TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL USO DE HERRAMIENTAS BIM EN METRADOS Y COSTOS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO DE PREINVERSIÓN DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA CHULUCANAS"

Tesis para optar el grado académico de:

MAESTRO EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentado por:

Miguel Angel Cruz Ruiz (0009-0004-3215-2401)

Jesus Anthony Orencio Santos (0009-0006-0735-7805)

Asesor:

Carlos Rolando Legua Perez (0009-0006-4688-9337)

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. Juan Manuel Vélez Piedra
Miembro: Mag. Ing. Richard Alex Farfán Bernales

Se reúnen para evaluar el trabajo de investigación titulado:

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL USO DE HERRAMIENTAS BIM EN METRADOS Y COSTOS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO DE PREINVERSIÓN DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA CHULUCANAS

Presentada por los estudiantes:

- **Miguel Angel Cruz Ruiz**
- **Jesus Anthony Orencio Santos**

Para optar el Título de Magíster en Gestión de la Construcción

Asesorados por: Mag. Ing. Carlos Rolando Legua Pérez

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: Miguel Ángel Cruz Ruiz			Nota (en letras): Trece
Aprobado (**X**)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Tesista: Jesús Anthony Orencio Santos			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. Carlos Rolando Legua Pérez** **Asesor(a)**
Mag. Ing. Juan Manuel Vélez Piedra **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, 25 de febrero del 2026

Señor,
Dr. Percy Mayta Tristan
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Miguel Angel Cruz Ruiz y Jesus Anthony Orencio Santos, egresado de la maestría en Gestión de la construcción de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor del trabajo de investigación Carlos Rolando Legua Perez, declaramos que este informe final del trabajo de investigación titulado: Análisis del impacto del uso de herramientas BIM en metrados y costos estructurales del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia Chulucanas, sustentado para obtener el grado de Maestro es original.

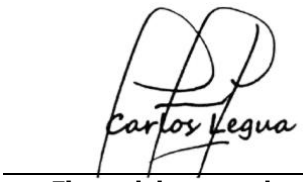
Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de 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.

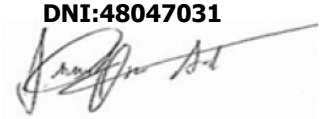
Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI:48047031



Firma del asesor de tesis
DNI: 21560693



Firma tesista
DNI:75000280

[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. Análisis del impacto del uso de herramientas BIM en metrados y costos estructurales del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia Chulucanas

Autores. Miguel Angel Cruz Ruiz; Jesus Anthony Orencio Santos

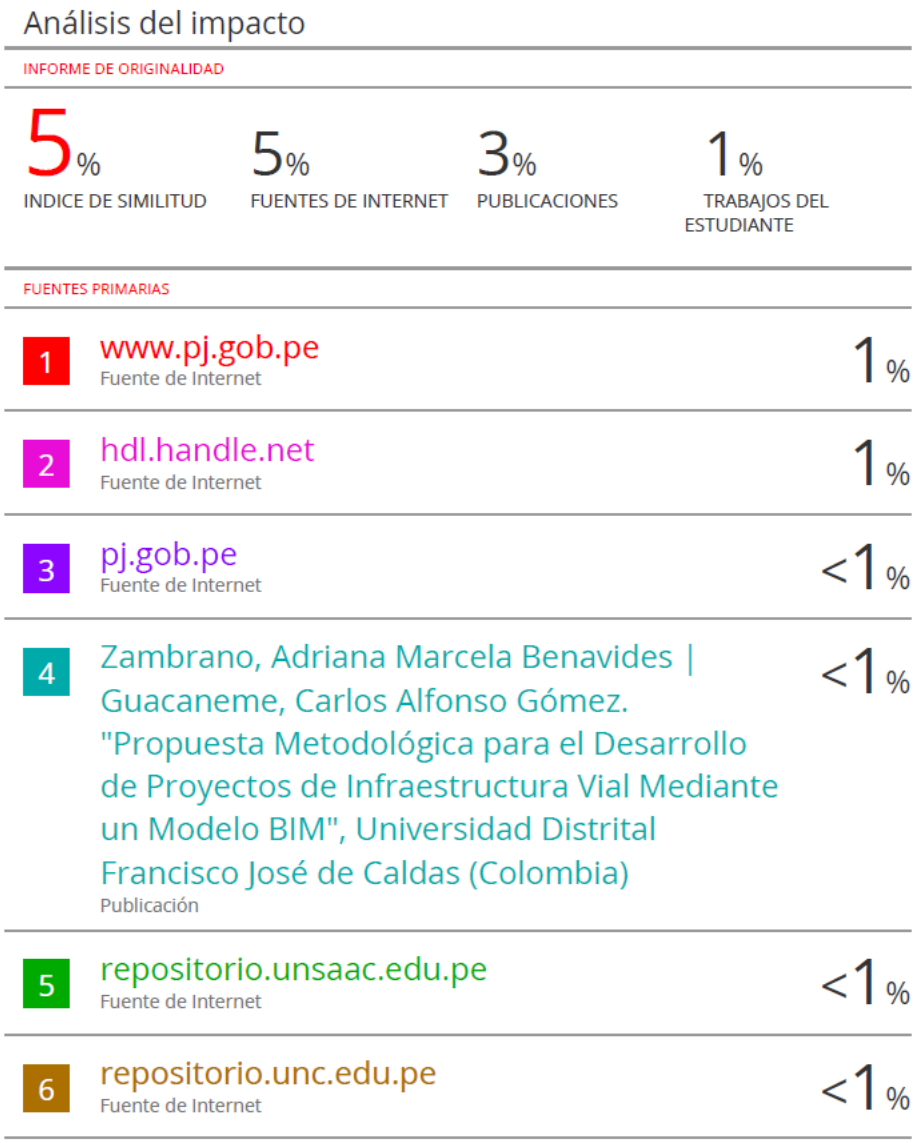
Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2895468025)

Código de registro. POS-122-2025-00934

Resultado de la evaluación. 5%

Revisado por. Herlyss Leonel Sovero Navarro.

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



Análisis del impacto

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	5%	3%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.pj.gob.pe Fuente de Internet	1%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	pj.gob.pe Fuente de Internet	<1%
4	Zambrano, Adriana Marcela Benavides | Guacaneme, Carlos Alfonso Gómez. "Propuesta Metodológica para el Desarrollo de Proyectos de Infraestructura Vial Mediante un Modelo BIM", Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia) Publicación	<1%
5	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL 2
ÍNDICE DE TABLAS 4
RESUMEN 6
ABSTRACT 7
INTRODUCCIÓN 8
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 10
Contexto de la organización (proyecto u obra) 10
Necesidades y restricciones que afectan la organización 12
Definición del problema y/o oportunidades de mejora 13
Identificación de actores clave y sus expectativas 16
Mapa de procesos 17
Justificación 19
Objetivo general 20
Objetivos específicos 20
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL 21
Análisis del Entorno 21
Descripción del sector y de la organización 28
Alineamiento del proyecto de construcción 29
Bases teóricas de la industria o sector 30
Definiciones y criterios de análisis 31
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN 34
Enfoque 34
Alcance 35
Herramientas y técnicas aplicadas 35
Supuestos 38
Entregables 39
Riesgos 40
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 41
Objetivo específico 1: Identificar las diferencias en los metrados estructurales obtenidos mediante herramientas BIM y las herramientas tradicionales. 41
Objetivo específico 2: Comparar los costos estructurales estimados utilizando herramientas BIM con los generados por el enfoque tradicional 57

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Objetivo especifico 3: Determinar la eficiencia técnica del uso de herramientas BIM en la formulación del proyecto de preinversión..... 64
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....83
Conclusiones..... 83
Recomendaciones..... 84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 85

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Necesidades y restricciones 12
Tabla 2 Análisis Causa - Efecto 14
Tabla 3 Identificación de actores claves 16
Tabla 4 Mapa de procesos 17
Tabla 5 Herramientas BIM 36
Tabla 6 Supuestos 38
Tabla 7 Entregables 39
Tabla 8 Diferencias de metrados con herramientas tradicionales vs herramientas 55
Tabla 9 Diferencias de costos con herramientas tradicionales vs herramientas BIM 62
Tabla 10 Determinar la eficiencia 65
Tabla 11 Implementación de herramientas BIM 77
Tabla 12 Metodología con herramientas Tradicionales 78
Tabla 13 Costos de reformulación de proyectos de preinversión 78

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa 15
Figura 2 Matriz Interés - Poder 17
Figura 3 Mapa de procesos 18
Figura 4 Metrados convencionales de la especialidad estructuras 43
Figura 5 Planos 2d bloque 01 del proyecto planta de cimentación y techo 44
Figura 6 Planos 2d bloque 02 del proyecto planta de cimentación y techo 44
Figura 7 Planos 2d bloque 03 del proyecto planta de cimentación y techo 45
Figura 8 Resumen de Metrados automatizados en Revit 47
Figura 9 Modela 3D estructura de concreto armado del proyecto de la corte superior de justicia sede Chulucanas 47
Figura 10 Modelado en 3D del solado 47
Figura 11 Modelado en 3D de la platea de cimentación 47
Figura 12 Modelado en 3D de los sobreciminetos 47
Figura 13 Modelado en 3D muros reforzados de las escaleras de emergencia 50
Figura 14 Modelado en 3D de las columnas 51
Figura 15 Modelado en 3D de las vigas 51
Figura 16 Modelado en 3D de las losas macizas 47
Figura 17 Modelado en 3D de las losas aligeradas 47
Figura 18 Modelado en 3D de las losas aligeradas ladrillos 47
Figura 19 Modelado en 3D de las escaleras de emergencias 53
Figura 20 Modelado en 3D de las vigas de cimentación escaleras emergencias 53
Figura 21 Costos estructuras en el software s10 costos y presupuesto 58
Figura 22 Costos estructuras en el software Presto 60
Figura 23 Gráficas de comparativa de tiempos 70

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

La presente investigación analiza el impacto de la metodología Building Information Modeling (BIM) en los metrados y costos del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas. El estudio se orientó a tres objetivos específicos: (1) identificar las diferencias en metrados estructurales entre BIM y métodos tradicionales, (2) comparar los costos resultantes de ambos enfoques, y (3) determinar la eficiencia técnica y la productividad derivada de la aplicación de herramientas digitales. Se utilizó Autodesk Revit, complementado con Presto y Cost-It y Excel, siguiendo lineamientos de la norma ISO 19650, la Guía Nacional BIM (PCM, 2021) y estándares técnicos nacionales.

