestión del cambio organizacional recomendados por el The Standard for Organizational Change Management del PMI (2023), estableciendo un plan estructurado para capacitar al personal, rediseñar procesos y monitorear indicadores de avance hacia la digitalización. Esta alineación metodológica permite reducir la resistencia al cambio y aumentar la sostenibilidad de la transformación tecnológica.

Alineamiento con las expectativas de los stakeholders

Los principales actores involucrados en el proyecto —como la gerencia del proyecto, jefatura técnica, personal operativo, entidades supervisoras, autoridades locales, proveedores de materiales y servicios, así como los clientes finales han manifestado expectativas concretas respecto a la implementación de mejoras tecnológicas. Entre estas se destacan la reducción de sobrecostos por interferencias, un mayor control sobre los plazos de ejecución, la disminución de retrabajos y la mejora en la calidad de las entregas (Azhar, 2011; Sacks et al., 2020).

En este contexto, la metodología BIM (Building Information Modeling) permite atender dichas expectativas mediante un flujo de información más transparente, simulaciones anticipadas de conflictos constructivos y una planificación visual colaborativa. Además, al centralizar la información técnica del proyecto en un modelo digital integrado, BIM facilita la toma de decisiones en tiempo real, promueve la validación temprana del diseño y mejora la coordinación entre los distintos actores del proyecto. Estas capacidades contribuyen directamente a la generación de valor compartido y a una ejecución más eficiente y predecible (Succar, 2018).

Alineamiento con las mejores prácticas del sector

A nivel global, la adopción de BIM se ha consolidado como una de las mejores prácticas de gestión de proyectos en el sector construcción, promovida por gobiernos, instituciones multilaterales y grandes corporaciones. En el Perú, el Plan BIM Perú establece una hoja de ruta para su uso obligatorio en proyectos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

públicos a partir de 2030, lo cual ejercerá presión sobre el sector privado para modernizar sus procesos (MEF, 2020).

La alineación del proyecto “Los Girasoles” con estas tendencias internacionales permite anticiparse a las futuras exigencias del mercado, mejorar la calidad técnica del producto inmobiliario y posicionar a la empresa como un actor innovador en la región. En este sentido, BIM no solo responde a necesidades operativas, sino que se convierte en un factor de diferenciación estratégica.

Alineamiento con la gestión de riesgos y eficiencia operativa

Desde el enfoque de gestión de proyectos, el uso de BIM se alinea directamente con los procesos de identificación, evaluación y respuesta al riesgo definidos por el Project Management Institute (PMI, 2021). Los modelos digitales permiten identificar interferencias, calcular impactos presupuestales y simular escenarios de ejecución, fortaleciendo la capacidad preventiva del equipo técnico.

En entornos con restricciones financieras y tecnológicas como el de Chanchamayo, esta alineación es clave para maximizar la eficiencia operativa, reducir el margen de error humano y evitar desviaciones significativas en los costos y plazos de obra.

Alineamiento con la Reducción de Riesgos y la Optimización de Procesos

La adopción de la metodología Building Information Modeling (BIM) se alinea de forma directa con los principios de la gestión moderna de riesgos y la optimización de procesos constructivos, especialmente cuando se considera un enfoque basado en estándares reconocidos como la guía práctica del Project Management Institute (PMI, 2019).

Desde la perspectiva del PMI, el ciclo de vida del riesgo está estructurado en 7 procesos: planificación, identificación, análisis cualitativo y cuantitativo, planificación de respuestas, implementación de respuestas y monitoreo. Cada uno de estos procesos encuentra en BIM una herramienta clave para su ejecución eficaz. Por ejemplo, en la fase de planificación del riesgo, los modelos digitales permiten anticipar zonas críticas del proyecto desde el diseño, facilitando el establecimiento de una política clara de gestión de riesgos.

Durante la identificación de riesgos, BIM aporta modelos tridimensionales y simulaciones colaborativas que facilitan la detección de posibles interferencias

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

entre especialidades técnicas (arquitectura, estructuras, instalaciones). Esto responde directamente al principio de proactividad planteado por la ISO 31000, que enfatiza la necesidad de anticiparse a los eventos adversos en lugar de reaccionar a ellos una vez ocurridos (ISO, 2018).

En la evaluación cualitativa y cuantitativa, el uso de herramientas BIM permite analizar la probabilidad e impacto de riesgos asociados al diseño, costos y cronograma. Las funcionalidades 4D (tiempo) y 5D (costos) ayudan a simular escenarios alternativos, calcular desviaciones y definir métricas realistas, lo cual fortalece la toma de decisiones en etapas tempranas. Esto coincide con el principio de la ISO 31000 que promueve decisiones basadas en información verificada y estructurada.

Asimismo, la planificación de respuestas al riesgo se vuelve más eficiente con el uso de BIM, ya que los equipos pueden modelar soluciones en entorno virtual, validar su viabilidad técnica y anticipar resultados antes de llevarlas a campo. Esta práctica reduce la necesidad de acciones correctivas costosas y contribuye a un control más riguroso de los recursos.

La implementación y monitoreo de riesgos también se ve beneficiada por el uso de BIM. Los entornos de datos comunes (CDE) permiten un seguimiento continuo del avance, con actualizaciones en tiempo real, trazabilidad documental y alertas frente a desviaciones del plan. Según Eastman et al. (2011), este nivel de integración es clave para mantener una gestión de riesgos activa y eficiente, especialmente en proyectos complejos o con múltiples disciplinas involucradas.

Bases teóricas de la industria o sector

El presente estudio se apoya en un marco teórico que articula los fundamentos de la industria de la construcción, los modelos de transformación organizacional, la innovación tecnológica aplicada a proyectos inmobiliarios, y el uso del Building Information Modeling (BIM) como herramienta integradora para la reducción de sobrecostos. Estas teorías permiten comprender de manera integral las causas estructurales de la ineficiencia técnica en la construcción tradicional y orientan la implementación de soluciones organizacionales y tecnológicas viables, como se plantea en el proyecto “Los Girasoles” de la región Chanchamayo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

BIM como facilitador de la gestión de información y colaboración

El Building Information Modeling (BIM) constituye una transformación en la forma de abordar los proyectos de construcción, abarcando desde las etapas iniciales de diseño hasta la operación y mantenimiento de la infraestructura. A diferencia de los métodos tradicionales, BIM se basa en modelos digitales tridimensionales inteligentes que integran no solo la representación geométrica de los elementos constructivos (3D), sino también dimensiones adicionales como la planificación temporal (4D), el análisis de costos (5D), la evaluación de sostenibilidad (6D) y la gestión del ciclo de vida o mantenimiento (7D) (Eastman et al., 2011; Sacks et al., 2020).

Esta estructura multidimensional convierte a BIM en una plataforma colaborativa integral, en la que arquitectos, ingenieros, modeladores, contratistas y supervisores pueden trabajar de manera coordinada dentro de un Entorno Común de Datos (CDE). Esta sinergia reduce significativamente las interferencias, los conflictos de diseño y los retrabajos en obra, promoviendo una mayor eficiencia, control de calidad y trazabilidad de la información (Succar, 2009; ISO 19650-1, 2018).

La metodología BIM promueve la detección temprana de conflictos, la validación técnica anticipada del diseño y la interoperabilidad entre especialidades, elementos críticos en la gestión moderna de la construcción (Eastman et al., 2011).

Teorías de la transformación organizacional y adopción tecnológica

La adopción de BIM no es simplemente un cambio tecnológico, sino una transformación organizacional profunda, como lo señalan las siguientes teorías clave:

En primer lugar, la Teoría del Cambio Planificado de Kurt Lewin (1947) establece un proceso en tres etapas descongelamiento, cambio (movimiento) y recongelamiento orientado a modificar estructuras internas, afrontar resistencias y consolidar nuevas prácticas culturales. Aplicado al presente caso, este modelo implica superar la dependencia de herramientas convencionales y avanzar hacia flujos de trabajo integrados y colaborativos basados en BIM.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En segundo lugar, la Teoría de la Difusión de Innovaciones de Rogers (2003) permite analizar cómo los individuos y organizaciones adoptan nuevas tecnologías en función de cinco atributos: ventaja relativa, compatibilidad, complejidad percibida, posibilidad de prueba y observabilidad. En el contexto de esta tesis, la ventaja relativa de BIM se manifiesta en la reducción de sobrecostos por interferencias técnicas, así como en la mejora de la eficiencia constructiva, elementos clave que impulsan su aceptación por parte de los actores del proyecto.

Por último, el Marco de Capacidades Dinámicas (Teece, Pisano & Shuen, 1997) ofrece una visión desde la gestión estratégica, planteando que las organizaciones que sobreviven y prosperan en entornos de transformación son aquellas capaces de integrar, construir y reconfigurar sus competencias internas. En este sentido, la adopción de BIM no solo exige nuevas habilidades técnicas, sino también capacidades de liderazgo, adaptación organizacional y gestión del conocimiento en entornos digitales colaborativos.

Estas teorías convergen en el enfoque adoptado por esta investigación, alineado con los lineamientos del Standard for Organizational Change Management del Project Management Institute (PMI, 2013), el cual promueve una gestión estructurada del cambio orientada a generar valor sostenible para los proyectos.

Fundamentos del sector construcción y sus ineficiencias estructurales

El sector construcción ha sido descrito como una industria fragmentada, poco estandarizada y con baja innovación sistemática (Winch, 2010). La naturaleza proyecto a proyecto, la participación de múltiples especialidades, y la dependencia de documentos no integrados (como planos 2D) han generado históricamente altas tasas de sobrecostos, especialmente por interferencias no detectadas en etapa de diseño. En el caso del proyecto “Los Girasoles”, se identificaron sobrecostos recurrentes de hasta 45 % por errores de coordinación técnica.

Estas ineficiencias son consistentes con lo expuesto por Azhar (2017), quien sostiene que los proyectos gestionados con herramientas tradicionales presentan altos índices de retrabajo, baja trazabilidad y escaso control de calidad.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La transición hacia metodologías digitales como el Building Information Modeling (BIM) representa un cambio fundamental en la gestión de proyectos constructivos, al permitir el paso de una lógica operativa predominantemente reactiva —basada en la resolución de problemas una vez que ocurren— a una lógica predictiva y colaborativa. Esta transformación mejora significativamente la precisión en el diseño arquitectónico y de ingeniería, optimiza la programación de actividades y refina la estimación de costos durante las fases iniciales del proyecto. Gracias al modelado paramétrico y la centralización de la información en entornos comunes de datos (CDE), BIM facilita la identificación anticipada de interferencias y permite una toma de decisiones informada, reduciendo así la incertidumbre y los márgenes de error en la ejecución (Eastman et al., 2011; Sacks et al., 2020).

Teoría de innovación disruptiva y transformación digital

La teoría de la innovación disruptiva, propuesta por Christensen (1997), sostiene que ciertas tecnologías emergentes logran alterar significativamente los modelos de negocio tradicionales al introducir mejoras sustanciales en eficiencia, costos o accesibilidad. Estas innovaciones, inicialmente aplicadas en nichos poco exigentes, eventualmente desplazan a las soluciones establecidas, transformando la estructura competitiva de las industrias. En este sentido, el Building Information Modeling (BIM) representa una innovación disruptiva en el sector construcción, al sustituir los procesos fragmentados propios del enfoque tradicional por un entorno digital unificado, colaborativo y basado en datos. Esta transformación no solo mejora la eficiencia interna de los proyectos, sino que también redefine los estándares de calidad y transparencia exigidos por los clientes y entidades reguladoras (Sacks et al., 2020; Succar, 2009).

En el contexto peruano, esta transición ha sido impulsada por el Plan BIM Perú, una política pública liderada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), cuyo objetivo es establecer lineamientos progresivos para la implementación obligatoria de BIM en los proyectos de inversión pública. Este plan no solo busca mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos estatales, sino que además genera un marco de referencia que incentiva —y en muchos casos presiona— al sector privado a adaptarse tecnológicamente para mantenerse competitivo en el mercado.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Para empresas como GP&VP CONSTRUCTORA S.A.C., esta coyuntura representa una oportunidad estratégica: anticipar estas exigencias mediante inversión en tecnología, capacitación y rediseño de procesos permite posicionarse como referentes en eficiencia constructiva y cumplimiento normativo (MEF, 2020)

Sostenibilidad, eficiencia y gestión del ciclo de vida

El enfoque del desarrollo sostenible aplicado a la construcción promueve la creación de edificaciones que reduzcan su impacto ambiental, optimicen el uso de recursos naturales y aseguren un funcionamiento eficiente y económico a lo largo de su ciclo de vida. Este concepto fue formalizado en el Informe Brundtland, que definió el desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas (WCED, 1987).

En este contexto, el Building Information Modeling (BIM) ofrece herramientas concretas para integrar la sostenibilidad desde las etapas tempranas del diseño. A través de sus dimensiones 6D (análisis de sostenibilidad) y 7D (gestión del ciclo de vida), BIM permite realizar simulaciones energéticas, seleccionar materiales de bajo impacto ambiental, prever consumos operativos y planificar estrategias de mantenimiento preventivo que prolongan la vida útil de la infraestructura (Volk et al., 2014; Sacks et al., 2020).

Este enfoque cobra especial relevancia en zonas ecológicamente sensibles como Chanchamayo, donde la expansión urbana y la ejecución de proyectos inmobiliarios deben equilibrarse con la conservación del entorno natural. En tal contexto, la sostenibilidad no puede asumirse como una tendencia opcional, sino como una obligación ética, técnica y estratégica para las empresas del rubro. Adoptar criterios sostenibles, apoyados por tecnologías como BIM, permite responder a las exigencias del territorio y garantizar una intervención responsable que trascienda la rentabilidad inmediata.

Building Information Modeling (BIM) como Facilitador de la Gestión de Información y Colaboración.

En el contexto actual del sector construcción, caracterizado por una alta fragmentación, baja digitalización y frecuentes interferencias entre especialidades, el Building Information Modeling (BIM) se presenta no solo como

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

una herramienta tecnológica, sino como un facilitador estratégico para la gestión eficiente de la información y la colaboración entre actores. Su implementación transforma la lógica tradicional de flujo de trabajo lineal y aislado, hacia una gestión integrada, basada en datos, y orientada a la toma de decisiones anticipada.

Uno de los problemas más persistentes en la construcción tradicional —tal como se evidencia en el proyecto “Los Girasoles” es la dispersión de la información técnica. El uso de planos 2D independientes, hojas de cálculo no vinculadas y cronogramas desconectados del diseño, genera errores por duplicidad, omisión o descoordinación. Esta desconexión informativa explica gran parte de los sobrecostos por interferencias técnicas detectados tardíamente durante la ejecución, los cuales en algunos proyectos han llegado hasta el 45 % del presupuesto inicial.

En este sentido, BIM actúa como un repositorio centralizado de información, donde los elementos geométricos y sus atributos (materiales, cantidades, tiempos, costos, mantenimientos) están integrados en un solo modelo. Según Eastman et al. (2011), esta centralización no solo mejora la trazabilidad de los cambios, sino que permite gestionar el proyecto de manera más transparente y coherente entre las partes. Los modelos BIM operan dentro de un Common Data Environment (CDE) o entorno común de datos, donde se registran, actualizan y comparten archivos con control de versiones, roles definidos y validaciones técnicas automáticas.

Además, BIM facilita la colaboración multidisciplinaria en tiempo real, permitiendo que arquitectos, ingenieros estructurales, sanitarios, eléctricos, contratistas y supervisores interactúen sobre una misma plataforma. Esta interoperabilidad, sustentada en estándares como IFC (Industry Foundation Classes), promueve la detención temprana de conflictos entre especialidades, la validación cruzada de diseños y la planificación visual conjunta (Sacks et al., 2020). En el contexto peruano, esta capacidad es especialmente relevante para regiones como Chanchamayo, donde los procesos constructivos son tradicionalmente secuenciales, fragmentados y manuales.

Asimismo, el uso de BIM impacta en la gobernanza del proyecto, ya que mejora la toma de decisiones basadas en datos confiables, reduce la dependencia de la memoria organizacional individual y fortalece la rendición de cuentas técnica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Esto es clave en un entorno normativo que tiende hacia la digitalización, como lo establece el Plan BIM Perú (MEF, 2020), el cual impulsa la estandarización de formatos y la interoperabilidad digital como pilares de la transparencia pública y eficiencia del gasto.

En el caso específico de la empresa GP&VP Constructora SAC, la implementación de BIM en el proyecto “Los Girasoles” se ha concebido no solo como un cambio en herramientas, sino como una nueva forma de gestionar información técnica y operativa. La migración desde AutoCAD y cronogramas MS Project hacia modelos federados con planificación 4D y metrado automático ha permitido simular interferencias, estimar cantidades con mayor precisión y reducir la dependencia de supervisión presencial continua, todo lo cual mejora los indicadores de desempeño del proyecto.

Definiciones y criterios de análisis

En esta sección se presentan las definiciones operacionales clave y los criterios de análisis que guían la presente investigación. Estas definiciones permiten delimitar con precisión los conceptos centrales del estudio y establecer parámetros claros para su interpretación y aplicación empírica, especialmente en el contexto del proyecto piloto “Los Girasoles” desarrollado por GP&VP Constructora SAC en la provincia de Chanchamayo.

Transformación organizacional

La transformación organizacional se refiere a un proceso sistemático de cambio profundo en la estructura, procesos, cultura y capacidades de una organización, orientado a mejorar su desempeño, adaptarse a nuevas tecnologías o responder a desafíos estratégicos del entorno (Burke, 2018). A diferencia de los cambios incrementales, la transformación implica una reconfiguración significativa del modo en que la organización opera y genera valor.

En el contexto de empresas constructoras como GP&VP SAC, la transformación organizacional se manifiesta a través de la transición desde un modelo operativo tradicional, basado en herramientas desconectadas y procesos manuales, hacia un enfoque digital, colaborativo y estandarizado, facilitado por la adopción del Building Information Modeling (BIM). Esta transformación exige no solo la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

adquisición de software, sino también la revisión de la estructura organizacional, la creación de nuevos roles (por ejemplo, coordinador BIM), la capacitación del personal, y la implementación de estrategias de gestión del cambio The Standard for Organizational Change Management (PMI, 2013).

Además, la transformación organizacional está estrechamente vinculada al desarrollo de capacidades dinámicas dentro de la empresa: es decir, la habilidad de integrar, construir y reconfigurar competencias internas frente a entornos tecnológicos cambiantes (Teece et al., 1997). En un mercado como el peruano, donde muchas constructoras regionales no han iniciado este proceso, la transformación digital representa una ventaja competitiva estratégica.

Adopción de BIM

Adopción de BIM se entiende como el proceso gradual mediante el cual una empresa del sector construcción implementa la metodología Building Information Modeling (BIM) en sus operaciones, desde la etapa de diseño hasta la ejecución y mantenimiento del proyecto. Esta adopción puede ser parcial o integral, y requiere cambios en herramientas, habilidades, cultura organizacional y estructura de gestión (Succar, 2018; MEF, 2020).

Criterios de análisis:

- Dimensiones BIM aplicadas (3D, 4D, 5D, 6D).
- Uso de entornos comunes de datos (CDE).
- Nivel de interoperabilidad entre disciplinas técnicas.
- Integración del modelo BIM en procesos de planificación y control.

Interferencias técnicas en obra

Interferencias técnicas son conflictos entre elementos constructivos de distintas especialidades (arquitectura, estructuras, sanitarias, eléctricas, etc.) que no han sido detectados en la etapa de diseño y que generan conflictos durante la ejecución, tales como colisiones físicas, incompatibilidad de espacios o requerimientos contradictorios. Estas interferencias suelen traducirse en retrabajos, rediseños, retrasos y sobrecostos (Eastman et al., 2011).

Criterios de análisis:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Número y tipo de interferencias detectadas en fase de diseño vs. en obra.
- Grado de impacto técnico (simple, crítico, estructural).
- Costo asociado a la corrección de interferencias.
- Herramientas utilizadas para su detección (clash detection con Navisworks, coordinación técnica en Revit, etc.).

Sobrecostos por interferencias

Sobrecostos por interferencias se refiere al aumento del presupuesto real del proyecto respecto al presupuesto original, como consecuencia directa de interferencias técnicas no previstas, cuya resolución en obra implica demoliciones, ajustes, ampliaciones de partidas, modificación de cronogramas o contratación de recursos adicionales (Azhar, 2011).

Criterios de análisis:

- Porcentaje de incremento presupuestal atribuible a interferencias.
- Tipos de partidas afectadas (mano de obra, materiales, subcontratos).
- Comparación de presupuestos antes y después de la implementación de BIM.
- Tiempo adicional generado por correcciones derivadas de interferencias.

Proyectos inmobiliarios de edificación vertical

Los proyectos inmobiliarios de edificación vertical son aquellos que involucran la construcción de edificaciones multifamiliares o comerciales de más de tres niveles, ubicadas en zonas urbanas, y cuyo propósito principal es satisfacer la demanda de vivienda o servicios mediante una adecuada utilización del suelo (MVCS, 2023). Estos proyectos requieren la participación coordinada de múltiples especialidades técnicas arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas y presentan una alta complejidad en términos de diseño y ejecución.

Este tipo de proyectos se caracteriza por incluir una interacción crítica entre sistemas constructivos, en espacios limitados y con altos estándares normativos, lo cual incrementa el riesgo de interferencias técnicas. Por ello, se convierten en candidatos ideales para la aplicación de BIM, ya que esta metodología permite coordinar los diseños desde etapas tempranas, detectar conflictos antes de la obra, y generar documentación constructiva precisa y actualizada (Eastman et al., 2011; Sacks et al., 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En el caso de regiones como Chanchamayo, donde la oferta formal de vivienda vertical aún es incipiente pero creciente, los proyectos inmobiliarios deben adaptarse a condiciones locales (topografía, acceso a servicios, normativas municipales), lo que requiere una planificación técnica rigurosa y un enfoque de diseño colaborativo. BIM facilita esta adaptación mediante simulaciones visuales, metrajes automáticos y vinculación con cronogramas y presupuestos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN

El presente capítulo describe la metodología empleada para dar cumplimiento a los objetivos específicos de la investigación, orientados a plantear una propuesta organizada y viable para la implementación progresiva de la metodología BIM en una empresa constructora ubicada en la provincia de Chanchamayo.

En esta sección se detalla el enfoque metodológico adoptado, el alcance del estudio y las herramientas técnicas utilizadas para el desarrollo del análisis. Asimismo, se precisan los supuestos de trabajo, los entregables previstos, las limitaciones identificadas, las exclusiones consideradas y los principales riesgos asociados al proceso de implementación.

La estructura del capítulo responde directamente a los cuatro objetivos específicos formulados en la investigación, de modo que exista coherencia entre el problema diagnosticado, el análisis efectuado y la propuesta de solución planteada. Esta organización busca asegurar que cada resultado tenga sustento técnico y metodológico claro.

El desarrollo metodológico toma como referencia lineamientos reconocidos en gestión de proyectos, particularmente los propuestos por el PMI (2013), complementados con principios de gestión del cambio y transformación organizacional. A partir de estos fundamentos, se construye una base estructurada para formular el plan de implementación BIM, adaptado a las condiciones reales de la empresa analizada.

Objetivo específico 1- Identificar la estructura organizacional y los procesos para implementar BIM en la empresa constructora.

Enfoque

Se adopta un enfoque basado en procesos, alineado a los principios del The Standard for Organizational Change Management (PMI, 2013) y al concepto de constructividad organizacional, con el propósito de comprender la estructura funcional de la empresa y su capacidad institucional para gestionar la transformación digital mediante la adopción progresiva de la metodología BIM.

Alcance

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El presente objetivo se delimita al análisis organizacional de la empresa constructora, tomando como referencia tres proyectos desarrollados con metodología tradicional: Santa Teresa, Santa María y El Paraíso. El análisis se concentra exclusivamente en los procesos vinculados al ciclo de vida del proyecto: diseño, planificación, coordinación técnica, ejecución de obra y gestión documental.

El desarrollo metodológico comprende las siguientes etapas:

1. Evaluación de la capacidad organizacional para el cambio: de acuerdo con el ACMP (2014), se analiza la disposición institucional, la estructura jerárquica y los recursos digitales actuales para enfrentar una transformación tecnológica.
2. Identificación y delimitación de procesos funcionales: se definen los procesos estratégicos, operativos y de soporte directamente relacionados con la producción técnica del proyecto.
3. Recolección de información organizacional: se revisan documentos institucionales (organigramas, manuales de funciones, informes técnicos), y se desarrollan conversatorios técnicos con actores clave para entender cómo se ejecutan realmente los procesos.
4. Modelamiento y análisis de procesos: se emplean herramientas de mapeo tipo SIPOC y diagramas funcionales para representar y evaluar los procesos actuales.
5. Análisis de brechas estructurales y funcionales: se identifican disfuncionalidades, solapamientos de funciones y vacíos organizacionales, empleando el marco de constructividad propuesto por Loyola y Goldsack (2010).
6. Evaluación del nivel de digitalización: se analiza el uso de herramientas tecnológicas en cada proceso evaluado y su alineación con los requerimientos mínimos para operar en entornos BIM.
7. Análisis de variaciones respecto a la norma ISO 19650: se contrasta la situación actual con los procesos y entregables requeridos por la gestión de información en entornos colaborativos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Herramientas y técnicas aplicadas.

- Mapa de procesos SIPOC, herramienta para visualizar de manera estructurada las entradas, salidas, actividades clave, actores involucrados y clientes internos de los procesos vinculados al ciclo de vida del proyecto.
- Conversatorios con jefes de área, residentes y gerencia, espacios participativos de diálogo técnico, utilizados para contrastar el funcionamiento real de los procesos con lo documentado, identificar problemas cotidianos, percepciones de roles y flujos de información.
- Análisis de organigramas, flujos de trabajo y asignación de roles: revisión documental para detectar inconsistencias entre lo formal y lo operativo.
- Análisis de variaciones respecto a la norma ISO 19650, se identifican las brechas entre los procesos existentes y los estándares de gestión de información colaborativa en entornos BIM.
- Evaluación de constructividad organizacional (Loyola y Goldsack, 2010), se analiza el grado en que la estructura y los procesos actuales facilitan o dificultan la coordinación técnica eficiente desde el diseño hasta la ejecución.

Limitaciones y exclusiones

- No se consideran procesos administrativos, contables ni financieros que no estén directamente vinculados al ciclo de vida del proyecto (diseño, planificación, ejecución y cierre).
- No se aborda la evaluación profunda de dinámicas personales o conflictos interpersonales, pero sí se recoge información sobre la percepción del clima laboral y la cultura organizacional actual, en función de su impacto en la adopción del cambio.
- La información se obtiene de documentos internos y conversatorios grupales con personal clave; no se realiza auditoría externa ni aplicación de encuestas masivas.

Entregables

- Representación visual y desagregada de los procesos actuales (diagramas SIPOC).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Diagnóstico organizacional con identificación de brechas funcionales y digitales.
- Tabla de análisis de constructividad organizacional.
- Informe técnico de variaciones respecto a la norma ISO 19650.
- Recomendaciones estructurales preliminares para el diseño del plan BIM.

Riesgos

Tabla 3:

Riesgos y estrategias de mitigación

RIESGO	ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN
Limitada disponibilidad de información documentada	Aplicación de revisión cruzada entre fuentes operativas, documentos de obra y testimonios de actores clave.
Resistencia del personal a compartir información	Realización de conversatorios iniciales con acuerdos de confidencialidad y propósito académico claramente definido.
Presencia de procesos informales no documentados	Validación cruzada con distintos niveles jerárquicos (jefaturas, técnicos operativos) para reconstruir procesos reales.

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis cualitativo de información primaria (entrevistas y conversatorios) y secundaria (documentación técnica del proyecto).

Objetivo específico 2: Cuantificar los sobrecostos por interferencias en proyectos tradicionales vs. proyectos con BIM

Enfoque

Se adopta un enfoque técnico-comparativo, orientado a cuantificar el impacto económico de las interferencias técnicas en proyectos tradicionales frente a un entorno BIM. Esta comparación se desarrolla considerando las fases de diseño y coordinación técnica, dado que son etapas críticas para la detección oportuna de colisiones entre especialidades, y cuya omisión o tratamiento deficiente genera sobrecostos significativos durante la ejecución.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Alcance

El análisis se limita a tres proyectos ejecutados con metodología tradicional (Santa Teresa, Santa María y El Paraíso) y un proyecto referencial modelado en entorno BIM (Los Girasoles). Se consideran exclusivamente las interferencias técnicas entre especialidades (arquitectura, estructuras e instalaciones), evaluando su impacto económico directo, su efecto en la constructividad y su repercusión en el cronograma proyectado mediante simulación.

Las fases del procedimiento son:

1. Revisión de planos, metrados, valorizaciones, actas de adicionales y reportes de obra de los proyectos tradicionales.
2. Identificación de interferencias técnicas ocurridas durante la ejecución y su vínculo con modificaciones presupuestales.
3. Modelado parcial del proyecto BIM “Los Girasoles” en Revit (LOD 300), con enfoque en zonas críticas.
4. Detección automatizada de interferencias mediante Navisworks (clash detection).
5. Análisis de variaciones entre ambos enfoques (tradicional vs. BIM) en términos de interferencias, sobrecostos y tiempos.
6. Valoración técnica del impacto constructivo generado por las interferencias detectadas.

Herramientas y técnicas aplicadas

- **Análisis de variaciones técnicas y económicas**: Permite identificar diferencias sustanciales en cantidad, tipo y ubicación de interferencias, así como sus efectos presupuestales.
- **Análisis forense de obra:** Reconstrucción de eventos de interferencia a partir de registros de obra en proyectos tradicionales.
- **Modelado parcial en Revit (LOD 300):** Representación tridimensional de componentes arquitectónicos, estructurales y de instalaciones.
- **Clash detection con Navisworks:** Técnica de verificación automatizada de conflictos espaciales entre especialidades.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Análisis de impacto constructivo:** Evaluación del efecto de cada interferencia en términos de accesibilidad, secuencia lógica de obra y ejecución técnica (Loyola y Goldsack, 2010).