Los resultados evidencian diferencias significativas en los metrados, con una variación en concreto y acero, y costos mayores en BIM respecto al método convencional. Asimismo, se logró una reducción de tiempo de metrado y de errores de revisión. Se concluye que la implementación de BIM en proyectos de preinversión no solo mejora la precisión y consistencia técnica, sino que también aporta un enfoque por evaluación costo beneficio frente a los métodos tradicionales.

Palabras clave: BIM, metrados, costos, preinversión, eficiencia técnica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

This research analyzes the impact of Building Information Modeling (BIM) methodology on the quantity take-offs and costs of the pre-investment project for the Superior Court of Justice of Chulucanas. The study focused on three specific objectives: (1) identifying the differences in structural quantity take-offs between BIM and traditional methods, (2) comparing the resulting costs of both approaches, and (3) determining the technical efficiency and productivity derived from the application of digital tools. Autodesk Revit was used, supplemented by Presto, Cost-It, and Excel, following the guidelines of ISO 19650, the National BIM Guide (PCM, 2021), and national technical standards.

The results show significant differences in quantity take-offs, with variations in concrete and steel, and higher costs using BIM compared to the conventional method. Furthermore, a reduction in quantity take-off time and review errors was achieved. It is concluded that the implementation of BIM in pre-investment projects not only improves accuracy and technical consistency, but also provides a cost-benefit approach compared to traditional methods.

Keywords: BIM, quantity surveying, costs, pre-investment, technical efficiency.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de proyectos de infraestructura pública requiere de metodologías que garanticen precisión en los metrados, confiabilidad en los costos y mejora de recursos durante la fase de preinversión. Tradicionalmente, los cálculos se han realizado de forma manual, lo que genera discrepancias, errores acumulativos y limitaciones en la validación de resultados. En este contexto, la metodología Building Information Modeling (BIM) se presenta como una alternativa innovadora que integra diseño, análisis y cuantificación en entornos digitales colaborativos, reduciendo las brechas de control detectadas en los procesos convencionales.

En el proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas, se plantea como propósito general evaluar el impacto del uso de BIM en los metrados y costos estructurales, así como en la eficiencia técnica del proceso de formulación. Para alcanzar este objetivo, se establecieron tres metas específicas: identificar las diferencias en metrados estructurales entre BIM y métodos tradicionales, comparar los costos generados por ambos enfoques y determinar la eficiencia técnica y la productividad derivadas del uso de herramientas digitales.

El estudio utiliza Autodesk Revit como herramienta principal, complementada con Presto, Cost-It y hojas de cálculo, en concordancia con la norma ISO 19650, la Guía Nacional BIM (PCM, 2021) y la normativa peruana vigente. Los resultados obtenidos no solo buscan aportar evidencia empírica sobre las ventajas técnicas y económicas de BIM en proyectos de preinversión, sino también ofrecer un sustento metodológico para su adopción en el marco del sistema Invierte.pe y otras políticas públicas de infraestructura.

A nivel del sector público, organismos como el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú destacan que la implementación progresiva de BIM en la fase de preinversión, contribuye a optimizar la formulación técnica de los proyectos, mejorar la eficiencia del gasto público y fortalecer la transparencia en la gestión de inversiones (Finanzas M. d., 2024). Asimismo,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(Sacks, 2020) destacan que el uso de modelos BIM bien estructurados facilita la automatización de la cuantificación, incrementa la trazabilidad de la información y contribuye a una toma de decisiones más precisa en la fase de preinversión, especialmente en proyectos financiados con recursos públicos.

El presente trabajo de investigación se estructura en cinco capítulos. En el Capítulo 1 se desarrolla el planteamiento del problema, abordando el contexto de la organización, las necesidades y restricciones, la definición del problema, la identificación de actores clave, la justificación y los objetivos de la investigación. El Capítulo 2 presenta el marco teórico y referencial, donde se analiza el entorno, el sector y la organización, así como las bases teóricas, definiciones y criterios de análisis relacionados con la metodología BIM y los proyectos de preinversión. En el Capítulo 3 se expone la metodología de solución, detallando el enfoque, alcance, herramientas, técnicas, supuestos, entregables y riesgos asociados al estudio. El Capítulo 4 contiene el análisis de resultados, en el cual se comparan los metrados, costos estructurales y la eficiencia técnica obtenida mediante herramientas BIM y métodos tradicionales. Finalmente, el Capítulo 5 presenta las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto de la organización (proyecto u obra)

El proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas con CUI 2661172 forma parte del plan de mejora de la infraestructura judicial en el Perú, impulsado por el Poder Judicial y financiado a través de recursos públicos. Esta iniciativa responde a la necesidad de modernizar y optimizar los servicios judiciales en la región de Piura, donde la infraestructura actual presenta deficiencias en capacidad, funcionalidad y condiciones técnicas, lo que limita el acceso oportuno y eficiente a la justicia (Gobierno Regional de Piura, 2024)

El proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los servicios de administración de Justicia en la Sede Judicial de Chulucanas de la Corte Superior de Justicia de Piura, Distrito de Chulucanas, de la Provincia de Morropón del departamento de Piura” compuesto en dos fases, como es la demolición de la construcción existente y construcción de una nueva edificación que consta de 3 bloques de 2 y 3 niveles. De este último, se detalla a continuación:

Bloque 1: Primer Nivel: Consta de dos salas de audiencias, sala de testigos y peritos, salón de usos múltiples, dos despachos de jueces, pool de especialistas, servicios higiénicos para el público y personal, sala de espera y mesa de partes, circulaciones verticales (escalera, escalera de emergencia, ascensor).

Segundo Nivel: Consta de dos salas de audiencias, sala de testigos y peritos, salón de usos múltiples, dos despachos de jueces, pool de especialistas, archivo modular, servicios higiénicos, sala de espera y mesa de partes, circulaciones verticales (escalera, escalera de emergencia, ascensor).

Bloque 2: Primer nivel: Consta de cinco salas de audiencia (03 salas para ser usadas con público y 02 salas para audiencias virtuales), sala de usos múltiples, zona administrativa (oficina de administración con SS. HH, sala de reuniones, asistente), servicios higiénicos para el público y para el personal, circulación vertical (escaleras, ascensor) y áreas verdes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Segundo nivel: Cinco despachos de jueces, pool de especialistas, archivos modulares, oficina de informática y data center, ambiente de vigilancia, servicios higiénicos para el personal, circulación vertical (escaleras, ascensor).

Tercer nivel: Consta de 02 despachos de jueces, pool de especialistas con archivos modulares, sala de audiencia, oficinas para equipo multidisciplinario (01 medico, 02 psicólogos, 02 asistente social, sala de entrevista), sala de usos múltiples y kitchenette, servicios higiénicos para personal, oficina de policía judicial y sala de reflexión, circulación vertical (escaleras, ascensor).

Bloque 03: Primer nivel: Zona pública e ingreso al público, servicios higiénicos al público, módulo de atención al usuario, sala de testigos y peritos, zona de policía judicial (oficina, dormitorio, SS. HH, locutorio, carceleta para mujeres y varones), circulación vertical (escalera, ascensor, escalera de emergencia).

Segundo nivel: Consta de Tópico, lactario, central de notificaciones, servicios higiénicos para el público y cuarto de limpieza, circulación vertical (escalera, ascensor, escalera de emergencia).

Tercer nivel: mesa de partes, sala lúdica, cámara Gesell y sala de observación, sala de encuentro familiar, servicios higiénicos para el público, circulación vertical (escalera, ascensor, escalera de emergencia).