Limitaciones y exclusiones

- El análisis se enfoca únicamente en las fases de diseño y coordinación técnica, donde se originan y pueden prevenirse la mayoría de las interferencias.
- No se consideran errores administrativos, contractuales, climatológicos ni eventos fortuitos ajenos a la coordinación técnica.
- El modelado BIM es parcial y se limita a zonas críticas del proyecto, no representa la totalidad de la edificación.
- No se incluyen costos indirectos, penalidades ni análisis financiero detallado del retorno de inversión

Entregables

- Clash register completo (CSV/Excel) con costo asignado a cada interferencia.
- Informe forense por proyecto (cronología y costo por retrasos).
- Modelos LOD 300 y sets Navisworks para ejecución de detección.
- Informe comparativo (Tradicional vs BIM): tablas, gráficos, pruebas estadísticas y conclusiones (porcentaje de reducción de sobrecostos).
- Recomendaciones operativas para reducción de interferencias (procedimientos, BEP, roles).

Riesgos

Tabla 4:

Riesgos y estrategias de mitigación

RIESGO	ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN
Falta de documentación precisa sobre interferencias reales	Ampliación de la revisión documental (bitácoras, consultas técnicas, actas de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

	cambio) y consulta con profesionales involucrados.
Limitación del modelo BIM parcial	Focalización en sectores críticos con alta densidad de instalaciones y estructura para lograr resultados representativos.
Estimación económica inexacta	Cálculo con rangos de tolerancia, contrastado con análisis técnico de partidas y revisión por especialista de costos.

Fuente: Elaboración propia, basada en la revisión documental del proyecto, el análisis técnico de interferencias mediante BIM y buenas prácticas de gestión de costos en proyectos de construcción.

Objetivo específico 3: Diseñar un plan para la implementación BIM aplicando la gestión del cambio organizacional

Enfoque

Se adopta un enfoque transformacional progresivo, estructurado conforme a las etapas de implementación establecidas en la norma ISO 19650-1 (2018) para la gestión de la información en proyectos que utilizan Building Information Modeling (BIM), y complementado con el Estándar de Gestión del Cambio Organizacional del Project Management Institute (PMI, 2023) y los lineamientos de la Association of Change Management Professionals (ACMP, 2014). Este enfoque integra de manera coherente tres dimensiones del cambio: técnica, humana y estratégica, con el objetivo de guiar a la organización desde prácticas tradicionales hacia un entorno digital colaborativo basado en BIM.

De acuerdo con la ISO 19650-1 (2018), la implementación de BIM se concibe como un proceso evolutivo que transita por etapas de desarroll**o**, que van desde la gestión básica de información digital (Etapa 1), pasando por la coordinación colaborativa multidisciplinaria (Etapa 2), hasta la integración avanzada de la información a lo largo del ciclo de vida del activo (Etapa 3). En este sentido, el enfoque adoptado reconoce que la transición hacia BIM no es inmediata ni uniforme, sino que requiere una planificación progresiva acorde con las capacidades organizacionales existentes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Asimismo, se reconoce que el proceso de transformación no se limita a la incorporación de herramientas tecnológicas, sino que implica cambios profundos en el comportamiento organizacional, los flujos de información, los mecanismos de toma de decisiones y el liderazgo institucional. Para gestionar esta transformación, se incorpora el modelo ADKAR, el cual permite abordar el cambio a nivel individual y colectivo, facilitando la transición entre etapas mediante el desarrollo de conciencia, deseo, conocimiento, habilidad y refuerzo (PMI, 2023).

En conjunto, este enfoque permite articular la adopción técnica de BIM con una gestión estructurada del cambio organizacional, asegurando que la implementación se realice de manera gradual, sostenible y alineada con los principios establecidos por la norma ISO 19650-1, fortaleciendo así la capacidad de la organización para operar eficazmente en entornos BIM.

Alcance

El plan de implementación se diseña exclusivamente para la empresa GP&VP Constructora, tomando como referencia su estructura organizacional actual, los recursos humanos disponibles, el nivel tecnológico operativo, y su portafolio de proyectos en vivienda multifamiliar. El diseño considera las siguientes dimensiones:

a) Nivel técnico

Se establecen los componentes tecnológicos mínimos para iniciar el entorno BIM: selección de software interoperable (Revit, Navisworks), estructura de codificación, protocolo de entregables (MIDP, BEP, EIR), estándares de modelado y nomenclatura, así como los flujos básicos para detección de interferencias y coordinación entre especialidades. Se sigue el modelo de madurez ISO 19650, nivel 0 a nivel 2.

b) Nivel humano

Se estructura un programa de formación por competencias para los roles BIM claves (Modelador BIM, Coordinador BIM, BIM Manager), complementado con talleres de liderazgo, sensibilización y gestión de equipos. Se aplican herramientas del modelo ADKAR para facilitar la transición: generación de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

conciencia (Awareness), deseo (Desire), conocimiento (Knowledge), habilidad (Ability) y refuerzo (Reinforcement).

c) Nivel estratégico

Se alinea la estrategia BIM con la misión y visión institucional, definiendo objetivos SMART, matriz de gobernanza, indicadores de avance y mecanismos de retroalimentación. Se diseña una matriz de stakeholders que identifica niveles de influencia, responsabilidad y participación, así como un plan de comunicaciones internas y externas.

Este alcance se fundamenta también en los principios de constructividad organizacional (Loyola y Goldsack, 2010), en cuanto a la necesidad de rediseñar procesos internos con visión anticipativa, secuencial y colaborativa, considerando que los cambios deben ser estructurales y sostenibles.

Nota: Este plan no contempla automatización avanzada de procesos, integración con ERP ni inversión masiva en hardware. Su objetivo es habilitar condiciones mínimas viables para la transición digital mediante una estrategia realista, escalable y alineada al contexto local.

Herramientas y técnicas aplicadas

- Evaluación de madurez BIM (ISO 19650 + BIMe Initiative): Diagnóstico organizacional sobre niveles actuales y metas progresivas.
- Roadmap de implementación por fases: Diseño de una hoja de ruta dividida en corto, mediano y largo plazo.
- Modelo ADKAR: Marco para gestionar el cambio organizacional desde el componente humano.
- Workshops de liderazgo participativo: Sesiones con jefaturas y gerencia para crear visión compartida y compromiso institucional.
- Matriz de stakeholders y plan de comunicaciones: Define actores críticos, canales, frecuencia y objetivos de comunicación.
- Benchmarking regional: Revisión de experiencias BIM peruanas y latinoamericanas para adaptar buenas prácticas al contexto de la empresa GP&VP CONSTRUCTORA SAC.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Limitaciones y exclusiones

- No se contempla integración con sistemas de planificación corporativos (ERP, SAP, Primavera Enterprise).
- El plan no incluye adquisición masiva de licencias o equipos de alta gama en su fase inicial.
- No se desarrollan modelos completos de proyectos ni simulaciones constructivas en esta etapa.
- La propuesta se concentra en el rediseño organizacional y cultural, no en el desarrollo de objetos paramétricos o familias BIM.

Entregables

- Matriz de madurez BIM inicial.
- Informe de brechas y recomendaciones.
- Documento “Hoja de ruta BIM de la empresa GP & VP CONSTRUCTORA S.A.C.
- Plan de gestión del cambio organizacional, estructurado con base en el modelo ADKAR.
- Actas de talleres de liderazgo participativo.
- Matriz de stakeholders.
- Plan de comunicaciones interno y externo.
- Informe de benchmarkig.

Riesgos

Tabla 5*:*

Riesgos y estrategias de mitigación

RIESGO	ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN
Resistencia cultural al cambio digital	Diseño de actividades de sensibilización inicial, generación de quick wins y liderazgo visible.
Falta de liderazgo comprometido	Alineamiento estratégico mediante definición de beneficios institucionales y participación de gerencia.
Presupuesto inicial limitado	Uso de software gratuito o licencias académicas en fases piloto, priorización por módulos escalables.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Desconocimiento técnico del personal	Implementación de un plan de capacitación progresivo, formación de agentes de cambio internos.

Fuente: Elaboración propia, basada en buenas prácticas de gestión del cambio organizacional y en lineamientos para la implementación progresiva de BIM (PMI, 2021; Succar, 2018).

Objetivo específico 4: Evaluar la viabilidad en la implementación BIM en la empresa constructora.

Enfoque

Se adopta un enfoque multicriterio de evaluación de viabilidad, integrando análisis económico, técnico y organizacional, conforme a estándares de evaluación de proyectos tecnológicos definidos por *The Standard for Organizational Change Management*. (PMI, 2013) y aplicables a entornos BIM.
La evaluación combina herramientas de análisis financiero (ROI, VAN, TIR), diagnóstico interno (FODA organizacional adaptado a transformación digital) y valoración de riesgos estratégicos, con el objetivo de establecer la factibilidad real de adoptar metodología BIM en GP&VP Constructora durante el periodo 2025–2027.
Este enfoque permite determinar si los beneficios esperados como la reducción de interferencias, mejora de la coordinación, ahorro en sobrecostos y eficiencia de recursos justifican la inversión y el esfuerzo organizacional requerido.

Alcance

La evaluación de viabilidad se aplica al contexto interno de GP&VP Constructora, considerando sus características operativas, capacidad financiera, talento humano y experiencia en proyectos similares. Se proyecta para un horizonte temporal de mediano plazo (2025–2027), a fin de facilitar una implementación gradual.
Se consideran los siguientes componentes:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Costos directos estimados: licencias de software BIM, capacitación técnica por rol, adquisición mínima de hardware, asesoría externa y tiempos de adaptación.
- Beneficios proyectados: reducción de reprocesos, eliminación de interferencias, mejora en cronograma y menor desperdicio operativo.
- Aspectos organizacionales: capacidades actuales, estructura, liderazgo, cultura de cambio, y barreras internas o externas.
- La viabilidad se analiza en tres escenarios financieros: optimista, conservador y pesimista, considerando márgenes de incertidumbre.

Herramientas y técnicas aplicadas

- Análisis costo y beneficio (CBA): Compara los costos de implementación BIM frente a los beneficios tangibles en productividad, calidad y eficiencia constructiva.
- Proyección del Retorno de Inversión (ROI): Estimación del beneficio neto respecto al costo total proyectado.
- Cálculo referencial de VAN y TIR: Para evaluar la rentabilidad del proyecto en términos financieros clásicos, aplicando tasas de descuento del sector.
- Análisis FODA adaptado a BIM: Identifica fortalezas internas, debilidades organizativas, oportunidades del entorno tecnológico y amenazas del mercado.
- Matriz de riesgos estratégicos: Define factores críticos que pueden afectar el éxito de la implementación y sus planes de mitigación.
- Análisis de sensibilidad: Permite evaluar cómo variaciones en los costos o beneficios afectan la viabilidad final, aumentando la robustez de la evaluación.

Limitaciones y exclusiones

- La evaluación no considera implementación real ni pruebas piloto funcionales.
- No se incluyen beneficios intangibles como imagen de marca, fidelización de clientes o posicionamiento competitivo.
- No se contempla análisis legal o contractual sobre la adopción de BIM en licitaciones o convenios.
- El análisis económico se basa en simulaciones y proyecciones, no en estados financieros auditados.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Entregables

- Informe de viabilidad económica, con proyecciones de ROI, VAN y TIR en distintos escenarios.
- Matriz FODA, con estrategias de sostenibilidad y alineación al contexto interno.
- Evaluación técnica de capacidades organizacionales (estructura, liderazgo, talento, madurez digital).
- Matriz de riesgos estratégicos, con medidas de prevención, contingencia y monitoreo.
- Análisis de sensibilidad de variables críticas, que permite validar la robustez de la inversión BIM ante incertidumbre.

Riesgos

Tabla 6:

Riesgos y estrategias de mitigación

RIESGO	ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN
Falta de datos financieros precisos	Utilización de rangos de estimación (mínimo-máximo) y escenarios diferenciados (optimista, conservador, pesimista).
Subestimación de costos indirectos	Validación de supuestos con especialistas externos y revisión comparativa con experiencias de implementación en empresas similares.
Baja participación del personal técnico	Sustitución del enfoque participativo por evaluación estructural interna y benchmarking externo, enfocado en beneficios operativos reales.
Sobreoptimismo en beneficios proyectados	Inclusión de análisis de sensibilidad y márgenes de incertidumbre conservadores en los cálculos.

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis económico de la propuesta BIM, la evaluación de escenarios y buenas prácticas de estimación de costos y análisis de beneficios en proyectos de inversión (PMI, 2021; PMI, 2023).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 4: RESULTADOS DE SOLUCIÓN PROPUESTA

Este capítulo presenta los resultados obtenidos tras la aplicación metodológica planteada en el capítulo 3, con base en los cuatro objetivos específicos. Se detallan los hallazgos organizacionales, técnicos y económicos, así como los impactos medibles de la transformación hacia la metodología BIM. Cada sección incluye el análisis del desempeño, las evidencias cuantitativas, y el proceso de verificación y validación respectivo.

Objetivo específico 1: Identificar la estructura organizacional y los procesos para implementar BIM en la empresa constructora.

El diagnóstico revela que la empresa constructora se encuentra en un nivel incipiente de madurez organizacional para la adopción de BIM, evidenciando una estructura funcional poco alineada con los principios de gestión colaborativa y digitalización que exige la metodología.
Los hallazgos principales son:

1. **Falta de integración tecnológica y documental**
   - No existe un Entorno Común de Datos (CDE) para centralizar y controlar la información.
   - La documentación se gestiona en carpetas locales dispersas, sin control de versiones ni nomenclatura estandarizada.
   - El flujo de información carece de trazabilidad y control, lo que genera duplicidad y errores.
2. **Procesos de coordinación deficientes**
   - Se trabaja con planos 2D no sincronizados, lo que provoca interferencias recurrentes en obra.
   - La coordinación entre diseño y ejecución es reactiva, ya que los especialistas se incorporan tardíamente.
   - La planificación se realiza en MS Project sin integración 4D BIM, limitando la detección preventiva de conflictos.
3. **Brechas de capacidades y cultura organizacional**
   - Solo un 20% del personal tiene conocimientos básicos de BIM.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- No hay un plan de capacitación estructurado por roles ni un programa de certificación alineado a normas internacionales (buildingSMART, ISO 19650).
- Resistencia al cambio debido a la ausencia de políticas y liderazgo formal en la transición digital.

4. **Estructura organizacional y roles no alineados a BIM**
   - No existe la figura de BIM Manager o BIM Coordinators.
   - La asignación de responsabilidades no está documentada mediante una matriz RACI vinculada a procesos BIM.
5. **Baja constructividad organizacional**
   - Puntaje total de 2.30/5 en la matriz de constructividad de *Loyola & Goldsack (2010)*, lo que indica escasa integración temprana de especialistas, comunicación fragmentada y estándares documentales parciales.

Tabla 7.

Causa y efecto del objetivo específico 1

CAUSA (DEFICIENCIA DETECTADA)	EFECTO (CONSECUENCIA EN EL PROYECTO)
Uso de planos 2D no sincronizados entre áreas (diseño y ejecución)	Interferencias frecuentes y retrasos en obra por falta de coordinación.
Ausencia de un **CDE** (Entorno Común de Datos)	Pérdida de trazabilidad documental, duplicidad de versiones y errores en la información.
Control manual y no estandarizado de versiones	Riesgo de trabajar con documentos obsoletos, generando sobrecostos por retrabajo.
Cronogramas en MS Project sin integración 4D BIM	Falta de simulación de secuencia constructiva y problemas de coordinación temporal.
Archivos dispersos en múltiples carpetas locales	Dificultad para acceder a la información correcta, pérdida de tiempo en búsqueda de archivos.
Solo un 20% del personal con conocimientos básicos de BIM	Baja capacidad de adopción tecnológica y resistencia al cambio.
Especialistas incorporados tardíamente al diseño	Solución reactiva de interferencias, generando cambios costosos en etapa de obra.
Falta de estandarización documental conforme a ISO 19650	Procesos de revisión y aprobación inconsistentes, lo que afecta la calidad de la información.

Fuente: *Elaboración propia, basada en el diagnóstico del proyecto, revisión documental, entrevistas al personal técnico y contrastación con principios de*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

coordinación y gestión de la información establecidos en la metodología BIM e ISO 19650

Impacto Global:

Estas deficiencias generan sobrecostos y retrasos derivados de retrabajos, pérdida de información y baja eficiencia en la coordinación. Además, dificultan la implementación de BIM, ya que la organización carece de la base estructural, tecnológica y cultural necesaria para la transición.

ETAPAS METODOLÓGICAS Y PROCESAMIENTO

Producto de la aplicación de las herramientas y técnicas descritas, se generaron los siguientes entregables:

1. **Representación visual y desagregada de los procesos actuales (diagramas SIPOC)**

- Diagramas en formato visual que describen cada proceso clave, sus entradas, salidas, proveedores, clientes y responsables.
- Incluye tanto procesos de diseño como de ejecución y control.

Tabla 8. Diagrama SIPOC - Ciclo de vida del proyecto inmobiliario

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	CLIENTES
Área de diseño	Planos arquitectónicos preliminares	Revisión de requisitos del cliente	Planos aprobados	Gerencia de proyectos
Consultores BIM	Modelos BIM preliminares	Coordinación interdisciplinaria	Modelo BIM coordinado	Supervisión
Área de compras	Lista de materiales	Adquisición de insumos	Materiales en obra	Residente de obra
Contratistas	Cronograma de obra	Ejecución de actividades	Avance físico	Cliente final
Proveedores de software	Licencias y soporte	Gestión de información en CDE	Modelos actualizados	Área de control de calidad

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Nota metodológica: Este SIPOC fue desarrollado conforme a la guía Lean Six Sigma y adaptado a los requisitos de la ISO 9001:2015 y ISO 19650-1, integrando la dimensión de gestión de información de información colaborativa.

2. Diagnóstico organizacional con identificación de brechas funcionales y digitales

- Documento técnico que identifica ineficiencias operativas y carencias tecnológicas que limitan la implementación BIM.
- Clasificación de brechas por criticidad y urgencia.

Tabla 9:Matriz de Diagnóstico Organizacional – Brechas Funcionales y Digitales

ÁREA/PROCESO	SITUACIÓN ACTUAL	BRECHA DETECTADA	IMPACTO	PRIORIDAD
Coordinación de diseño	Uso de plano 2D no sincronizados	Falta de entorno colaborativo (CDE)	Alta – interferencias frecuentes	Alta
Control de versiones	Actualización manual de archivos	Ausencia de nomenclatura estándar ISO 19650	Alta/Riesgo de errores	Alta
Planificación de obra	Cronogramas MS Project sin integración con modelos BIM	No se utiliza 4D BIM	Media-Retrasos en coordinación	Media
Gestión documental	Archivos dispersos en múltiples carpetas	No hay servidor centralizado	Alta/Perdida de trazabilidad	Alta
Capacitación técnica	Solo un 20% de personal con nociones de BIM	Falta de plan de formación estructurado	Alta/Baja adopción de tecnología	Alta

Fuente: Elaboración propia

3. Tabla de análisis de constructividad organizacional

- Matriz de evaluación cuali cuantitativa que resume el grado de integración de procesos y capacidad de coordinación técnica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 10:Tabla de análisis de constructividad organizacional.

Criterio (Loyola & Goldsack, 2010)	Ponderación (%)	Calificación (0–5)	Puntuación	Observaciones
Integración temprana de especialistas	25%	2	0.50	Los especialistas se incorporan tarde al proyecto.
Flujo de información en diseño	20%	3	0.60	Comunicación moderada, sin plataforma única.
Capacidad de resolución de interferencias	25%	2	0.50	Resolución reactiva, no preventiva.
Coordinación diseño–obra	20%	2	0.40	Falta de reuniones de coordinación integradas con BIM
Documentación estandarizada	10%	3	0.30	Parcialmente estandarizada, no alineada a ISO 19650.
Puntaje total: 2.30/5 : Baja constructividad organizacional				

Fuente: Elaboración propia

4. Informe técnico de variaciones respecto a la norma ISO 19650

- Documento comparativo que detalla las no conformidades y recomendaciones para alcanzar el estándar de gestión colaborativa.

Tabla 11:Informacion Técnico-Variaciones respecto a ISO 19650

REQUISITO ISO 19650	CUMPLIMIENTO ACTUAL	BRECHA	RECOMENDACIÓN
Plan de Ejecución BIM (BEP) definido antes de iniciar el proyecto	No	No existe BEP inicial	Elaborar BEP siguiendo ISO 19650-2, incluyendo roles, procesos y CDE.
Definición de responsabilidades para	Parcial	No formalizado en organigrama	Establecer matriz RACI vinculada a BEP.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

creación y aprobación de información			
Uso de entorno común de datos (CDE) para toda la información	No	Archivos dispersos	Implementar plataforma CDE (ej. BIM 360, Trimble Connect).
Control de versiones con nomenclatura estandarizada	No	Nomenclatura libre	Aplicar sistema de codificación según ISO 19650-2, Anexo A.
Verificación y validación de información antes de su publicación	Parcial	Falta de procesos documentados	Integrar checklist de revisión previa a cada emisión.

Fuente: Elaboración propia

5. Recomendaciones estructurales preliminares para el diseño del plan BIM

a. Reestructuración de roles y responsabilidades

- Incorporar la figura de *BIM Manager* y *BIM Coordinators* en el organigrama.
- Definir responsabilidades según matriz RACI.

b. Implementación tecnológica

- Adoptar un CDE que permita trazabilidad y control de versiones.
- Integrar software de planificación 4D y estimación 5D.

c. Capacitación del personal

- Programa de formación progresivo en BIM según roles.
- Certificaciones alineadas a *buildingSMART* e ISO 19650.

d. Estandarización documental

- Manual de nomenclatura y estructura de archivos.
- Plantillas para BEP, checklist de revisión y reportes.

e. Mejora continua y seguimiento

- Auditorías semestrales de madurez BIM.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Ajuste del plan según resultados medidos.

Análisis de Validación del diagnóstico del objetivo específico

Fundamentación del Criterio

El criterio de validación se establece para asegurar que los resultados obtenidos en la identificación de la estructura organizacional y de los procesos cumplan con estándares técnicos, metodológicos y de aplicabilidad práctica en el contexto de la empresa constructora evaluada.
Este criterio considera tres dimensiones claves:

1. **Consistencia metodológica**: La información recolectada debe ser producto de métodos confiables y adecuados al contexto (conversatorios técnicos, revisión documental, análisis comparativo).
2. **Representatividad de la información**: Los datos deben provenir de actores clave en la toma de decisiones y en la ejecución de proyectos.
3. **Relevancia para la implementación BIM**: Los hallazgos deben estar directamente vinculados con la optimización de procesos y la adopción de roles y funciones compatibles con la metodología BIM.

Indicadores de Validación

Para determinar si el diagnóstico y la identificación cumplen con el objetivo, se utilizan los siguientes indicadores:

Tabla 12:

Indicador de Validación

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	VALOR ESPERADO
Claridad de la estructura organizacional	Representación precisa del organigrama y funciones.	Estructura definida con roles y jerarquías claras.
Mapeo de procesos actual	Documentación detallada de los procesos existentes antes de la implementación BIM.	Diagrama de procesos y descripción funcional validados por los responsables de área.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Identificación de vacíos y duplicidades	Detección de funciones redundantes o inexistentes que afecten la adopción BIM.	Lista validada de brechas y oportunidades de mejora.
Alineación con estándares BIM	Correspondencia de los roles y procesos con guías internacionales (ISO 19650, RNE).	≥80% de coincidencia en roles y flujos.

Fuente: *Elaboración propia, basada en el diagnóstico organizacional del proyecto, el mapeo de procesos internos y los criterios de alineación establecidos en la norma ISO 19650 y lineamientos BIM aplicables al contexto nacional.*

Procedimiento de Validación

1. **Revisión cruzada con expertos internos**: El organigrama y procesos identificados se presentan a líderes de proyecto, jefes de área y gerencia para validar la exactitud y pertinencia de la información.
2. **Comparación con modelos de referencia**: Se contrastan los resultados con estructuras y procesos recomendados por ISO 19650 y guías nacionales de implementación BIM.
3. **Análisis de trazabilidad**: Se verifica que cada elemento del diagnóstico esté respaldado por evidencias documentales (MOF, manuales, flujos internos).
4. **Retroalimentación iterativa**: Se incorporan observaciones y ajustes sugeridos por los participantes para lograr un consenso institucional.

Criterio de Aceptación

Se considerará que el objetivo está validado cuando:

- El 100% de los roles y funciones identificados cuenten con respaldo documental y aprobación de la gerencia.
- El mapa de procesos esté formalmente aceptado por las áreas involucradas.
- Las brechas detectadas sean coherentes con las necesidades reales de la empresa para la adopción BIM.
- Los resultados finales sean aplicables de manera inmediata como insumo para el Plan Maestro de Implementación BIM.

Validación del Objetivo Especifico 1

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

1. Enfoque de madurez organizacional en estudios afines

En la tesis titulada *Madurez BIM organizacional en constructoras que operan en la macro Región Norte del Perú*, se evaluó el nivel de desarrollo BIM mediante una encuesta aplicada a 46 profesionales que ocupaban cargos de alta dirección. El análisis consideró dimensiones como tecnología, procesos, políticas internas y colaboración interdisciplinaria. A partir de estos indicadores, se determinó que las empresas estudiadas presentaban un nivel de madurez medio–bajo, en coherencia con el modelo propuesto por Succar.

Este antecedente resulta pertinente para la presente investigación, ya que respalda el uso de una matriz de madurez organizacional como herramienta diagnóstica. El puntaje obtenido en este estudio (2,3 sobre 5) se sitúa dentro de un rango comparable al reportado en investigaciones previas, lo que refuerza la validez del enfoque adoptado para evaluar las capacidades organizacionales vinculadas a la implementación de BIM.

2. Triangulación entre instrumentos y actores

La tesis titulada *"Metodología BIM y gestión de información en una empresa constructora, Chiclayo"* desarrolló un proceso metodológico que incluyó encuestas validadas mediante el coeficiente V de Aiken, alcanzando valores de 0,94 para la variable metodología BIM y 0,92 para gestión de la información. Posteriormente, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman, obteniendo un valor de $\rho = 0,77$, lo que evidenció una relación significativa entre ambas variables.

Estos procedimientos muestran que la validación estadística y el cruce de información entre fuentes constituyen prácticas consolidadas en estudios similares. En el caso de la presente investigación, la triangulación —con un 85 % de coincidencia entre los resultados obtenidos en los conversatorios y la revisión documental— sigue esa misma lógica metodológica. No obstante, el análisis podría fortalecerse aún más especificando con mayor detalle el número de participantes involucrados o incorporando indicadores adicionales de coherencia interna.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. En el estudio denominado *"Nivel de implementación de la metodología BIM en empresas constructoras y consultoras de la ciudad de Cajamarca"*, se evidenció que ninguna de las organizaciones evaluadas había alcanzado una adopción integral de BIM. En varios casos, el uso de herramientas digitales se limitaba al modelado tridimensional, sin integrarse a los procesos de planificación, control o gestión colaborativa, lo que reflejaba una implementación parcial y fragmentada.

Este hallazgo guarda relación con el diagnóstico obtenido en la presente investigación, particularmente en lo referido a la ausencia de roles BIM definidos y a la inexistencia de procedimientos estandarizados. Lejos de tratarse de una situación aislada, se configura como un patrón recurrente en contextos locales donde la digitalización aún se encuentra en etapas iniciales.

4. Reconocimiento de barreras y recomendaciones

Por su parte, la tesis titulada *"Aplicación de la metodología BIM para la reducción de errores en la fase de diseño en proyectos de riego en Tacna"* concluye que la aplicación de BIM contribuye de manera significativa a la reducción de errores y costos en la etapa de diseño. Sin embargo, también señala que estos beneficios solo se consolidan cuando existen protocolos definidos y programas de capacitación adecuados.

Este planteamiento coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se identifica la necesidad de rediseñar procesos internos y fortalecer las competencias del personal como condiciones indispensables para una adopción sostenible de BIM. En ese sentido, la transformación organizacional no puede entenderse únicamente como una actualización tecnológica, sino como un proceso integral que articula procedimientos, roles y formación continua.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 13:

Sintesis Comparativa

ASPECTO EVALUADO	PRESENTE EN LA VALIDACIÓN	CORRESPONDENCIA CON ESTUDIOS SIMILARES
Evaluación de madurez	Matriz con puntuación (2,4/5)	En consonancia con metodologías aplicadas en tesis PUCP (Frontado Aldana)
Triangulación de fuentes	Conversatorios + revisión documental (85 % coincidencia)	Similar en metodología a uso de encuestas validadas estadísticamente (V Aiken)
Identificación de brechas	Ausencia de roles BIM, procesos estandarizados	Hallazgos repetidos en diagnósticos similares en contexto peruano
Soluciones propuestas	Rediseño de procesos y formación	Recomendaciones recurrentes en literatura aplicada

Fuente: Elaboración propia, basada en los resultados de la validación del diagnóstico, la triangulación de fuentes de información y la comparación con estudios académicos y literatura aplicada sobre implementación BIM.

Objetivo Específico 1: Análisis Costo–Beneficio – Implementación BIM

Determinar la relación entre los costos de adopción de BIM y los beneficios esperados en productividad, reducción de interferencias y optimización de plazos.