De acuerdo con la norma ISO 19650, BIM se define como el “uso de representaciones digitales compartidas de un activo creado para simplificar los procesos de diseño, construcción y operación” (ISO 19650-1, 2019). Esta metodología permite integrar en un entorno digital común toda la información geométrica, técnica, cuantitativa y económica del proyecto, lo que contribuye a una mayor precisión en los metrados y mejora la confiabilidad de las estimaciones de costos, superando las limitaciones propias de los enfoques tradicionales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Necesidades y restricciones que afectan la organización

Tabla 1

Necesidades y restricciones

Categoría	Descripción
Necesidades	
Mejora de infraestructura física.	Las instalaciones actuales son inadecuadas, con espacios insuficientes para audiencias, atención al público y archivo.
Ampliación de capacidad operativa.	Se requiere mayor cantidad de ambientes para nuevos juzgados, oficinas administrativas y áreas de apoyo.
Modernización tecnológica.	Es necesario integrar tecnologías como justicia digital, expediente electrónico y conectividad adecuada.
Accesibilidad y funcionalidad.	Se necesita una infraestructura que cumpla con normas de accesibilidad universal y una distribución eficiente de los espacios.
Restricciones	
Presupuesto limitado.	El financiamiento está sujeto a lo dispuesto por Invierte.pe, lo que exige eficiencia y sustento técnico en los costos.
Limitaciones técnicas tradicionales.	El uso de herramientas convencionales como planos 2D puede generar errores en metrados y estimaciones de costos.
Tiempo restringido para formulación.	Los plazos oficiales reducen el tiempo para revisiones y optimización del diseño.
Falta de capacidades internas en BIM.	La institución aún se encuentra en proceso de adaptación al uso de la metodología BIM.

Nota: Elaboración propia basado en el MEF.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Definición del problema y/o oportunidades de mejora

El proyecto de preinversión para la Corte Superior de Justicia de Chulucanas presenta limitaciones significativas en la estimación de metrados y costos en la especialidad de estructuras, debido a la persistencia del uso de métodos tradicionales basados en planos 2D y cuantificación manual. Este enfoque ha mostrado un alto margen de error en proyectos similares, con desviaciones en metrados de hasta el 25% y variaciones en costos estimados que pueden superar el 18% respecto a los valores reales de ejecución (García, M, Fernández, P, & Torres, L, 2022)

La variable dependiente de esta problemática es la precisión en metrados y costos, mientras que la variable independiente es el método de estimación de metrados con herramientas tradicionales vs. herramientas BIM. La falta de integración digital, la baja interoperabilidad entre disciplinas y la escasa capacitación técnica del personal, son factores que amplifican la incertidumbre durante la etapa de ejecución, donde se desarrolla el proyecto de preinversión.

Con el fin de obtener resultados específicos y medibles, el presente estudio se delimita a la especialidad de estructuras en tres bloques de la infraestructura judicial. Se compararán los metrados y costos generados mediante metodología tradicional con aquellos obtenidos de las herramientas BIM, determinar las diferencias en precisión, trazabilidad y eficiencia técnica. Esta comparación permitirá validar la hipótesis de que el uso de BIM reduce significativamente el margen de error y mejora técnica en la formulación del proyecto en la fase de preinversión.

En este sentido, surge la siguiente interrogante:

¿Cuál es el impacto del uso de herramientas BIM en los metrados y costos estructurales, en comparación con las herramientas tradicionales, durante la etapa de preinversión del proyecto de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas?

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

A continuación, se identifican las siguientes oportunidades de mejora:

- Incrementar la transparencia y trazabilidad de los datos para facilitar la revisión, auditoría y toma de decisiones fundamentadas.
- Optimizar el proceso de formulación mediante la digitalización y coordinación interdisciplinaria, que permita detectar y resolver conflictos en fases tempranas.
- Implementar herramientas BIM para integrar y automatizar la generación de metrados y estimaciones de costos, mejorando la precisión y reduciendo errores.
- Capacitar al personal técnico en el uso de BIM y herramientas digitales para asegurar una adecuada aplicación y sostenibilidad del sistema.

Análisis de causa-efecto (Diagrama de Ishikawa)

Para comprender mejor las causas que originan las deficiencias en la formulación del proyecto, se realiza un análisis de causa-efecto basado en el Diagrama de Ishikawa, considerando las principales áreas involucradas:

Tabla 2

Análisis Causa - Efecto

Categoría	Causas identificadas
Métodos	- Dependencia de planos 2D. - Estimaciones manuales sin validación cruzada. - Falta de control de versiones. - Ausencia de modelado paramétrico.
Personal	- Escasa capacitación técnica en metodologías BIM. - Resistencia al cambio tecnológico. - Desconocimiento de flujos de trabajo digitales. - Subestimación del impacto de los errores.
Equipos	- Computadoras sin capacidad para modelado 3D. - Software BIM no disponible o sin licencias activas. - Uso de herramientas no colaborativas.

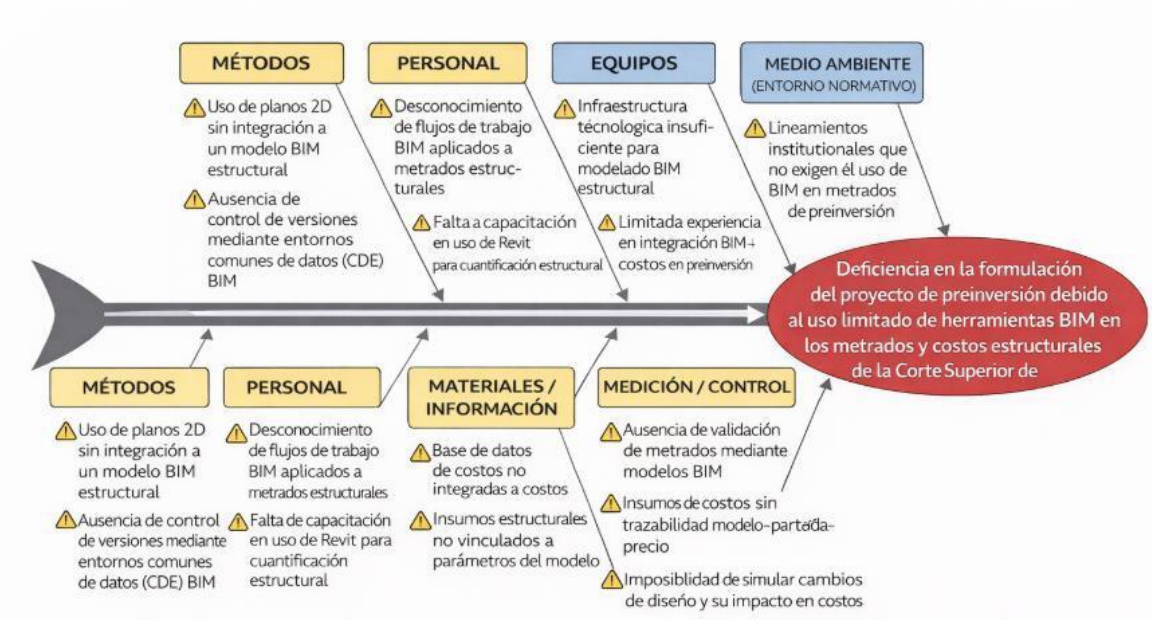
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Materiales	- Bases de datos de costos desactualizadas. - Listados de insumos incompletos. - Fichas técnicas no normalizadas o inexistentes.
Medio ambiente	- Normativa técnica desfasada que prioriza planos 2D. - Presupuestos limitados para implementación de tecnología. - Requisitos de los proyectos poco flexibles.
Medición	- Ausencia de procedimientos estandarizados para cuantificación. - Falta de control de calidad en los cálculos. - No se aplica revisión cruzada entre especialidades.

Nota: Elaboración propia basado en (Finanzas D. M., 2022).

Figura 1

Diagrama de Ishikawa



Nota: Elaboración propia basado en Inverte.pe, la guía BIM para proyectos públicos y la norma ISO 19650.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Identificación de actores clave y sus expectativas

Tabla 3

Identificación de actores claves

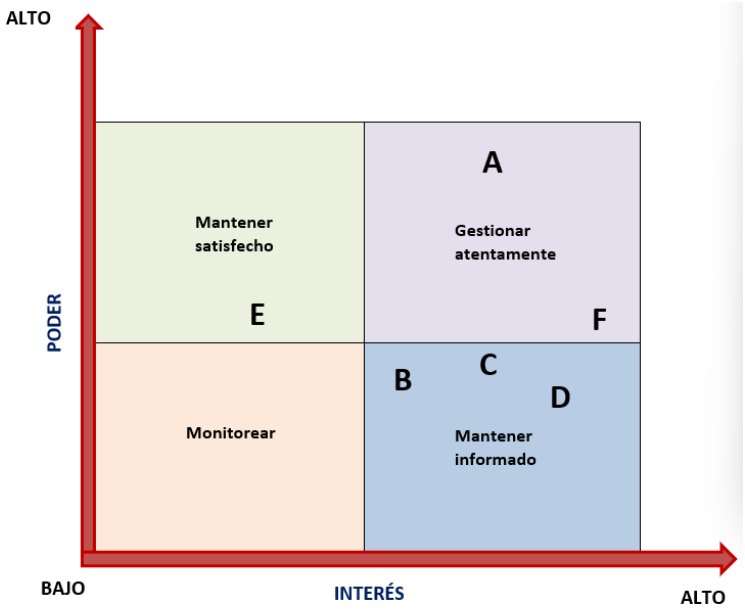
Actor clave	Rol / Interés	Expectativas principales	Poder	Interés	Estrategia de gestión	Código
Poder Judicial – Corte Superior de Justicia	Beneficiario final, define requisitos y supervisa	Infraestructura moderna, funcional, que optimice la justicia	Alto	Alto	Involucrar activamente	A
Equipo de formulación del proyecto	Encargado del estudio de preinversión	Herramientas precisas y eficientes como BIM	Medio	Alto	Mantener comprometido	B
Entidad financiadora/ Gobierno	Financia la ejecución del proyecto	Uso transparente del presupuesto, reducción de riesgos	Alto	Medio	Mantener informado	C
Usuarios y ciudadanía	Receptores del servicio judicial	Acceso eficiente, instalaciones cómodas y seguras	Bajo	Alto	Informar regularmente	D
Consultores y especialistas BIM	Apoyo técnico a la implementación BIM	Capacitación, herramientas actualizadas, mejora continua	Medio	Alto	Consultar e involucrar	E
Contratistas y proveedores	Ejecución y suministros en etapas posteriores	Información clara sobre metrados y costos	Medio	Medio	Informar e integrar gradualmente	F