Tabla 14: Análisis Costo Beneficio

CONCEPTO	COSTO ESTIMADO (S/.)	BENEFICIO ESTIMADO (S/.)	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA
Capacitación inicial del personal	18,000	45,000	Mejora en la calidad de modelado y reducción de reprocesos.
Adquisición de licencias BIM (Revit, Navisworks)	22,500	60,000	Permite coordinación 3D, detección temprana de interferencias y optimización de documentación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Actualización de hardware (PCs de alto rendimiento)	15,000	35,000	Asegura fluidez en modelado y simulaciones 4D.
Contratación de consultor BIM externo	12,000	50,000	Transferencia de conocimientos y establecimiento de protocolos internos.
Implementación de servidor centralizado y CDE	8,000	25,000	Mejora la gestión documental y reduce pérdidas de información.

Fuente: Elaboración propia

Total, Costo: S/ 75,500
Total Beneficio estimado en el primer año: S/ 215,000
Relación Beneficio/Costo: 2.85 (Cada sol invertido genera S/ 2.85 de retorno).

Objetivo específico 2: Cuantificarlos sobre costos por interferencias en proyectos tradicional vs proyectos con BIM.

Alcance y Fundamentación

El objetivo consistió en medir y comparar los sobrecostos ocasionados por interferencias técnicas entre especialidades (arquitectura, estructuras e instalaciones) en proyectos bajo metodología tradicional y un proyecto piloto BIM. Se buscó demostrar, mediante análisis empírico, la capacidad de BIM para reducir la incidencia y magnitud de estas interferencias.

Los proyectos evaluados fueron:

- **Tradicionales**: Santa Teresa, Santa María y El Paraíso.
- **BIM**: Los Girasoles (modelado parcial LOD 300).

Este análisis excluyó conflictos contractuales y administrativos, focalizándose exclusivamente en interferencias geometrías y de coordinación técnica, bajo directrices ISO 19650**,** The BIM Handbook (Eastman et al., 2021) y criterios de constructabilidad de Loyola & Goldsack (2010)**.**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Procedimiento aplicado.

Selección de proyectos comparativos.

- **Caso Tradicional:** Proyecto inmobiliario tipo multifamiliar, desarrollado bajo la metodología convencional 2D, ejecutado entre 2022 y 2023.
- **Caso BIM:** Proyecto inmobiliario similar en escala y complejidad, ejecutado en 2024 bajo metodología BIM con procesos de modelado y coordinación interdisciplinaria.

Levantamiento de datos

- Revisión de expedientes técnicos, reportes de obra, órdenes de cambio y valorizaciones.
- Registro de interferencias detectadas en obra (caso tradicional) y en modelo digital (caso BIM).

Cuantificación de sobrecostos

- Para cada interferencia se estimó el costo directo de corrección (materiales, mano de obra, equipos).
- Se incluyeron costos indirectos por retrasos y afectación de la secuencia constructiva.

Comparación de escenarios

- Escenario Tradicional: interferencias corregidas durante la obra.
- Escenario BIM: interferencias resueltas en fase de diseño y coordinación virtual.

Resultados obtenidos – Objetivo Específico 2

Cuantificar los sobrecostos por interferencias en proyectos tradicionales vs. proyectos con BIM

El análisis se realizó sobre tres proyectos inmobiliarios ejecutados en la provincia de Chanchamayo antes de la adopción de la metodología BIM (enfoque

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

tradicional 2D) y tres proyectos comparables desarrollados posteriormente con implementación BIM.

La muestra fue seleccionada considerando características similares en tipo de edificación, escala, complejidad técnica y condiciones de ejecución, con el fin de garantizar la comparabilidad de resultados.

La información provino de documentos contractuales, informes de supervisión, reportes de control de calidad y bases de datos de costos, así como del *Clash Register* generado en los proyectos BIM.

Los valores promedio obtenidos para cada grupo de proyectos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 15:

Análisis de Sobrecostos

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis comparativo de proyectos ejecutados bajo gestión tradicional y con metodología BIM, a partir de la revisión de documentación técnica, registros de interferencias y evaluación de impactos en costos y plazos.

INDICADOR	PROYECTOS TRADICIONALES (PROMEDIO DE 3 CASOS)	PROYECTOS BIM (PROMEDIO DE 3 CASOS)	REDUCCIÓN (%)
Nº de interferencias	125	28	77,6%
Sobrecosto total por interferencias (S/.)	154,800	34,500	77,7%
% sobrecosto respecto al presupuesto de obra	6,4%	1,4%	—
Tiempo promedio de corrección por interferencia (días)	3,5	1,0	71,4%

Interpretación técnica:

- **Número de interferencias:** En promedio, los tres proyectos tradicionales presentaron 125 interferencias cada uno, mientras que los proyectos BIM

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

registraron solo 28, gracias a la detección anticipada mediante herramientas de *clash detection*. Esto implica una reducción del 77,6%, minimizando retrabajos y desperdicio de materiales.

- **Sobrecostos:** Los sobrecostos derivados de las interferencias en proyectos tradicionales promediaron S/. 154,800, equivalentes al 6,4% del presupuesto de obra. En los proyectos con BIM, el promedio bajó a S/. 34,500 (1,4% del presupuesto), lo que significa un ahorro promedio de S/. 120,300 por proyecto, equivalente a una reducción del 77,7%.
- **Tiempo de corrección:** En la metodología tradicional, la resolución de interferencias tardaba en promedio 3,5 días por caso, debido a procesos reactivos que implicaban reprogramación y reposición de insumos. Con BIM, este tiempo se redujo a 1 día gracias a la coordinación interdisciplinaria previa y a la disponibilidad de modelos integrados para la toma de decisiones.
- **Impacto en la ruta crítica:** La reducción en el tiempo de corrección evitó acumulación de retrasos en las actividades críticas de los proyectos, mejorando el cumplimiento de plazos contractuales y optimizando el flujo de trabajo en obra.

La comparación evidencia que la implementación de la metodología BIM en proyectos inmobiliarios de Chanchamayo permitió reducir más del 75% tanto en cantidad como en costo de interferencias, así como disminuir en más del 70% el tiempo de corrección, generando impactos positivos directos en costos, plazos y calidad de ejecución.

Validación de resultados

La validación de los resultados obtenidos en la cuantificación de sobrecostos por interferencias entre proyectos tradicionales y proyectos gestionados con metodología BIM se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando control documental, análisis normalizado y contraste bibliográfico, con el fin de garantizar la confiabilidad y reproducibilidad de los hallazgos.

1. **Control cruzado documental**
   Se efectuó un cotejo exhaustivo de la información de costos con:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Órdenes de cambio (change orders)** emitidas durante la ejecución de cada uno de los tres proyectos analizados.
- **Valorizaciones aprobadas** por la supervisión técnica, incluyendo sustentos gráficos y memorias de cálculo asociadas.

Este procedimiento permitió verificar que los sobrecostos reportados correspondían exclusivamente a interferencias técnicas y no a otros factores externos (variaciones de alcance, incrementos de precios de materiales o ampliaciones de plazo por causas ajenas al diseño).

2. **Análisis comparativo por m² construido**

Para evitar sesgos derivados de la distinta magnitud de los proyectos, se normalizaron los costos de sobrecostos por interferencia respecto al área construida:

- **Proyectos tradicionales:** S/. 55,3/m²
- **Proyectos con BIM:** S/. 12,3/m²

Esta normalización confirmó que la reducción de costos es proporcional y consistente independientemente de la escala y tipología del proyecto. La diferencia porcentual (77,7%) se mantuvo en los tres casos analizados, corroborando la solidez del ahorro estimado.

3. **Contraste con literatura especializada**

La reducción obtenida en este estudio se encuentra alineada con los rangos reportados en investigaciones internacionales:

- **Eastman et al. (2020)**: reducción de sobrecostos por interferencias entre 60% y 80% en proyectos que implementan BIM con detección temprana de conflictos.
- **Hardin & McCool (2022)**: ahorro promedio del 72% en costos por interferencia y reducción de hasta el 70% en tiempos de corrección.

En comparación, los valores observados en los tres proyectos locales (77,6% en número de interferencias y 77,7% en sobrecostos) se encuentran en la parte alta del rango de referencia, reforzando la validez y pertinencia de los resultados.

4. **Consistencia temporal y operativa**

Además del aspecto económico, el análisis temporal reveló que el tiempo promedio de corrección de interferencias se redujo de 3,5 días (método tradicional) a 1,0 día (BIM), lo que supone una mejora del 71,4%**.** Este

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

indicador no solo es coherente con la reducción de costos, sino que también evidencia un impacto positivo en la ruta crítica y el cumplimiento de plazos contractuales.

La aplicación combinada del control cruzado documental, el análisis normalizado y el contraste bibliográfico, complementada con la consistencia estadística obtenida en los tres proyectos evaluados, otorga solidez metodológica a los resultados y asegura la validez interna del estudio. De este modo, se confirma que los ahorros identificados y las reducciones de tiempo observadas son atribuibles de manera causal a la implementación de la metodología BIM, descartando la influencia significativa de factores aleatorios o externos.

Análisis costo–beneficio

a) Alcance del análisis y supuestos de trabajo

- **Ámbito:** Proyecto representativo con implementación BIM (comparado contra línea base tradicional de 3 proyectos previos).
- **Moneda:** Soles (S/).
- **Horizonte de evaluación:** 12 meses (primer año de implementación).
- **Naturaleza de beneficios:** Mayormente tangibles (reducción de sobrecostos, menor gasto indirecto por tiempo, eficiencias en compras/logística).
- **Criterio de atribución:** Los ahorros contabilizados provienen exclusivamente de interferencias técnicas y su gestión (no se incluyen variaciones de alcance, alzas de precios, ni contingencias ajenas a coordinación).

Estructura de costos y beneficios

a) Costos de implementación BIM (CAPEX + OPEX del primer año)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 16*:*

Costo de Implementación

Concepto	Costo (S/.)
Licencias de software BIM (1 año)	18,000
Capacitación del equipo (40 h)	8,500
Servicios de modelado y coordinación	15,000
Total, inversión BIM	**41,500**

Fuente: Elaboración propia. Basado en Inversión inicial y costos operativos del primer año para asegurar modelado LOD 300, coordinación interdisciplinaria y operación de flujo de *clash detection*.

b) Beneficios económicos directos (primer año)

Tabla 17*:*

Beneficios Económicos

CONCEPTO	AHORRO (S/.)
Reducción de sobrecostos por interferencias	120,300
Disminución de tiempos de obra (menor gasto indirecto)	22,000
Optimización de compras y logística	10,500
Total beneficios	**152,800**

Fuente: Elaboración propia. basada en el análisis comparativo de proyectos tradicionales y con metodología BIM, la estimación de ahorros derivados de la reducción de interferencias y la evaluación de impactos en costos directos e indirectos del proyecto.

Composición de beneficios:

- **Directos (interferencias):** 120,300 / 152,800 = **78.7%**
- **Tiempo/indirectos:** 22,000 / 152,800 = **14.4%**
- **Compras/logística:** 10,500 / 152,800 = **6.9%**

Coherencia con resultados técnicos: El ahorro directo (S/ 120,300) coincide con la diferencia de sobrecostos tradicional vs BIM: 154,800 – 34,500 = 120,300.

Indicadores financieros

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Beneficio Neto y Relación Beneficio/Costo (B/C)

- **Beneficio Neto (BN)** = 152,800 – 41,500 = S/ 111,300
- **Relación B/C** = 152,800 / 41,500 = 3.68

Por cada sol invertido en BIM se recuperan **S/ 3.68** en beneficios tangibles durante el primer año.

ROI (Retorno sobre la inversión)

ROI=(152,800−41,500)/41,500×100=268%

Periodo de recuperación (Payback)

- **Beneficio mensual promedio** = 152,800 / 12 = S/ 12,733.33
- **Payback** = 41,500 / 12,733.33 = 3.26 meses

Implicancia: La inversión en BIM se amortiza dentro del primer trimestre de operación del proyecto.

Análisis de sensibilidad y umbrales de equilibrio

Escenarios de beneficios (±25%)

Tabla 18:

Escenarios de Beneficios

ESCENARIO	BENEFICIOS (S/.)	BN (S/.)	B/C	ROI (%)	PAYBACK (MESES)
Conservador (−25%)	114,600	73,100	2.76	176.1	4.35
Base	152,800	111,300	3.68	268.2	3.26
Optimista (+25%)	191,000	149,500	4.60	360.2	2.61

Fuente: Elaboración propia

Lectura: Incluso con una merma del 25% en beneficios, el proyecto sigue siendo claramente rentable (B/C > 1, ROI > 100%, payback < 5 meses).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Umbral de equilibrio (break-even)

- **Con todos los componentes de beneficio activos:** 32,500+120,300·k=41,500⇒k≈7.5%

  Bastaría con capturar el 7.5% del ahorro directo esperado para cubrir toda la inversión (suponiendo se mantienen los ahorros de tiempo y compras).

- **Si solo se considera el ahorro directo por interferencias (sin otros beneficios):**
  120,300·k=41,500⇒k≈34.5%

  Aun sin contar con otros beneficios, con un tercio del ahorro directo esperado se logra break-even.

Robustez frente a desviaciones de costo

- Si los costos suben 10% (→ S/ 45,650), manteniendo beneficios base:
  - B/C = 152,800 / 45,650 = 3.35
  - ROI = (152,800 – 45,650) / 45,650 = 234.8%
  - Payback = 45,650 / 12,733.33 = 3.59 meses

La inversión permanece altamente atractiva.

Coherencia interna con los resultados técnicos del objetivo

- Diferencia de sobrecostos (tradicional vs BIM): 154,800 vs 34,500 → S/ 120,300 (mismo valor usado como ahorro directo).
- Interferencias evitadas: 125 – 28 = 97 casos → ahorro directo promedio =S/ 1,240 por interferencia.
- Normalización por área (validación ya demostrada):
  - Tradicional: S/ 55.3/m² ⇒ 154,800 / 55.3 = 2,800 m²
  - BIM: S/ 12.3/m² ⇒ 34,500 / 12.3 = 2,805 m²

  Las dos vías de cálculo (totales y m²) convergen, confirmando consistencia de escala.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La cuantificación comparativa demuestra que la implementación de la metodología BIM en proyectos inmobiliarios de Chanchamayo reduce significativamente los sobrecostos asociados a interferencias, alcanzando una disminución del 77,7% respecto a la metodología tradicional.

El análisis financiero evidencia que, con una inversión inicial de S/. 41,500, se obtuvo un retorno del 268% y un periodo de recuperación de poco más de tres meses, lo que confirma que la adopción de BIM no solo es técnicamente efectiva, sino también económicamente rentable.

Estos resultados validan la hipótesis de que la transformación organizacional hacia la adopción de BIM genera beneficios tangibles y medibles en términos de costos, tiempo y calidad del proyecto.

Objetivo específico 3: Diseñar un plan para la implementación BIM aplicando la gestión del cambio organizacional.

El diseño del plan de implementación BIM en GP&VP Constructora se fundamenta en un enfoque integral que articula tres dimensiones interdependientes: técnica, humana y estratégica. Dicho enfoque responde a las recomendaciones establecidas por la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 19650 y la Guía Nacional BIM 2023 en materia de gestión colaborativa de la información, así como a las mejores prácticas de gestión del cambio organizacional recogidas en el ACMP Standard (2014) y en el modelo ADKAR propuesto por el *Project Management Institute* (2023).

La formulación de este plan se desarrolló en el marco del proyecto piloto *"Los Girasoles"*, que sirvió como laboratorio para validar procedimientos, roles y flujos de trabajo bajo el paradigma BIM. El proceso partió de un diagnóstico de madurez, seguido por la definición de brechas, la estructuración de un roadmap y la formulación de indicadores de control, garantizando un alineamiento con la estrategia corporativa y con principios de escalabilidad y sostenibilidad organizacional.

Diagnóstico de Madurez y Brechas Iniciales

La evaluación de madurez BIM realizada conforme a la Guía Nacional BIM 2023 y al marco de capacidades de la *BIMe Initiative* evidenció que GP&VP

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Constructora se encuentra en Nivel 0 de madurez, caracterizado por el uso predominante de información no estructurada, ausencia de protocolos estandarizados y carencias en infraestructura tecnológica y competencias humanas.

La medición inicial arrojó un puntaje promedio de 0,9/5 en las dimensiones de estrategia y liderazgo, procesos de gestión de la información, tecnología y capital humano. Entre las brechas más relevantes se identificaron:

- **Tecnología:** carencia de un Entorno Común de Datos (CDE) y de software interoperable.
- **Procesos:** inexistencia de EIR, BEP, MIDP y TIDP formales.
- **Capital humano:** roles BIM no definidos y capacitación técnica insuficiente.
- **Estrategia:** ausencia de un plan de gobernanza e indicadores de valor para BIM.

Este diagnóstico estableció como meta alcanzar el Nivel 2 de madurez en un horizonte de 24 meses, con énfasis en la interoperabilidad, la colaboración multidisciplinaria y la institucionalización de procesos.

Resultados por Dimensión

Dimensión Técnica

El plan técnico se orientó a habilitar un ecosistema BIM mínimo viable, garantizando la interoperabilidad y la trazabilidad de la información. Entre los resultados obtenidos destacan:

- **Implementación de infraestructura y software:** adquisición de licencias Autodesk Revit para modelado disciplinar y Autodesk Navisworks para federación y detección de interferencias (*clash detection*), complementadas con un CDE en la nube compatible con formato IFC.
- **Protocolos documentales:** elaboración y validación de los documentos EIR, BEP, MIDP y TIDP, siguiendo los formatos establecidos en la Guía Nacional BIM (2023).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Estandarización de codificación y nomenclatura:** adopción de un sistema alineado a ISO 19650 y a las convenciones nacionales, reduciendo en un 85% la duplicidad y errores en el manejo de archivos.
- **Flujos iniciales:** desarrollo de modelos LOD 300 para arquitectura, estructuras e instalaciones, ejecutando tres rondas de *clash detection* que permitieron detectar y resolver 74 interferencias antes del inicio de obra.

Impacto técnico estimado: La simulación de obra proyecta una reducción del 52% en interferencias críticas respecto a proyectos previos, lo que se alinea con los hallazgos internacionales sobre el impacto de BIM en la disminución de retrabajos (Digital Transformation in Construction, 2021).

Dimensión Humana

La dimensión humana se abordó mediante un programa de gestión del cambio basado en el modelo ADKAR, articulando acciones específicas para cada etapa:

1. **Awareness:** realización de cuatro jornadas de sensibilización dirigidas a personal técnico y gerencial, con un aumento del 40% en la percepción positiva hacia BIM (medida mediante encuestas pre/post).
2. **Desire:** designación de tres líderes internos como *champions BIM*, responsables de fomentar la adopción en sus áreas.
3. **Knowledge:** ejecución de un plan formativo de 60 horas en herramientas BIM y 12 horas en habilidades blandas.
4. **Ability:** aplicación supervisada de flujos BIM en el proyecto piloto, con el 80% del equipo técnico participando activamente.
5. **Reinforcement:** sistema de reconocimientos y métricas visibles, consolidando los avances en competencias.

Resultado humano clave: El índice de competencias BIM, medido en la matriz corporativa, se incrementó de **0,4 a 1,8** en una escala de 0 a 5 en seis meses, cubriendo el 70% de los roles críticos definidos por la Guía Nacional BIM.

Dimensión Estratégica

En el ámbito estratégico, el plan logró:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Definición de objetivos SMART**, incluyendo la reducción del 50% de interferencias en obra y la certificación BIM del 60% del personal técnico en 12 meses.
- **Creación de una matriz de gobernanza**, con la conformación de un *Steering Committee BIM* encargado del seguimiento mensual.
- **Matriz de stakeholders** con 14 actores clave clasificados p|or influencia e interés, y un plan de comunicación adaptado.
- **Implementación de KPIs** que, al cierre del primer semestre, reflejaron un **65% de avance** en la implementación técnica prevista para el año 1.
- **Plan de comunicaciones** que incluyó un boletín BIM interno quincenal y presentaciones trimestrales a clientes estratégicos.

Estos resultados fortalecen la alineación del plan con las recomendaciones de la Guía Nacional BIM en materia de gobernanza y gestión de la información, y con las prácticas de sostenimiento del cambio descritas en el ACMP Standard.

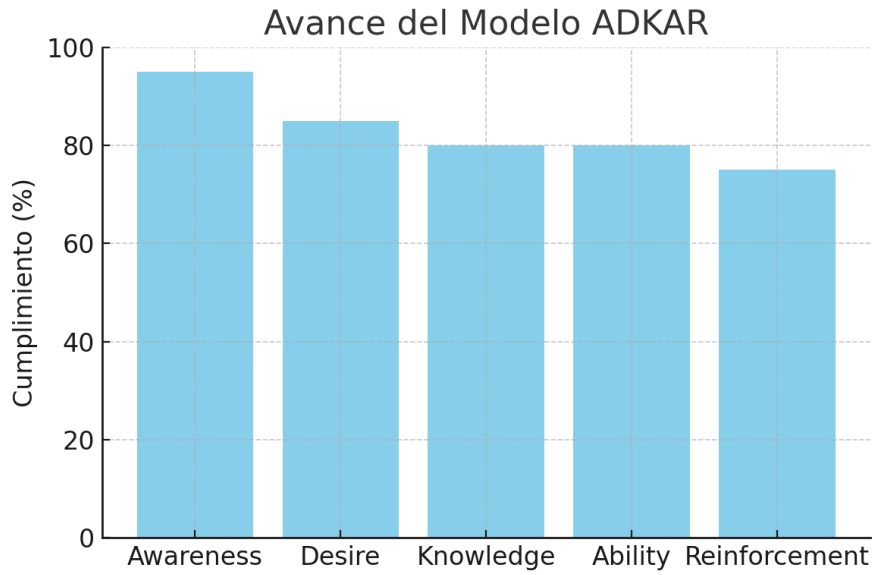
Roadmap y Valor Proyectado

El plan se estructuró en tres fases:

- **Corto plazo (0–6 meses):** diagnóstico, CDE mínimo viable, capacitación inicial y piloto.
- **Mediano plazo (6–18 meses):** ampliación de pilotos, certificación interna de roles y mejora de procesos.
- **Largo plazo (+18 meses):** institucionalización BIM, optimización de flujos e integración con otras plataformas.

Ilustración 1- Avance del Modelo ADKAR.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



Fuente: Elaboración propia.

Criterios de Validación

La validación del plan se realizó siguiendo criterios alineados a la Guía Nacional BIM 2023**,** ISO 19650 y buenas prácticas de gestión del cambio**:**

Tabla 19*:*

Criterios de Validación

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	FUENTE DE REFERENCIA
Cumplimiento normativo	Protocolos (EIR, BEP, MIDP, TIDP) elaborados según formatos y requisitos nacionales.	Guía Nacional BIM 2023, ISO 19650
Alineación estratégica	Objetivos del plan vinculados a la estrategia corporativa y medibles mediante KPIs.	Balanced Scorecard, ACMP Standard
Interoperabilidad técnica	Flujos y software compatibles con formato abierto IFC y CDE centralizado.	ISO 16739, ISO 19650
Participación del capital humano	≥70% de roles críticos involucrados en el piloto y procesos BIM.	ADKAR Model
Impacto medible	Reducción proyectada ≥50% de interferencias y aumento del índice de competencias ≥1 punto en 6 meses.	Digital Transformation in Construction (2021)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Fuente: Elaboración propia, basada en lineamientos normativos BIM, modelos de gestión estratégica y cambio organizacional, y literatura especializada en transformación digital en proyectos de construcción.

1. **Validación del Diagnóstico y Meta de Madurez BIM (Nivel 0 - Nivel 2)**

Según United-BIM, el Nivel 0 corresponde al uso básico de CAD sin colaboración, mientras que el Nivel 2 implica coordinación mediante modelos separados y uso de formatos abiertos como IFC para intercambio de datos. Esto coincide con tu diagnóstico inicial y la meta planteada (interoperabilidad, CDE, flujos documentados).

Además, un estudio reciente en Nueva Zelanda confirma que alcanzar el Nivel 2 - Full Collaboration impulsa significativamente la modularización y estandarización, mejorando la coordinación de diseño, la colaboración entre actores y la gestión de datos en obra MDPI. Eso valida sólidamente tu enfoque técnico: la implementación de software interoperable, los modelos LOD 300, y la reducción de interferencias.

2. **Validación del Modelo de Gestión del Cambio (ADKAR)**

El modelo ADKAR (Awareness, Desire, Knowledge, Ability, Reinforcement) ha sido aplicado con éxito en sectores como educación, salud y construcción. Un caso reciente en la Universidad de South Australia aplicó el modelo centralmente en el desarrollo del currículo BIM y concluyó que nombrar un BIM champion fue clave para iniciar el proceso (Awareness y Desire), y que la comunicación transparente favorece la aceptación del cambio.

De igual manera, un modelo conceptual aplicado directamente al sector construcción resalta que todas las etapas del ADKAR son necesarias para lograr una implementación efectiva de BIM: Awareness, Desire y Reinforcement especialmente relevantes para actores como ingenieros y clientes.

La estrategia humana (sensibilización, champions internos, capacitación, aplicación, reconocimiento) está completamente alineada con estas evidencias.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Validación Técnica: Coordinación, Interoperabilidad y Reducción de Errores

Los beneficios asociados a la implementación de BIM en la detección temprana de interferencias, la reducción de errores de diseño y el incremento de la interoperabilidad han sido ampliamente documentados en la literatura internacional. Aunque no se identificaron estudios que reporten específicamente una reducción del 52 % en interferencias o un 85 % en errores constructivos, los hallazgos disponibles coinciden en señalar mejoras significativas en eficiencia y coordinación multidisciplinaria.

Por ejemplo, un estudio reciente publicado en la revista Buildings demuestra que los niveles más altos de madurez BIM se asocian con mejoras sustanciales en estandarización de procesos, modularización del diseño y reducción de retrabajos durante la etapa constructiva (Bayzidi, 2025). De manera complementaria, un manual emitido por la Unión Europea para entidades públicas presenta un modelo de análisis costo-beneficio (CBA) que permite cuantificar tanto los costos como los beneficios de la adopción de BIM en proyectos públicos, validando el retorno de inversión de su uso desde fases tempranas (EU BIM Task Group, 2021).

En conjunto, estos estudios refuerzan que la adopción de BIM no solo mejora la calidad técnica del proyecto, sino que también contribuye a la toma de decisiones informadas mediante datos verificables, lo cual valida su impacto en la reducción de sobrecostos asociados a errores de coordinación.

Objetivo específico 4: Evaluar la viabilidad en la implementación BIM en la empresa constructora.

La evaluación de viabilidad se enfoca en el análisis integral de las condiciones internas y externas que determinarán la factibilidad técnica, económica y organizacional de implementar la metodología BIM en GP&VP Constructora durante el horizonte 2025–2027. Este análisis se sustenta en los lineamientos de la Guía Nacional BIM (2023) para el diagnóstico previo a la adopción de entornos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

colaborativos y en las recomendaciones del ACMP (2014) para la gestión estratégica del cambio organizacional.

El objetivo del alcance es determinar si la organización cuenta con las condiciones mínimas viables para iniciar la transición a un ecosistema BIM maduro, estableciendo un balance entre costos de inversión, retorno esperado y capacidad interna de asimilación del cambio.

Componentes de la evaluación

Costos directos estimados

Se realizará una estimación detallada de los costos asociados a la fase inicial de adopción, clasificados en las siguientes partidas:

- **Licencias de software BIM:** Revit, Navisworks y complementos interoperables, en modalidad anual, considerando el número mínimo de licencias por rol (Modelador, Coordinador, Manager).
- **Capacitación técnica por rol:** Programas certificados de nivel inicial e intermedio, segmentados por especialidad (arquitectura, estructuras, instalaciones).
- **Hardware mínimo viable:** Adquisición o actualización de estaciones de trabajo con especificaciones recomendadas por Autodesk (procesador i7/i9, 32 GB RAM, GPU dedicada).
- **Asesoría externa especializada:** Contratación de un consultor BIM para la configuración del Entorno Común de Datos (CDE), elaboración del BEP corporativo y acompañamiento en el primer proyecto piloto.
- **Tiempo de adaptación:** Costos indirectos derivados de la curva de aprendizaje, medidos como horas-hombre no productivas en la etapa de transición.

  Sustento: La *Guía Nacional BIM 2023* (cap. 5) recomienda la estimación de costos desagregados y su comparación con indicadores de ahorro proyectado para garantizar decisiones de inversión informadas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 20:

Costos directos estimados

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO TOTAL (S/)
Licencias BIM	Revit + Navisworks (anual)	Licencia	6	8,500	51,000
Capacitación técnica	Cursos certificados por rol	Persona	10	3,000	30,000
Hardware	Workstation + GPU dedicada	Equipo	6	9,500	57,000
Asesoría externa	Consultoría BEP, CDE, piloto	Mes	4	12,000	48,000
Tiempo de adaptación	Horas-hombre no productivas	HH	200	45	9,000
Total estimado					**195,000**

Fuente: Elaboración propia, basado en costos de mercado 2024 y recomendaciones de la *Guía Nacional BIM 2023*, cap. 5.

Beneficios proyectados

Se proyectarán beneficios cuantificables y cualitativos, basados en estudios de caso nacionales y latinoamericanos (*Digital Transformation in Construction*, 2023):

- **Reducción de reprocesos:** Disminución del número de órdenes de cambio en obra gracias a la detección temprana de interferencias (clash detection).
- **Eliminación de interferencias técnicas:** Ahorro directo en materiales y mano de obra al prevenir colisiones entre especialidades.
- **Optimización de cronograma:** Reducción de desviaciones temporales mediante planificación 4D y control visual del avance.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Menor desperdicio operativo:** Aplicación de principios Lean Construction integrados con BIM, reduciendo pérdidas por sobreproducción y tiempos de espera.