Nota: Elaboración propia basado en Inverte.pe y la guía BIM para proyectos públicos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 2

Matriz Interés - Poder



Nota: Elaboración propia basado en Inverte.pe y la guía BIM para proyectos públicos.

Mapa de procesos

Tabla 4

Mapa de procesos

Nivel	Procesos	Procesos involucrados en la problemática
Estratégicos	- Planificación de la inversión pública (DGPMI / Invierte.pe) - Definición de lineamientos BIM (Guía Nacional BIM, BEP)	- Falta de alineación temprana entre lineamientos BIM y ciclo de preinversión - Escasa integración de objetivos de costo y metrados en la planificación estratégica
Clave / Misionales	- Formulación del proyecto (perfil, preinversión) - Elaboración del	- Deficiencia en la calidad de la información de metrados en la etapa de

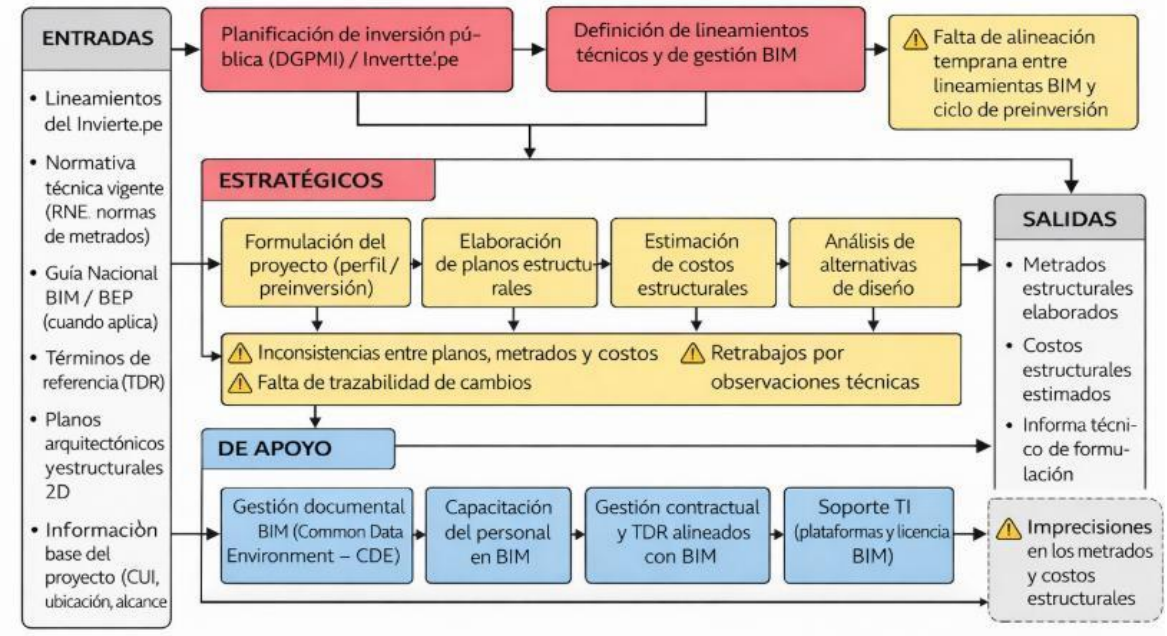
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

	expediente técnico (incluye modelado BIM) - Gestión y validación de metrados y costos - Análisis de alternativas de diseño con BIM	perfil - Reproceso por falta de coordinación entre disciplinas - Ausencia de validación de costos con modelos BIM en fases tempranas
De Apoyo	- Gestión documental BIM (Common Data Environment - CDE) - Capacitación del personal en BIM - Gestión contractual y términos de referencia alineados con BIM - Soporte TI (plataformas BIM)	- Uso limitado de CDE, afectando la trazabilidad de los metrados - TDR mal estructurados que no exigen claramente entregables BIM - Falta de competencias BIM en los equipos técnicos - Deficiencia en infraestructura digital adecuada

Nota: Elaboración propia basado en Inverte.pe y la guía BIM para proyectos públicos.

Figura 3

Mapa de procesos



Nota: Elaboración propia basado en la guía BIM para proyectos públicos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El presente mapa de procesos representa la situación actual (AS-IS) de la formulación del proyecto de preinversión. En él se diferencian las entradas, el flujo de procesos estratégicos, misionales y de apoyo, así como las salidas obtenidas. Los riesgos y resultados negativos se muestran como efectos del proceso actual, con el fin de evidenciar las deficiencias que justifican la mejora mediante el uso de herramientas BIM.

Justificación

El proyecto de preinversión constituye la etapa inicial del ciclo de vida de una inversión pública, orientado a analizar la viabilidad técnica, económica, social y ambiental de una iniciativa antes de su ejecución (Finanzas M. d., 2024). En esta etapa se identifican las brechas existentes en la provisión de servicios públicos, se dimensionan los recursos necesarios, y se estiman los costos de inversión, operación y mantenimiento, así como los beneficios sociales, con el fin de evaluar la rentabilidad social del proyecto.

De acuerdo con los lineamientos de Invierte.pe, la identificación de la brecha de servicio es un insumo fundamental en la formulación del proyecto. En este caso, la Corte Superior de Justicia de Chulucanas, la sede actual funciona en condiciones inadecuadas dentro de un local alquilado, sin la infraestructura mínima requerida para una atención judicial oportuna y eficiente (Finanzas D. M., 2022). A nivel local, se estima que la sede dispone de apenas 620 m² de área útil, cuando lo recomendado por la Guía de Infraestructura del Poder Judicial para este tipo de sedes supera los 1,600 m², evidenciando un déficit de más del 60 % en términos espaciales y funcionales.

Frente a esta problemática, la implementación de herramientas Building Information Modeling, bajo el uso de sus herramientas, según lo establecido por las normas Guía Nacional BIM, Guía Técnica BIM para edificaciones e infraestructura, ISO 19650-1:2018, ofrece una solución innovadora para gestionar información técnica y cuantitativa mediante modelos digitales colaborativos. BIM permite automatizar los metrados, mejorar la precisión de los costos referenciales y detectar interferencias de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

diseño desde etapas tempranas. Además, facilita la coordinación interdisciplinaria y aporta mayor trazabilidad documental durante la formulación del proyecto.

Estudios recientes (Lee, 2023) señalan que el uso de BIM en etapas de inversión puede reducir en hasta 25 % los errores en la cuantificación de metrados y generar ahorros indirectos asociados a reprocesos y sobrecostos. Por tanto, este estudio no solo busca evidenciar los beneficios técnicos y económicos del uso de BIM en el caso específico de Chulucanas, sino también proporcionar un marco replicable para mejorar la gestión pública en proyectos de infraestructura judicial.

En resumen, la justificación del estudio radica en que el uso de herramientas BIM, que optimiza la formulación técnica del proyecto, reduce el desconocimiento e incrementa la calidad de las decisiones en la inversión pública, contribuyendo al cierre efectivo de brechas y fortalecimiento institucional del sistema judicial.

Objetivo general

- Analizar el impacto del uso de herramientas BIM en los metrados y costos estructurales durante la etapa de preinversión del proyecto de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas, en comparación con las herramientas tradicionales.

Objetivos específicos

- Identificar las diferencias en los metrados estructurales obtenidos mediante herramientas BIM y las herramientas tradicionales.
- Comparar los costos estructurales estimados utilizando herramientas BIM con los generados por el enfoque tradicional.
- Determinar la eficiencia técnica del uso de herramientas BIM en la formulación del proyecto de preinversión.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL

El presente capítulo desarrolla el marco teórico y referencial que sustenta la investigación, en coherencia con el planteamiento del problema expuesto en el Capítulo 1. A partir de la identificación de las deficiencias en la formulación del proyecto de preinversión, asociadas al uso limitado de herramientas BIM en los metrados y costos estructurales, se analizan los principales enfoques teóricos, normativos y conceptuales relacionados con la metodología Building Information Modeling (BIM), la gestión de proyectos en la etapa de preinversión. Asimismo, se examina el entorno y el contexto sectorial con el fin de establecer las bases conceptuales que permiten comprender y sustentar el análisis comparativo desarrollado en los capítulos posteriores.