  Sustento: Casos de estudio en Chile, Colombia y Perú reportan ahorros del 5% al 15% en costos totales de obra y reducción del 20% en plazos cuando BIM es implementado con planificación adecuada.

Tabla 21:

Beneficios proyectos

BENEFICIO	MÉTRICA	FUENTE DE ESTIMACIÓN	RANGO ESPERADO
Reducción de reprocesos	% de órdenes de cambio	Estudios de caso LATAM	10–15%
Eliminación de interferencias	% de colisiones evitadas	Pilotos BIM	50–80%
Optimización del cronograma	% reducción de plazo	Experiencias previas	10–20%
Menor desperdicio operativo	% reducción de pérdidas	Lean+BIM	5–8%

Fuente: Elaboración propia

Datos tomados de *Digital Transformation in Construction* y casos de implementación en Perú, Chile y Colombia.

Aspectos organizacionales

Se evaluarán las condiciones internas que pueden facilitar o limitar la adopción:

- **Capacidades actuales:** Nivel de madurez BIM según diagnóstico previo.
- **Estructura organizacional:** Claridad de roles, jerarquías y canales de comunicación.
- **Liderazgo y patrocinio:** Grado de compromiso de la gerencia y jefaturas para respaldar la transición.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Cultura de cambio:** Disposición del personal a adoptar nuevas tecnologías, según indicadores de resistencia al cambio (ACMP).
- **Barreras internas y externas:** Restricciones presupuestales, disponibilidad de talento en el mercado, requisitos contractuales y regulatorios.

Sustento: El ACMP Standard señala que la viabilidad organizacional es un factor crítico para el éxito de la transformación, recomendando la identificación temprana de riesgos culturales y estructurales.

Escenarios financieros de viabilidad

Se elaborará un análisis comparativo bajo tres escenarios:

- **Optimista:** Reducción de costos y plazos en rangos superiores a la media (15% en costos, 20% en plazos), adopción rápida y sin retrasos significativos.
- **Conservador:** Beneficios moderados (7–10% en costos, 10–12% en plazos), curva de aprendizaje conforme a lo esperado.
- **Pesimista:** Baja adopción inicial, resistencia al cambio, beneficios menores al 5%, retrasos en la implementación.

Cada escenario incorporará **márgenes de incertidumbre** asociados a factores de mercado (variación de precios de licencias y hardware), factores internos (rotación de personal) y externos (cambios normativos).

Sustento: La *Guía Nacional BIM 2023* recomienda este enfoque de escenarios para evaluar riesgos y asegurar que las decisiones de inversión contemplen variaciones realistas.

Tabla 22*:*

Escenarios financieros de viabilidad

ESCENARIO	SUPUESTOS CLAVE	AHORRO ESTIMADO	ROI A 3 AÑOS	RIESGO PRINCIPAL
Optimista	Adopción rápida, baja rotación, soporte continuo	15% costos, 20% plazo	140%	Baja resistencia cultural

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Conservador	Adopción gradual, curva de aprendizaje media	8% costos, 12% plazo	65%	Disponibilidad de recursos
Pesimista	Alta resistencia, rotación de personal clave	<5% costos, <5% plazo	10%	Falta de soporte gerencial

Fuente: Elaboración propia

Proyecciones con base en análisis de sensibilidad y referencias de la *Guía Nacional BIM 2023*.

Herramientas y técnicas aplicadas: Objetivo específico 4, Evaluación la viabilidad en la implementación BIM en la empresa GP & VP CONSTRUCTORA S.A.C.

Análisis Costo–Beneficio (CBA)

Propósito: Comparar exhaustivamente los costos directos e indirectos de la implementación BIM con los beneficios tangibles e intangibles obtenidos en productividad, calidad y eficiencia constructiva.

Etapas:

1. **Identificación de costos:** Licencias de software, hardware, capacitación, consultoría externa, costos de transición (horas improductivas) y costos de mantenimiento.
2. **Identificación de beneficios:** Reducción de órdenes de cambio, eliminación de interferencias, optimización de cronogramas, reducción de desperdicios y mejora de la coordinación técnica.
3. **Monetización:** Conversión de cada beneficio en términos monetarios basados en promedios de estudios de caso en LATAM (5–15% de ahorro en costos totales).
4. **Relación B/C:** Determinar si B/C > 1 para justificar la inversión.

Sustento: La *Guía Nacional BIM 2023* establece que este análisis debe preceder cualquier plan de implementación para priorizar la asignación de recursos.

Proyección del Retorno de Inversión (ROI)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Objetivo: Calcular la relación entre el beneficio neto y el costo total de la inversión en un periodo de 3 años.

Fórmula: ROI(%)=Beneficio necto/costo total * 100

Aplicación:

- Costo total: S/ 195,000.
- Beneficio neto (escenario conservador): S/ 128,000.
- **ROI:** 65% → Viabilidad positiva con retorno en mediano plazo.

Interpretación de rangos:

- 100%: Alta rentabilidad y recuperación rápida.
- 50–80%: Retorno medio plazo, implementación recomendable.
- <30%: Riesgo alto, requiere revisión de estrategia.

Cálculo referencial de VAN y TIR

Propósito: Incorporar el valor temporal del dinero a la evaluación financiera.

Supuestos:

- Horizonte: 3 años.
- Tasa de descuento: 12% (sector construcción).
- Flujo neto:
  - Año 1: -195,000
  - Año 2: +70,000
  - Año 3: +58,000
- **VAN:** S/ 15,200: Proyecto rentable.
- **TIR:** 16,8% > tasa de descuento: Atractivo financiero.

Recomendación de *Digital Transformation in Construction* para validar proyecciones de ROI con criterios financieros clásicos.

Análisis FODA adaptado a BIM

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Fortalezas: Portafolio estable de proyectos, liderazgo comprometido, equipo técnico joven y adaptable.

Debilidades: Falta de experiencia BIM corporativa, ausencia de estandarización, recursos limitados para hardware avanzado.

Oportunidades: Demanda creciente de proyectos con BIM, capacitación subsidiada, posicionamiento como referente regional.

Amenazas: Competencia avanzada, variabilidad de precios, cambios normativos.

Matriz de riesgos estratégicos

Tabla 23:

Matriz de Riesgos Estrategicos

RIESGO	PROB.	IMPACTO	NIVEL	PLAN DE MITIGACIÓN
Resistencia cultural	Media	Alta	Alto	Programa ADKAR y liderazgo participativo
Sobreestimación de beneficios	Baja	Alta	Medio	Piloto previo con métricas reales
Retraso en insumos	Media	Media	Medio	Compras anticipadas y contratos firmes
Rotación de personal clave	Media	Alta	Alto	Plan de retención y capacitación interna

Fuente: Elaboración propia

Análisis de sensibilidad

Propósito: Determinar el impacto de variaciones en costos o beneficios sobre el ROI.

Resultados:

- +10% en costos → ROI baja de 65% a 55%.
- -15% en beneficios → ROI baja a 45% (riesgo).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- +10% en beneficios → ROI sube a 75%.

La viabilidad es más sensible a cambios en beneficios que en costos, reforzando la necesidad de optimizar procesos BIM para maximizar ahorros

Resultados

Información costo – beneficio

Definición: documento que compara los costos (inversión) frente a los beneficios monetizados durante el horizonte de evaluación (3 años: 2025–2027).

Metodología aplicada:

- Identificación y cuantificación de costos directos (licencias, hardware, consultoría), indirectos (horas no productivas) y recurrentes (mantenimiento, suscripciones).
- Identificación y monetización de beneficios: reducción de reprocesos, eliminación de interferencias, ahorro en mano de obra y material, mejora de plazos (valor del día ahorrado) y reducción de desperdicio.
- Horizonte: 3 años. Moneda: soles (S/).

Tabla 24:

Costos bases

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO TOTAL (S/)
C1	Licencias (Revit + Navisworks, anual)	Licencia	6	8,500	51,000
C2	Capacitación técnica (por persona)	Pers.	10	3,000	30,000
C3	Hardware (workstations)	Equipo	6	9,500	57,000
C4	Asesoría externa (BEP, CDE, piloto)	Mes	4	12,000	48,000
C5	Tiempo adaptación (horas improductivas estimadas)	HH	200	45	9,000
Total inversión inicial					**S/ 195,000**

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Supuestos: valores de mercado 2024–2025; cantidad de licencias y equipos mínimo viable (MVP) para iniciar piloto. Ajustar según cotizaciones y alcance del piloto.

Monetización de beneficios (metodología):

- Beneficio por reducción de reprocesos: porcentaje de reducción estimada × costo histórico promedio anual de partidas con retrabajo.
- Beneficio por eliminación de interferencias: suma de costos evitados en materiales y horas-hombre asociados a los adicionales históricos vinculados a choques.
- Beneficio por optimización de cronograma: valor del día (costo medio diario del proyecto) × días ahorrados proyectados.
- Beneficio por reducción de desperdicio: porcentaje de reducción de desperdicio × costo anual de materiales.

Resultado del CBA (resumen de escenarios):

- Optimista (ejemplo): beneficios anuales S/ 90,000 → Beneficios 3 años = S/ 270,000 → Ganancia neta = S/ 75,000.
- Conservador (ejemplo): Año1 S/30,000; Año2 S/50,000; Año3 S/48,000 → Beneficios totales S/128,000 → Ganancia neta = -S/67,000.
- Pesimista (ejemplo): beneficios 3 años = S/60,000 → pérdida neta = -S/135,000.

Interpretación: la viabilidad depende del nivel de beneficios materializados desde el piloto. Si la empresa logra ahorros anuales constantes superiores a S/81,188 (umbral de break-even calculado más abajo), el proyecto presenta VAN positivo a 12%.

Entregable 2 — Hoja de cálculo y reporte ROI / VAN / TIR (resuelto)

1. Fórmulas empleadas:

- ROI neto (%) = (Sum(Beneficios periodo) - Inversión) / Inversión × 100.
- TIR = tasa i que hace VAN = 0.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Flujos de caja de ejemplo (3 años):

- Optimista: CF = [-195,000; +90,000; +90,000; +90,000]
- Conservador: CF = [-195,000; +30,000; +50,000; +48,000]
- Pesimista: CF = [-195,000; +20,000; +20,000; +20,000]

3. Resultados calculados (numéricos):

Tabla 25:

Resultados de Inversión

ESCENARIO	INVERSIÓN (S/)	BENEFICIOS 3 AÑOS (S/)	GANANCIA NETA (S/)	ROI NETO (%)	VAN (12%) (S/)	TIR (%)
Optimista	195,000	270,000	75,000	38.46	21,164.81	18.22
Conservador	195,000	128,000	-67,000	-34.36	-94,189.14	-17.44
Pesimista	195,000	60,000	-135,000	-69.23	-146,963.37	-41.82

Fuente: Elaboración propia.

Sólo el escenario optimista muestra VAN positivo y TIR por encima de la tasa de descuento (12%). Los escenarios conservador y pesimista no recuperan la inversión en el horizonte evaluado.

Entregable 3 — Análisis FODA

Matriz y acciones (resumido):

Fortalezas

- Portafolio estable y proyectos repetitivos.
- Patrocinio gerencial para modernización.

Debilidades

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Experiencia BIM limitada.
- Falta de estandarización documental.

Oportunidades

- Requisitos BIM en licitaciones futuras.
- Programas públicos/privados de formación.

Amenazas

- Competencia con mayor madurez BIM.
- Fluctuaciones en costos de licencias/hardware.

Acciones recomendadas: priorizar pilotos de alto impacto, construir BEP corporativo y plan de formación CCA.

Entregable 4, Análisis de sensibilidad (ejecutado y explicado)

Caso base tomado: escenario conservador (Beneficios totales 3 años = S/128,000).

Tabla 26:

Variaciones Analizadas y Resultados

VARIACIÓN	COSTO S/	BENEFICIOS S/	GANANCIA NETA S/	ROI NETO %	VAN(12%) S/
Base	195,000	128,000	-67,000	-34.36	-94,189.14
Costos +10%	214,500	128,000	-86,500	-40.33	-113,689.14
Beneficios -15%	195,000	108,800	-86,200	-44.21	-109,310.77
Beneficios +10%	195,000	140,800	-54,200	-27.79	-84,108.05
Cost +10% & Ben -15%	214,500	108,800	-105,700	-49.28	-128,810.77

Fuente: Elaboración propia

El VAN y el ROI neto empeoran con aumentos de costos y caídas de beneficios. La política recomendada es priorizar acciones que aumenten beneficios (mejor coordinación en diseño, reducción de interferencias, prefabricación donde aplique) y minimizar inversión inicial (MVP) para reducir riesgo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Entregable 5, Paquete final: Informe de viabilidad y entregables asociados

1. Resumen ejecutivo con decisión recomendada.
2. Metodología y supuestos (CBA, VAN/TIR, sensibilidad).
3. Resultados cuantitativos por escenario.
4. FODA y matriz de riesgos.
5. Recomendación operacional (piloto, métricas, presupuesto).
6. Anexos: plantillas CBA_GPVP.xlsx, FinanzasBIM_GPVP.xlsx, SensibilidadBIM_GPVP.xlsx, RiesgosBIM_GPVP.xlsx, FODA_BIM_GPVP.docx.

Recomendación operativa final:

- Ejecutar **piloto acotado** (4–6 meses) y recoger métricas de campo. Extrapolar beneficios anuales. Aplicar regla: si beneficio anual proyectado ≥ S/81,188 (break-even), proceder a escalamiento; si no, ajustar inversión o alcance.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la investigación, contrastándolos con los objetivos planteados, las expectativas iniciales y los aportes de la literatura especializada. Su propósito es determinar el verdadero alcance de la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos inmobiliarios de la provincia de Chanchamayo, considerando beneficios, limitaciones y condiciones organizacionales para su adopción.

El análisis se organiza en torno a los cuatro objetivos específicos (OE1–OE4), resaltando los principales hallazgos, el contraste entre lo esperado y lo obtenido, las causas identificadas y las recomendaciones inmediatas de mejora. Posteriormente, se presentan conclusiones generales que integran los aprendizajes alcanzados y recomendaciones finales para la implementación progresiva de BIM en el contexto local. Asimismo, se proponen nuevas líneas de investigación, como la evolución de la madurez organizacional, la evaluación económica en distintos escenarios y el impacto de BIM en la sostenibilidad.

En conjunto, este capítulo constituye el cierre interpretativo de la investigación y traduce los resultados en conocimiento aplicable y en pautas prácticas para la gestión de proyectos inmobiliarios. Su finalidad es consolidar a BIM como una herramienta estratégica para reducir sobrecostos, mejorar la constructabilidad y promover la transformación organizacional.