Análisis del Entorno

El análisis del entorno se enfoca en la estrategia de mejora basada en la implementación de herramientas BIM, con la finalidad de determinar los elementos externos que generen una influencia positiva o negativa en su aplicación dentro del proceso de formulación del proyecto de preinversión. En ese sentido, se consideran aspectos normativos, tecnológicos, institucionales y de mercado que constituyen oportunidades y amenazas externas para la adopción de BIM, delimitando el análisis exclusivamente a su impacto sobre la propuesta y no sobre el proyecto de inversión, ni sobre la organización en su conjunto.

Fuerzas políticas y gubernamentales

El entorno político en el Perú influye directamente en la ejecución de proyectos públicos, especialmente en infraestructura judicial. La estabilidad política, los cambios de gobierno y las políticas sectoriales determinan los niveles de inversión y la continuidad de los proyectos. Aunque actualmente no hay norma específica para el Poder Judicial para el uso de BIM, el marco gubernamental actual promueve su adopción en todos los sectores del Estado, y el Plan BIM Perú es una fuerza política e institucional, que impulsa su implementación en proyectos como el de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas. En ese contexto, el Gobierno ha promovido iniciativas como la implementación de la Guía Nacional

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

BIM, Guia Técnica BIM para edificaciones e infraestructura, para Proyectos Públicos con el fin de modernizar la gestión de infraestructura (MEF, 2023).

Fuerzas económicas y financieras

En el contexto económico actual, el Estado peruano ha intensificado sus esfuerzos por mejorar la eficiencia del gasto público, promoviendo el uso de tecnologías que permitan optimizar costos, reducir desperdicios y elevar el nivel de calidad de los proyectos de inversión. Una de estas herramientas es la metodología Building Information Modeling (BIM), esta ha sido convertida en medio estratégico para la mejora de la gestión de la inversión pública.

Las herramientas BIM en proyectos de edificación del ámbito privado para Lima y Callao, la trayectoria de su uso nos indica que van desde el 24–25 % en 2017, hasta el 39 % en el 2020, para luego finalizar en un 36 % en el 2023 (CAPECO, 2020; CAPECO, 2023). De esta manera, se explica cómo está evolucionando y nos demuestra también cómo se va cambiando paulatinamente la manera de diseñar y llevar a cabo las obras, ya sea la forma en la que se desarrolla el diseño, o la manera en la que se gestiona la estimación de los costos.

Desde el sector público, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) está impulsando el Plan BIM Perú, una estrategia nacional de la que se intenta promover y favorecer la correcta aplicación del BIM en los proyectos públicos. Hasta el mes de septiembre del 2023, se han detectado 24 entidades reconocidas en adopción formal del BIM, entre estas se encuentran Provías Nacional, Electroperú, Electro Norte y Activos Mineros, entre otras (MEF, 2023; Gestión, 2023). Además, se han puesto en marcha 9 proyectos piloto en 8 regiones, lo que demuestra el interés del gobierno por generar evidencia relacionada con la efectividad técnica y económica de esta metodología. (Andina, 2022).

La propuesta también ha llegado al sector educativo, ya que se han construido 100 nuevas escuelas públicas a partir de metodología BIM, lo que ha permitido acortar tiempos y asegurar la buena disponibilidad de los recursos para comenzar el ciclo lectivo de clases

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(PEIP Escuelas Bicentenario, 2023). Estos resultados demuestran que BIM puede generar impactos positivos concretos en la planificación presupuestal y en la ejecución eficiente del gasto público.

Por otro lado, un estudio regional en Cajamarca reveló que el 26.7 % de las empresas constructoras y el 25 % de los profesionales utilizan BIM, lo que indica que, si bien el uso aún es limitado en regiones, la tendencia es creciente (Tapia Bazán, 2022).

Fuerzas sociales, culturales y demográficas

Las fuerzas sociales, culturales y demográficas juegan un papel clave en el desarrollo de la industria de la construcción en el Perú, especialmente en la implementación de tecnologías como Building Information Modeling (BIM). En primer lugar, la creciente demanda de infraestructura pública de calidad, tiene una conexión directa con el crecimiento poblacional urbano. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), más del 79 % de la población peruana vive en zonas urbanas, lo que genera presiones sobre los servicios públicos e impulsa la necesidad de proyectos más eficientes y sostenibles (INEI, 2023).

Desde un nivel social, la ciudadanía exige cada vez mayor transparencia en la forma de uso de los recursos públicos y por ser un tema candente, en especial en los sectores de la justicia, la salud y la educación. BIM al suponer una mejor planificación y control de los costos, hace posible dar respuesta a las expectativas sociales, disminuyendo los riesgos de sobrecostos, plazos de ejecución amplios y mala calidad de ejecución (MEF, 2023).

Desde la perspectiva cultural, se percibe una resistencia hacia el cambio tecnológico en algunas entidades, administraciones y empresas tanto públicas como privadas, también es una cultura digital restringida en algunos de los profesionales de la construcción ; no obstante, esta resistencia está siendo contrarrestada con los programas de formación y sensibilización que se están llevando a cabo por parte del Estado y por parte de asociaciones profesionales, como son la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y el Colegio de Ingenieros del

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Perú (CIP), que están promoviendo la formación profesional en BIM como una competencia que debe formar parte del ejercicio actual (CAPECO, 2023; CIP, 2022).

Adicionalmente, el perfil demográfico de los nuevos profesionales de la construcción, especialmente los egresados de universidades y centros técnicos, evidencia una mayor apertura hacia el uso de tecnologías digitales. Esta nueva generación, familiarizada con herramientas digitales desde etapas tempranas de formación, representa una fuerza impulsora para el cambio cultural dentro del sector.

En conjunto, estos factores sociales, culturales y demográficos configuran un entorno que, aunque enfrenta desafíos, resulta favorable para la implementación progresiva de BIM en el desarrollo de infraestructura pública en el Perú, incluida la relacionada con el Poder Judicial.

Fuerzas tecnológicas y científicas

El avance tecnológico y científico constituye una de las principales fuerzas que impulsa el cambio en el sector construcción en el Perú, especialmente a través de la incorporación de metodologías digitales como el Building Information Modeling (BIM). Dicha herramienta que combina, el diseño, la construcción y la gestión de la infraestructura mediante modelos tridimensionales integrados, ha comenzado a convertirse en el elemento innovador que ayudará a afrontar la problemática: mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y el control de la calidad en los proyectos públicos.

En Perú, el Estado ha comenzado a manifestar su deseo de enfrentarse a la digitalidad, para lo cual ha impulsado políticas públicas como El Plan BIM Perú, por el Ministerio de Economía y Finanzas, cuyo objetivo es estandarizar y promover el uso del BIM en las distintas etapas del ciclo de la inversión pública , ya que parte de la creencia de que la tecnología tiene el potencial de optimizar la toma de decisiones; reducir los errores ; garantizar la trazabilidad y la transparencia en la ejecución de las obras públicas. (MEF, 2021).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La creciente cantidad de dispositivos informáticos en el país como softwares de modelación, plataformas de colaboración en la nube y escáneres láser para realizar levantamientos topográficos, han favorecido la utilización de BIM en proyectos complejos. A su vez, universidades e institutos tecnológicos incorporan progresivamente la enseñanza de estas herramientas dentro de los contenidos que se ofrecen en la formación, lo que a su vez tiene el efecto de favorecer la formación científico - tecnológico de los próximos profesionales del sector construcción (MEF, 2025).

En términos de ciencia no solamente se da un incremento en investigaciones académicas sobre la eficiencia de BIM en costos, plazos y sostenibilidad, sino que también se ha evidenciado la validez empírica de BIM en el país, ya que, a partir de estudios técnicos de proyectos piloto y tesis universitarias, ha podido comprobarse que BIM puede influir para reducir las discrepancias en metrados, así como evitar sobrecostos generados en proyectos de edificación (Tapia Bazán, 2022).

Al respecto, las fuerzas tecnológicas y científicas no solo favorecen el progreso en la transformación digital de la construcción, sino que permite la evidencia técnica que favorece los intereses de su implementación a nivel de políticas públicas, favoreciendo directamente la optimización de la gestión de la inversión en el país.

Fuerzas ecológicas y ambientales

Las inquietudes ambientales han cobrado un sentido de gran trascendencia en la fase de concepción, formulación y ejecución de proyectos de infraestructura en el Perú, propiciando la introducción de retos a la manera de que las entidades públicas y privadas conciben el desarrollo urbano y la forma de edificar. En este contexto, la utilización de las herramientas tecnológicas como Building Information Modeling (BIM) contribuye a hacer frente a los retos ecológicos, ya que a través de la optimización que plantea en los recursos, la disminución del desperdicio y, sobre todo, a través de la minimización del impacto negativo que las actividades humanas tienen sobre el ambiente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El país constituye una serie de normas ambientales, entre ellas la Ley N.º 28611 – Ley General del Ambiente, la cual plantea principios de sostenibilidad, prevención y ecoeficiencia, lo que obliga a los formuladores de proyectos a tomar en cuenta los criterios ambientales desde la fase de preinversión. BIM responde a estos retos, debido a que permite realizar análisis energéticos, posteriormente simular el comportamiento ambiental de las edificaciones y, además calcular los materiales, lo que facilita el planeamiento ambiental desde las etapas iniciales del proyecto (MINAM, 2023).

Asimismo, organismos como el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Programa Nacional de Infraestructura Sostenible (PNISC,2023) promueven activamente prácticas de construcción sostenible. En ese marco, BIM es considerado una herramienta aliada para alcanzar los objetivos del desarrollo sustentable y atenuar los efectos del cambio climático, al optimizar la eficacia energética y reducir la huella de carbono en los proyectos (PNISC, 2023).

Un aspecto importante es que el uso del BIM también puede ser útil para la obtención de certificaciones ambientales tipo LEED o EDGE, en la medida en que facilita modelar de forma más precisa conceptos relacionados con el consumo energético, el uso del agua o la gestión de residuos. Esto es muy útil especialmente en proyectos públicos como escuelas, hospitales o infraestructuras judiciales, donde el Estado quiere hacerlo bien y cumplir con las exigencias de los estándares internacionales.

De tal manera que las fuerzas ecológicas y de medio ambiente no sólo constituyen una necesidad de la normativa, sino que fueron una oportunidad para encontrar formas de modernizar la gestión de proyectos a través de tecnologías que favorecen un desarrollo más limpio, resiliente y responsable con el entorno. La sostenibilidad medioambiental es un criterio a tener en cuenta a la hora de aprobar los proyectos públicos (MINAM, 2019; MINAM, 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Fuerzas legales

El marco legal en el Perú ha comenzado a incorporar regulaciones orientadas a modernizar la gestión pública y mejorar la calidad de los proyectos de inversión, lo cual ha favorecido la progresiva incorporación de herramientas tecnológicas como Building Information Modeling (BIM). Aunque actualmente no existe una norma que haga obligatoria la aplicación de BIM en todos los sectores del Estado, sí existen disposiciones legales que promueven su uso dentro del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe).

Una de las más importantes referencias normativas es el Decreto Supremo N.º 289-2021-EF, el cual aprueba los Lineamientos para la implementación del Plan BIM Perú. Esta norma establece que las entidades públicas pueden incorporar BIM en sus proyectos de inversión con el objetivo de optimizar la calidad técnica, reducir errores y garantizar el uso eficaz de los recursos públicos (MEF, 2021). Si bien su aplicación hoy es voluntaria, supone un avance importante hacia una futura obligatoriedad progresiva, especialmente en sectores estratégicos como son la educación, la salud, el transporte o la justicia.

La implementación de BIM se realiza en el contexto de la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública al 2030, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 004-2021-PCM que establece como objetivo específico la digitalización de los procesos públicos y el uso de tecnologías con el fin de optimizar la planificación y realización de proyectos (PCM, 2021).

Otra norma relevante es la Ley N.º 30225 – Ley de Contrataciones del Estado que establece la necesidad de asegurar la calidad técnica en los servicios de consultoría y la ejecución de obras públicas. Si bien no hace mención directa a BIM, no obstante, su énfasis en la eficiencia y la trazabilidad va creando un contexto normativo propicio para su utilización como herramienta de control y seguimiento (OSCE, 2023).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En conjunto, estas normas crean un marco legal progresivamente favorable para el uso de BIM en la formulación y ejecución de proyectos de inversión pública, estableciendo condiciones para su integración como estándar técnico en los próximos años.

Descripción del sector y de la organización

El sector construcción en el Perú representa uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico y social del país. Según la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), este sector contribuye con aproximadamente el 5% al Producto Bruto Interno (PBI) y produce cientos de miles de empleos directos e indirectos cada año (CAPECO, 2023). En el contexto del sector público, la inversión en infraestructura se rige por el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), cuya finalidad es garantizar que los recursos del Estado se asignen a proyectos viables, sostenibles y de impacto.

Dentro de este ámbito, la infraestructura judicial está incluida entre el grupo de edificios públicos esenciales para garantizar las condiciones de acceso a la justicia y el cumplimiento del Estado de Derecho. El Poder Judicial, como órgano constitucional autónomo, es el responsable de la administración de justicia a partir de las cortes superiores, juzgados y las salas especializadas que se encuentran distribuidas a nivel nacional.

De este modo, la Corte Superior de Justicia de Piura es la entidad que se ocupa de asegurar la mejora continua de la cobertura y la calidad de los servicios judiciales a cubrir en la región de Piura. Por otro lado, la creciente demanda de la población, como el dinamismo social de la región, exige de una infraestructura moderna, segura y funcional a fin de ofrecer a la ciudadanía un servicio de justicia ágil, digno y transparente. Por su parte, la Corte de Justicia de Chulucanas necesita también atención preferente dado su carácter estratégico en el ámbito provincial y distrital, de tal manera que es necesaria la mejora de sus instalaciones para dar una respuesta a las necesidades del sistema judicial entre actuales y futuras.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Alineamiento del proyecto de construcción

El objetivo general de este proyecto es el crecimiento y mejora de la infraestructura de la Corte Superior de Justicia de esta sede de Chulucanas, dotándola de una infraestructura moderna, apta y con los servicios adecuados; esta necesidad nace de la creciente demanda de servicios judiciales en la provincia de Morropón, en especial en la de Chulucanas, permitiendo mejoría a la ciudadanía.

Entre los objetivos específicos tenemos la construcción y ampliación de ambientes modernos adecuados para el funcionamiento de los juzgados de lo Penal, Civil, Familia y Paz Letrado; así como la edificación de infraestructuras y de espacios que cumplan con los estándares normativos del Poder Judicial. También se establecerán mecanismos que permitan el acceso a la justicia de la población urbana y rural del distrito y de las zonas aledañas a la Corte Superior de Justicia de Chulucanas, de la reducción de la carga procesal y de tiempos de tramitar los expedientes de los procesos judiciales.

En términos de metas físicas, el proyecto plantea la demolición de las estructuras existentes y la construcción de una nueva edificación compuesta por tres bloques de dos y tres niveles. Estas acciones permitirán fortalecer el servicio administrativo que actualmente brinda la Corte Superior de Justicia – sede Chulucanas.

Este proyecto también busca cerrar diversas brechas en el sistema judicial de la zona. Entre ellas destacan: la infraestructura deficiente que limita la correcta prestación del servicio judicial; la alta carga procesal, especialmente en los juzgados de Paz Letrado, Civil, Familia y Penal; el limitado acceso a la justicia para zonas rurales; la deficiente calidad del servicio por la falta de instalaciones adecuadas; y el requerimiento de optimizar las condiciones de trabajo del personal judicial para facilitar el cumplimiento de estándares de eficiencia y productividad institucional.

La importancia del proyecto radica en tres factores clave: el incremento sostenido de la demanda de servicios judiciales en la provincia de Morropón; la ubicación estratégica de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Chulucanas como capital provincial y punto de conexión entre zonas rurales y urbanas; y las condiciones actuales inadecuadas de la sede judicial, que no cumplen con los requerimientos técnicos ni normativos mínimos, afectando directamente la calidad y la eficacia de los servicios brindados a la ciudadanía.

En términos financieros, la inversión requerida asciende a S/ 19,136,192 a precios de mercado y S/ 13,679,755 a precios sociales. Con una tasa social de descuento del 8 %, el proyecto presenta indicadores positivos de rentabilidad y efectividad: un Valor Actual de Costos Sociales (VACS) de S/ 33,868,535.63; un Costo Anual Equivalente (CAE) de S/ 2,038,687; un Indicador de Efectividad (IE) de 244,640; y un Indicador Costo-Efectividad de S/ 138.44, lo cual demuestra que la intervención no solo es factible desde el ámbito económico, sino también desde un enfoque social, contribuyendo al fortalecimiento del sistema de justicia en la región Piura.

Bases teóricas de la industria o sector

La industria de la infraestructura pública, en particular aquella orientada al sector justicia, actúa un papel crucial en la consolidación del Estado de derecho y el acceso equitativo a la justicia. En el caso peruano, la inversión pública en infraestructura judicial busca cerrar brechas históricas en cuanto a cobertura, calidad y condiciones físicas de los espacios donde se administra justicia.

De acuerdo con la Ley 27293, Ley del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), la inversión en infraestructuras públicas tiene como objetivo el mejoramiento de los servicios públicos, dentro de ellos se encuentra la justicia , la cual , en estos momentos , debe ser evaluada bajo criterios de eficiencia, calidad, sostenibilidad , equidad (MEF, 2023); por esta razón los proyectos de inversión pública tienen que estar orientados a los objetivos de desarrollo del territorio , a la demanda efectiva y sostenibilidad.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Estudios científicos recientes evidencian que la metodología Building Information Modeling (BIM) colabora de manera significativa a mejorar la precisión de los metrados y la estimación de costos en las etapas tempranas de los proyectos. (Lu, 2020) señalan que el uso de BIM permite evaluar de manera anticipada el impacto de las decisiones de diseño sobre los costos, fortaleciendo la toma de decisiones en fases de preinversión. Asimismo, (Abdirad, 2021) demuestran que la implementación de BIM incrementa la eficiencia técnica del proceso de formulación, al reducir reprocesos y mejorar la coherencia entre diseño, metrados y presupuesto. De manera complementaria, (Cheng, 2022) evidencian que la cuantificación automatizada basada en modelos BIM presenta menores márgenes de error frente a los métodos tradicionales, lo que respalda la pertinencia del presente estudio orientado al análisis del uso de herramientas BIM en metrados y costos estructurales.