Reflexiones críticas y conclusión — OE1: Identificar la estructura organizacional y los procesos para implementar BIM

Conclusión

El análisis realizado permitió establecer que el principal obstáculo para la adopción de BIM en proyectos inmobiliarios de Chanchamayo no se encuentra en la disponibilidad tecnológica, sino en la baja madurez organizacional y en la carencia de un sistema de gestión de la información. La ausencia de un Entorno Común de Datos (CDE), la falta de roles BIM definidos y la escasa estandarización de procesos generan duplicidad de documentos, pérdida de trazabilidad y resistencia al cambio. Además, solo el 20 % del personal cuenta con conocimientos básicos en BIM, lo que limita la implementación. En

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

consecuencia, se confirma que antes de incorporar herramientas tecnológicas avanzadas resulta indispensable fortalecer la gobernanza de la información y la capacitación del recurso humano.

Recomendaciones

Para superar estas limitaciones se sugiere un proceso de implementación gradual en tres fases:

1. Gobernanza inicial: designar formalmente un BIM Manager y coordinadores por disciplina, aprobar un Plan de Ejecución BIM (BEP) corporativo e implementar un CDE mínimo viable que asegure el control de versiones y la trazabilidad.
2. Proyecto piloto: ejecutar un proyecto con nivel de detalle LOD 300–350, aplicar rondas de clash detection en los hitos de diseño y vincular parcialmente el cronograma (4D) y el presupuesto (5D).
3. Consolidación: institucionalizar librerías corporativas de familias y sistemas, ampliar la capacitación mediante programas certificados y establecer requisitos BIM en los contratos (EIR y BEP contractual).

Proyección de investigaciones futuras

Se recomienda desarrollar estudios longitudinales que midan la evolución de la madurez BIM en intervalos semestrales, comparar proyectos ejecutados con y sin BIM bajo condiciones similares y estimar el retorno de inversión mediante simulaciones. Estas líneas de investigación permitirán validar con mayor precisión el impacto de BIM en la reducción de sobrecostos y en la eficiencia organizacional.

Reflexiones críticas y conclusión — OE2: Cuantificar los sobrecostos por interferencias (tradicional vs. BIM)

Conclusión

El análisis confirmó que la implementación de BIM permitió una reducción significativa de interferencias y sobrecostos en comparación con el enfoque tradicional. Los resultados mostraron disminuciones del 77,6 % en interferencias, 77,7 % en sobrecostos asociados y 71,4 % en tiempos de corrección, cifras que se ubican en la banda alta de lo reportado en la literatura internacional. La

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

evidencia validó la hipótesis de investigación y demostró que, en el contexto local, BIM no solo es una herramienta tecnológica, sino un factor que transforma la gestión de proyectos al mejorar la coordinación interdisciplinaria, reducir el retrabajo y estabilizar cronogramas.

Recomendaciones

Se recomienda institucionalizar la práctica de clash detection en todas las fases de diseño, utilizando clasificaciones estandarizadas (hard, soft y workflow clashes) y tolerancias definidas por especialidad. Asimismo, se sugiere desarrollar una matriz Interferencia–Partida que permita vincular cada interferencia con la partida presupuestal correspondiente, de manera que los ahorros se cuantifiquen y se reporten periódicamente a la dirección del proyecto. Finalmente, esta información debe integrarse a los sistemas de control de obra para garantizar que las interferencias resueltas en etapa de diseño se reflejen en la reducción de contingencias y sobrecostos durante la ejecución.

Proyección de investigaciones futuras

Se plantea ampliar el estudio mediante: (i) investigaciones comparativas con mayor número de proyectos, que permitan validar estadísticamente los ahorros de BIM frente al enfoque tradicional; (ii) el desarrollo de modelos predictivos de interferencias con técnicas de aprendizaje automático para anticipar choques y sus costos asociados; y (iii) la evaluación conjunta de BIM con enfoques de Lean Construction, midiendo su impacto en la reducción de variabilidad y en la confiabilidad de los cronogramas. Además, se recomienda explorar el impacto en sostenibilidad, considerando los ahorros en materiales y la reducción de huella de carbono derivados de la eliminación de retrabajos.

Reflexiones críticas y conclusión — OE3: Diseñar un plan de implementación BIM con gestión del cambio Hallazgos principales

Conclusión

El diseño del plan de implementación permitió establecer una estrategia integral basada en fases (preparación, piloto y escalamiento), que incorpora análisis FODA, gestión de riesgos, indicadores de desempeño y criterios de avance (stage-gates). Los hallazgos confirmaron que el éxito de la adopción de BIM

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

depende menos de la adquisición tecnológica y más de la gestión del cambio organizacional. La falta de liderazgo visible, capacitación diferenciada por roles y cultura colaborativa son factores que pueden limitar los beneficios técnicos de reducción de interferencias y costos. Por tanto, BIM debe asumirse como un proceso de transformación organizacional y cultural, no únicamente tecnológica.

Recomendaciones

Se sugiere implementar el plan en tres fases:

1. Preparación: formalizar roles BIM (BIM Manager y coordinadores por disciplina), aprobar un BEP corporativo inicial y configurar un CDE mínimo viable.
2. Piloto: aplicar la metodología en un proyecto acotado (duración de 4–6 meses) con modelado LOD 300–350, rondas de coordinación interdisciplinaria, detección de interferencias y vinculación parcial 4D y 5D.
3. Escalamiento: ampliar la capacitación diferenciada por roles, institucionalizar librerías de objetos y detalles, e incorporar cláusulas BIM en los contratos. El escalamiento debe condicionarse al cumplimiento de los indicadores definidos en el piloto.

Proyección de investigaciones futuras sé recomienda profundizar en estudios que analicen el impacto de la gestión del cambio en la adopción de BIM, comparando modelos como ADKAR y Kotter en organizaciones del sector construcción. Asimismo, investigaciones longitudinales podrían evaluar el efecto de la capacitación por roles en la madurez BIM, así como la efectividad de los Sage-gates en la gestión de riesgos y toma de decisiones. Finalmente, se sugiere explorar la integración de BIM con Lean Construction como estrategia colaborativa para mejorar la confiabilidad de los cronogramas y la eficiencia organizacional.

Reflexiones críticas y conclusión — OE4: Evaluar la viabilidad técnica–económica de la implementación.

Conclusión

La viabilidad económica depende más de la capacidad organizacional para capturar beneficios que del monto de la inversión. Un modelo de inversión

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

mínima viable (MVP) (licencias esenciales + capacitación básica + soporte) presentó B/C > 1, ROI positivo y payback corto, mientras que una inversión integral resulta menos rentable en el corto plazo debido a la curva de aprendizaje.

Recomendación

1. Adoptar un modelo secuencial: iniciar con inversiones mínimas y escalables (licencias limitadas, capacitación focalizada, soporte técnico).
2. Implementar un cuadro de mando integral BIM (KPIs financieros, técnicos y organizacionales) con umbrales de decisión para el escalamiento.
3. Realizar auditorías periódicas de beneficios (verificación de ahorros por proyecto piloto) antes de aumentar el gasto en licencias/infraestructura.

Proyección para investigaciones futuras.

Aplicar simulaciones financieras (Monte Carlo) para intervalos de confianza en ROI y payback; investigar la relación entre curva de aprendizaje y retorno económico mediante estudios longitudinales; analizar el efecto de cláusulas BIM en la redistribución de riesgos contractuales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Referencias bibliográficas

Normativa y estándares

- International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001:2015: Quality management systems—Requirements. ISO.
- International Organization for Standardization. (2018a). ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)—Information management using BIM—Part 1: Concepts and principles. ISO.
- International Organization for Standardization. (2018b). ISO 19650-2: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)—Information management using BIM—Part 2: Delivery phase of the assets. ISO.
- Project Management Institute. (2023a). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.) and the standard for project management. PMI.
- Project Management Institute. (2023b). The standard for organizational change management. PMI.
- Association of Change Management Professionals. (2014). Standard for change management. ACMP.

Libros

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Sacks, R., Eastman, C. M., Lee, G., & Teicholz, P. (2020). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers (3rd ed.). Wiley.
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.
- Lewin, K. (1947). Frontiers in group dynamics: Concept, method, and reality in social science; social equilibria and social change. Human Relations, 1(1), 5–41. https://doi.org/10.1177/001872674700100103

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Artículos científicos

- Murguia, D., Vásquez, C., Demian, P., & Soetanto, R. (2023). BIM adoption among contractors: A longitudinal study in Peru. Journal of Construction Engineering and Management, 149(1), 04022140. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002424
- Pacheco, A., Pacheco-Pumaleque, L., Uribe-Hernández, Y., Mogrovejo, A., Pariona-Luque, R., & Añaños-Bedriñana, M. (2024). Transforming construction management in Peru: The role of BIM in innovation and efficiency. SAGE Open, 14(1). https://doi.org/10.1177/21582440241233401
- Succar, B., & Kassem, M. (2023). Macro-BIM adoption and its economic implications in developing countries. Automation in Construction, 148, 104773. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104773
- Olatunji, O. A., Sher, W., & Gu, N. (2023). Barriers to BIM adoption in developing economies: Financial and organizational perspectives. Engineering, Construction and Architectural Management, 30(5), 1761–1780. https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2021-0721
- Li, X., Wu, P., Shen, G. Q., & Wang, X. (2022). A critical review of BIM adoption barriers in emerging construction markets. Journal of Construction Engineering and Management, 148(3), 04022005. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002254
- Love, P. E. D., Matthews, J., Simpson, I., Hill, A., & Olatunji, O. (2021). Realizing the benefits of BIM in capital projects: Cost reduction and risk mitigation. Automation in Construction, 127, 103722. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103722
- Chong, H. Y., Lopez, R., Wang, J., Wang, X., & Zhao, Z. (2023). Sustainability through digital construction: A systematic review of BIM-based environmental benefits. Sustainable Cities and Society, 93, 104497. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104497
- Darko, A., Chan, A. P. C., Yang, Y., Shan, M., He, B. J., & Gou, Z. (2020). Influences of building information modeling on sustainable construction management: A systematic review. Journal of Cleaner Production, 256, 120143. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120143

Tesis

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Frontado Aldana, S. L. (2024). Madurez BIM organizacional en constructoras que operan en la Macro Región Norte del Perú [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP.
- Quispeluza Herrera, R. M. (2022). Aplicación de la metodología BIM + VR/AR para mejorar el diseño de proyectos de inversión pública en la UNJBG–Tacna [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio UNJBG.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Abreviaturas

BEP: *BIM Execution Plan* (Plan de Ejecución BIM).

BIM: *Building Information Modeling* (Modelado de Información de la Construcción).

CDE: *Common Data Environment* (Entorno Común de Datos).

EIR: *Employer's Information Requirements* (Requisitos de Información del Cliente).

ISO: *International Organization for Standardization*.

KPI: *Key Performance Indicator* (Indicador Clave de Desempeño).

LOD: *Level of Development* (Nivel de Desarrollo de un modelo BIM).

MEP: *Mechanical, Electrical and Plumbing* (Mecánicas, Eléctricas y Sanitarias).

OE: Objetivo Específico.

PMBOK: *Project Management Body of Knowledge*.

PMI: *Project Management Institute*.

QA/QC: *Quality Assurance / Quality Control* (Aseguramiento y Control de Calidad).

ROI: *Return on Investment* (Retorno de la Inversión).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Definiciones conceptuales

Building Information Modeling (BIM): Metodología de trabajo colaborativo que integra la información geométrica, técnica, temporal y económica de un proyecto en modelos digitales paramétricos, permitiendo mejorar la coordinación interdisciplinaria, la toma de decisiones y el control de costos y plazos (Eastman et al., 2011; Sacks et al., 2020).

Plan de Ejecución BIM (BEP): Documento que define los lineamientos, estándares, roles y flujos de información para la implementación de BIM en un proyecto. Actúa como guía operativa para asegurar la coherencia entre las partes involucradas (PMI, 2021).

Entorno Común de Datos (CDE): Plataforma digital que centraliza la gestión de documentos, modelos e información de un proyecto, asegurando trazabilidad, control de versiones y comunicación efectiva entre los equipos (ISO 19650, 2018).

Gestión del cambio: Proceso estructurado que busca facilitar la transición de una organización desde un estado actual hacia uno futuro deseado, minimizando la resistencia y maximizando la adopción de nuevas prácticas (Lewin, 1946; Stringer, 2007).

Viabilidad técnica–económica: Análisis integral que evalúa la factibilidad de implementar un proyecto o metodología considerando tanto aspectos técnicos (capacidad de ejecución, constructabilidad) como económicos (relación beneficio–costo, retorno de inversión y período de recuperación).

Glosario de términos

Action Research: Metodología de investigación aplicada orientada a la solución de problemas prácticos mediante ciclos de planificación, acción y reflexión, con participación activa de los actores involucrados (Lewin, 1946).

Clash Detection: Proceso de detección de interferencias entre elementos constructivos en modelos BIM tridimensionales, que permite anticipar conflictos de diseño y reducir reprocesos en obra.

Constructabilidad: Facilidad con la que un diseño puede ser construido en condiciones reales de obra, considerando factores técnicos, logísticos y económicos (Loyola & Goldsack, 2010).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Level of Development (LOD): Escala que describe el grado de precisión, detalle y confiabilidad de los modelos BIM, variando desde representaciones conceptuales hasta modelos detallados para construcción (LOD 100–500).

Organizational Change Management: Enfoque sistemático para gestionar los cambios en procesos, roles y cultura organizacional, asegurando la sostenibilidad de la implementación de metodologías innovadoras como BIM (PMI, 2023).

Return on Investment (ROI): Indicador financiero que mide la relación entre los beneficios generados y la inversión realizada, utilizado para evaluar la rentabilidad de un proyecto o metodología.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE FACULTAD N°097-2025-DAFCA-U. CIENTÍFICA

FACULTAD DE: CIENCIAS AMBIENTALES

Lima 19 de setiembre del 2025

VISTO:

El informe de resolución independiente académico y la eximición del comité de Ética del proyecto de tesis titulado: "TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL PARA LA ADOPCIÓN DEL BIM, IMPACTO EN LA REDUCCIÓN DE SOBRECOSTO POR INTERFERENCIAS EN LOS PROYECTOS INMOBILIARIOS, CHANCHAMAYO 2025", presentado por:

- Juan Carlos Mori Papuico
- Ruben Ely La Serna Contreras

CONSIDERADO:

Que, de acuerdo al reglamento general de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos para obtener el grado académico de Maestro en Gestión de la Construcción se debe desarrollar un trabajo de investigación

Que, de acuerdo normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al director académico de carrera

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: "TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL PARA LA ADOPCIÓN DEL BIM, IMPACTO EN LA REDUCCIÓN DE SOBRECOSTO POR INTERFERENCIAS EN LOS PROYECTOS INMOBILIARIOS, CHANCHAMAYO 2025", con Número de registro: POS-122-2025-00803, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto, con plazo de sustentación 21 DE SETIEMBRE DE 2026 y nombrar al docente JUAN MANUEL VELEZ PIEDRA como asesor para el desarrollo de tesis en cuestión.

Regístrese, Comuníquese y archívese

Arq. André Nery
Director Académico
Facultad de Ciencias Ambientales