Asimismo, la incorporación de metodologías modernas como el Building Information Modeling (BIM) en la etapa de vida de los proyectos de infraestructura judicial representa un avance importante en términos de precisión en los diseños, eficiencia en costos, control de plazos y sostenibilidad de la inversión (MINCETUR, 2021). Estas herramientas permiten una mejor articulación entre los actores técnicos y las entidades del Estado, especialmente en etapas tempranas como la formulación de proyectos de preinversión.

Definiciones y criterios de análisis

Building Information Modeling (BIM)

Es una metodología fundamentada en la elaboración y control de modelos digitales en tres dimensiones que integran datos geométricos y no geométricos relevante del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Esta técnica ayuda a mejorar la toma de decisiones, la precisión de los metros, la planificación de costos, la coordinación entre especialidades. (MEF, 2021).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Nivel de desarrollo (LOD – Level of Development)

El LOD demuestra el nivel de detalle y la confiabilidad de los elementos que aparecen en un modelo BIM, ya que desde el LOD 100 (representación conceptual) hasta el LOD 500 (modelo en obra), los niveles son diferentes. Para proyectos de preinversión, el uso de modelos con LOD 300 es el más apropiado, puesto que permite obtener metrados precisos y presupuestos referenciales confiables. (bimforum, 2024).

Niveles de implementación BIM

Los niveles de implementación BIM representan cada etapa del nivel de integración tecnológica en cuanto a la colaboración existente entre disciplinas:

Nivel 0: Producción en 2D y sin colaboración digital.

Nivel 1: Modelos en 3D y sin colaboración integrada.

Nivel 2: Modelos e intercambio parcial entre disciplinas.

Nivel 3: Colaboración total mediante un modelo federado (MEF, 2021).

Para la preinversión se recomienda alcanzar, al menos, el Nivel 2 de implementación BIM, pues posibilita que las especialidades intercambien información mediante estándares interoperables, mejorar la detección de interferencias y mejorar la calidad técnica del expediente.

Proyectos de preinversión

Se trata de investigaciones que se encuentran dirigidas a identificar, formular y evaluar alternativas a la solución de un problema de carácter público mediante la determinación de la viabilidad de implementar las herramientas necesarias para ejecutar una solución. Según la Ley N.º 27293 - Ley del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, esta fase es importante para asegurar la eficacia y la sostenibilidad de la inversión pública. (MEF, 2023).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Metrados de los elementos estructurales

Los metrados de los elementos estructurales corresponden al proceso de cuantificación precisa de los componentes estructurales de la infraestructura, tales como elementos verticales y horizontales, expresados en unidades de medida normalizadas (m^3, m^2, kg o unidades), y constituyen la base técnica para la elaboración de presupuestos que corresponden a la fase de preinversión. (García M. F., 2022)

Costos de los elementos estructurales

Los costos de los elementos estructurales representan la valoración económica de los componentes estructurales de una edificación, calculada a partir de los metrados de cada elemento y de los precios unitarios correspondientes a materiales, mano de obra y equipos, permitiendo estimar el costo de inversión de la estructura. (Velaochaga, 2018)

Criterios de análisis del estudio

Las distintas dimensiones para evaluar el impacto que posee el uso de las herramientas BIM en la formulación de proyectos de preinversión en infraestructura judicial serán las siguientes:

Precisión (en metros estructurales): evaluaremos el nivel de variación que existe entre los metros estructurales generados mediante las herramientas tradicionales y los generados mediante las herramientas BIM.

Impacto en costos estructurales: evaluaremos los impactos presupuestales generados a partir de los dos enfoques (tradicional frente a BIM).

Nivel de LOD alcanzado. Validaremos el grado del modelo BIM utilizado en el estudio de preinversión.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN

Se describe la estrategia metodológica empleada para desarrollar el estudio y alcanzar los objetivos específicos planteados. Se abordan los enfoques adoptados para el análisis técnico y comparativo, así como el alcance del estudio en relación con las herramientas digitales utilizadas, los procesos evaluados y los elementos normativos que lo sustentan. También se identifican las técnicas aplicadas, los supuestos asumidos, los entregables generados y los riesgos asociados a la implementación de la metodología BIM en el proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas. Esta estructura metodológica permite asegurar la coherencia del análisis, la trazabilidad de los resultados y la validez técnica de las conclusiones obtenidas.

Enfoque

Para el primer objetivo específico “Identificar las diferencias en los metrados estructurales obtenidos mediante herramientas BIM y las herramientas tradicionales”, el análisis se fundamenta en la norma ISO 19650, Guía Nacional BIM complementados con la normativa técnica nacional vinculada a los procesos de metrados en edificaciones. Este enfoque proporciona un marco estandarizado para el desarrollo de modelos que permitan extraer cantidades precisas y consistentes.

En el caso del segundo objetivo específico “Comparar los costos estructurales estimados utilizando herramientas BIM con los generados por el enfoque tradicional”, el enfoque también se apoya en la norma ISO 19650, pero se complementa con criterios técnicos de presupuestos en edificación, según las directrices de fuentes especializadas como CAPECO y el sistema de presupuestos S10 costos y presupuestos. Esto permite comparar de forma estructurada los costos estimados mediante BIM y los generados por el enfoque tradicional.

Para el tercer objetivo específico “Determinar la eficiencia técnica del uso de herramientas BIM en la formulación del proyecto de preinversión”, se adopta un enfoque

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

técnico basado en la eficiencia de procesos digitales durante la formulación técnica del proyecto, utilizando nuevamente la norma ISO 19650 como referente central y los lineamientos del Invierte.pe. El enfoque permite identificar y determinar las potenciales mejoras en precisión, coherencia y ordenamiento de la información técnica que ofrece el modelado digital frente a los métodos tradicionales

Alcance

En relación con el primer objetivo específico, el alcance del estudio incluye la creación de un modelo digital utilizando Autodesk Revit, en el cual se verifica la consistencia del diseño y se incorporan las cantidades de obra estructural. La investigación se enfoca exclusivamente en el proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas, limitándose al análisis cuantitativo de metrados automatizados frente a los tradicionales.

Para el segundo objetivo específico, el alcance contempla incluir al modelado del proyecto los indicadores como costos unitarios basado en un análisis de precios unitarios, permitiendo un análisis comparativo respecto al enfoque tradicional. La investigación también se restringe al contexto del proyecto de la Corte Superior de Justicia, considerando referencias normativas locales para el análisis de costos.

Respecto al tercer objetivo específico, el estudio se orienta a determinar el rendimiento técnico del modelado digital, considerando el tiempo requerido, el número de errores identificados y la consistencia entre los hallazgos alcanzados por métodos automatizados y manuales. Se busca determinar, en términos cuantitativos, la eficiencia operativa de Autodesk Revit como herramienta para la formulación técnica durante la fase de preinversión.

Herramientas y técnicas aplicadas

Para lograr el primer objetivo específico, se utilizará principalmente el software Autodesk Revit como herramienta de modelado tridimensional, a través del cual se generarán automáticamente los metrados estructurales. Estos resultados se contrastarán con datos obtenidos mediante hojas de cálculo tradicionales, desarrollando revisión de planos, metrados

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

y estos plasmados en hojas de cálculo, permitiendo comparar la precisión y consistencia de ambos enfoques.

En el caso del segundo objetivo específico, también se empleará el modelo tridimensional elaborado anteriormente, esta vez con un enfoque orientado a la estimación de costos con los softwares de Presto y Cost-it. El análisis presupuestal se complementará con referencias de precios unitarios provenientes de fuentes reconocidas como la revista COSTOS y la base de datos de CAPECO, integradas en hojas de cálculo para el enfoque convencional.

Para el tercer objetivo específico, se recurrirá a herramientas cuantitativas que incluyan gráficos comparativos, tablas estadísticas y análisis de tiempos, a fin de medir con precisión el rendimiento de las herramientas digitales. Autodesk Revit se utilizará como eje del modelado, y su eficiencia será evaluada frente al procedimiento manual mediante el uso de plantillas de control de errores.

Herramientas digitales

La solución se fundamenta con el empleo de herramientas digitales especializadas que permiten integrar el modelado, la medición, la estimación de costos y el análisis comparativo.

Tabla 5

Herramientas BIM

HERRAMIENTAS	FUNCIÓN PRINCIPAL	RELACIÓN
Autodesk Revit	Modelado tridimensional paramétrico de arquitectura, estructuras e instalaciones.	OBJETIVO 1 Y 2
Cost-It y Presto	Extracción automática de metrados desde Revit y conexión con presupuestos referenciales.	OBJETIVO 2

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Microsoft Excel	Comparación de datos de metrados y costos obtenidos por BIM vs. métodos tradicionales.	OBJETIVO 1, 2 Y 3

Nota: Estas herramientas fueron seleccionadas por su amplia adopción en proyectos públicos y su compatibilidad con las guías nacionales e internacionales de gestión BIM.

Relación con los objetivos específicos

Cada herramienta y técnica está directamente alineada con los objetivos de la investigación. Por ejemplo:

- Objetivo 1 (Aplicar BIM en preinversión): Identificar las diferencias en los metrados estructurales obtenidos mediante herramientas BIM y las herramientas tradicionales (Herramientas Revit vs Herramientas Excel tradicionales y uso de Excel para análisis de variación).
- Objetivo 2 (Aplicar BIM en preinversión): Comparar los costos estructurales estimados utilizando herramientas BIM con los generados por el enfoque tradicional (Herramientas Presto y Cost-It vs S10 costos y presupuestos y uso de Excel para análisis de variación).
- Objetivo 3 (Identificar ventajas/técnicas): Determinar la eficiencia técnica del uso de herramientas BIM en la formulación del proyecto de preinversión (Uso de Excel para para reportes estadísticos).

La presente investigación, comprende aplicar las siguientes técnicas a lo largo del estudio, los cuales incluyen:

- Modelado tridimensional BIM: Creación del modelo digital detallado del bloque seleccionado del proyecto de la Corte Superior de Justicia, respecto a la especialidad de estructuras.
- Extracción automatizada de metrados: Se utilizará Revit para generar listas de cantidades directamente desde el modelo BIM, con trazabilidad de elementos modelados.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Estimación referencial de costos: Con base en los metrados extraídos, se aplicaron Cost-It y Presto, con los costos unitarios estándar para calcular el presupuesto referencial del proyecto.

El estudio se desarrolló en conformidad con los siguientes estándares:

- ISO 19650-1 y 19650-2: Normas internacionales para la gestión de información en entornos BIM colaborativos.
- Guía Nacional BIM para Proyectos Públicos (PCM, 2021): Lineamientos oficiales del gobierno peruano para la incorporación progresiva de BIM en proyectos del Estado.
- Normativa técnica de Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas.

Supuestos

Los siguientes supuestos descritos corresponden a los 03 objetivos específicos de la presente investigación. Se presenta supuestos técnicos, operativos y metodológicos que permiten delimitar el entorno de análisis y garantizar la viabilidad del estudio.

Tabla 6

Supuestos

CATEGORIA	SUPUESTO
Técnico	Se dispone de planos arquitectónicos 2D confiables y actualizados como punto de partida para modelar el proyecto en BIM.
Tecnológico	El equipo de trabajo cuenta con acceso a herramientas digitales (Autodesk Revit, Presto y Cost-It y Excel)
Metodológico	El modelado BIM se desarrollará bajo estándares definidos en la Guía Nacional BIM (PCM, 2021) y la norma ISO 19650.
Operativo	El modelo BIM será elaborado por un equipo con experiencia mínima en modelado básico y extracción de Metrados y realización de costos.
Alcance	El estudio se limitará a un bloque representativo del proyecto y a la especialidad de estructuras

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Comparativo	Las mediciones realizadas en metodología tradicional serán extraídas de los mismos planos utilizados en el modelado BIM, a fin de asegurar la equivalencia del análisis.
Contexto normativo	El marco legal de formulación de proyectos no sufrirá cambios significativos durante el desarrollo del estudio.
Financiero	No se requerirá adquisición de equipos o infraestructura adicional para la aplicación de BIM en este caso de estudio.

Nota: Elaboración propia basado en la guía BIM

Entregables

La implementación del enfoque propuesto basado en la metodología BIM generará una serie de entregables técnicos, analíticos y documentales que permitirán sustentar los resultados del estudio y validar el cumplimiento de los objetivos específicos. Estos entregables se categorizan según su función dentro del proceso de análisis, modelado y comparación de metodologías.

Tabla 7

Entregables

	Objetivo específico 1	**Objetivo específico 2**	**Objetivo específico 3**
Entregables	Identificar las diferencias en los metrados estructurales obtenidos mediante herramientas BIM y las herramientas tradicionales.	Comparar los costos estructurales estimados utilizando herramientas BIM con los generados por el enfoque tradicional.	Determinar la eficiencia técnica del uso de herramientas BIM en la formulación del proyecto de preinversión.
	Reporte de metrados automatizados en Revit y metrados tradicionales y realizar su respectivo análisis a través de hojas de cálculo.	Reporte de presupuesto automatizado en Presto y Cost-it y S10 costos y presupuestos y realizar su respectivo análisis a través de hojas de cálculo.	Reportes estadísticos y gráficos de barras sobre tiempos, precisión y variación de metrados. Informe técnico sobre eficiencia relativa de ambos métodos.

Nota: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Riesgos

La puesta en marcha de la metodología BIM en el análisis de costos y metrados en la etapa de preinversión conlleva ciertos riesgos técnicos, operativos y de gestión que pueden afectar el desarrollo y validez del estudio. A continuación, se indica el análisis de los principales riesgos identificados para cada objetivo de la presente investigación, acompañados de sus respectivas medidas de mitigación.

Primer objetivo específico

Uno de los riesgos más relevantes es el acceso limitado al proyecto de preinversión del proyecto, lo cual podría restringir la precisión del modelado estructural. Para mitigar este riesgo, se propondrá establecer coordinación anticipada con la entidad responsable para asegurar el suministro oportuno de planos y documentos. Otro riesgo identificado es la posible incompatibilidad o falta de licencias activas de software especializado, como Autodesk Revit. Ante ello, se garantizará previamente el acceso a versiones actualizadas y legalmente habilitadas del software, así como el soporte técnico necesario para su instalación y uso.

Segundo objetivo específico

El principal riesgo consiste en la variabilidad de los precios unitarios referenciales, ya que estos pueden diferir significativamente respecto a condiciones de mercado. Para reducir este impacto, se utilizarán fuentes oficiales del proyecto de preinversión. Asimismo, se considera el riesgo de subjetividad en la interpretación de partidas presupuestales tradicionales, el cual será mitigado mediante la revisión cruzada de los cálculos por parte de un especialista que ha realizado el proyecto.

Tercer objetivo específico

Existe el riesgo de subestimar los tiempos reales requeridos para el modelado digital y de incurrir en sesgos durante la medición de eficiencia, lo cual podría afectar la objetividad del análisis. Para controlarlo, se emplearán bitácoras de registro y protocolos de observación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se argumentan y se exponen los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología BIM (Modelado de Información de Construcción) en comparación con el enfoque tradicional utilizado en proyectos de preinversión. El análisis se estructura en función a tres objetivos específicos planteados en la investigación: la identificación de diferencias en los metrados estructurales, la comparación de los costos estimados y la determinación de la eficiencia técnica alcanzada mediante el uso de herramientas digitales BIM.

Para ello, se exponen tablas, gráficos y comentarios analíticos que permiten contrastar de manera objetiva los valores obtenidos en cada método, resaltando las variaciones encontradas en cantidades, presupuestos y tiempos de procesamiento. Este capítulo constituye la base para validar la hipótesis de la investigación, mostrando en qué medida la metodología BIM aporta mayor precisión, consistencia y eficiencia frente a las herramientas tradicionales, en el contexto del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas.

Objetivo específico 1: Identificar las diferencias en los metrados estructurales obtenidos mediante herramientas BIM y las herramientas tradicionales.

La comparación entre los metrados tradicional y los metrados BIM (Revit) se realizó sobre un mismo proyecto estructural cuya superficie aproximada es de 1671.99 m², lo cual consta de 3 bloques; bloque 1 de 2 niveles; bloque 2 y 3 de 3 niveles con un CUI 2661172 del proyecto de preinversión Corte Superior de Justicia de Chulucanas, donde tendremos siguientes enfoques:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Método tradicional: cálculo manual y planos 2D en AutoCAD

Los metrados tradicionales se realizaron de acuerdo a los mecanismos establecidos en la norma técnica de metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas vigente en el Perú. El procedimiento se basó en la evaluación y análisis de los planos estructurales bidimensionales del proyecto, la identificación de cada partida y la obtención de las dimensiones a través de cálculos manuales y herramientas CAD (diseño asistido por computador) convencionales. Para cada uno de los elementos estructurales de las partidas que en este trabajo de investigación se han considerado solados, plateas de cimentación, sobrecimientos armados, vigas de cimentación, columnas, vigas, escaleras, losas aligeradas y losas macizas se aplicaron las fórmulas de volumen y de área establecidas en la norma, así como las tolerancias y los criterios de medición indicados. Los datos obtenidos fueron anotados en hojas de cálculo (Microsoft Excel), siguiendo el formato referencial del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) para proyectos de preinversión.

A continuación, se presenta el resumen de los Metrados y planos tradicionales del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 4

Metrados convencionales de la especialidad estructuras

METRADOS ESTRUCTURAS

MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACIÓN DE JUSTICIA EN LA SEDE JUDICIAL DE CHULUCANAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE PIURA, DISTRITO DE CHULUCANAS, DE LA PROVINCIA DE MORROPÓN, DEL DEPARTAMENTO DE PIURA

CLIENTE: CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA PIURA FECHA: 10/12/2024

LUGAR: PIURA

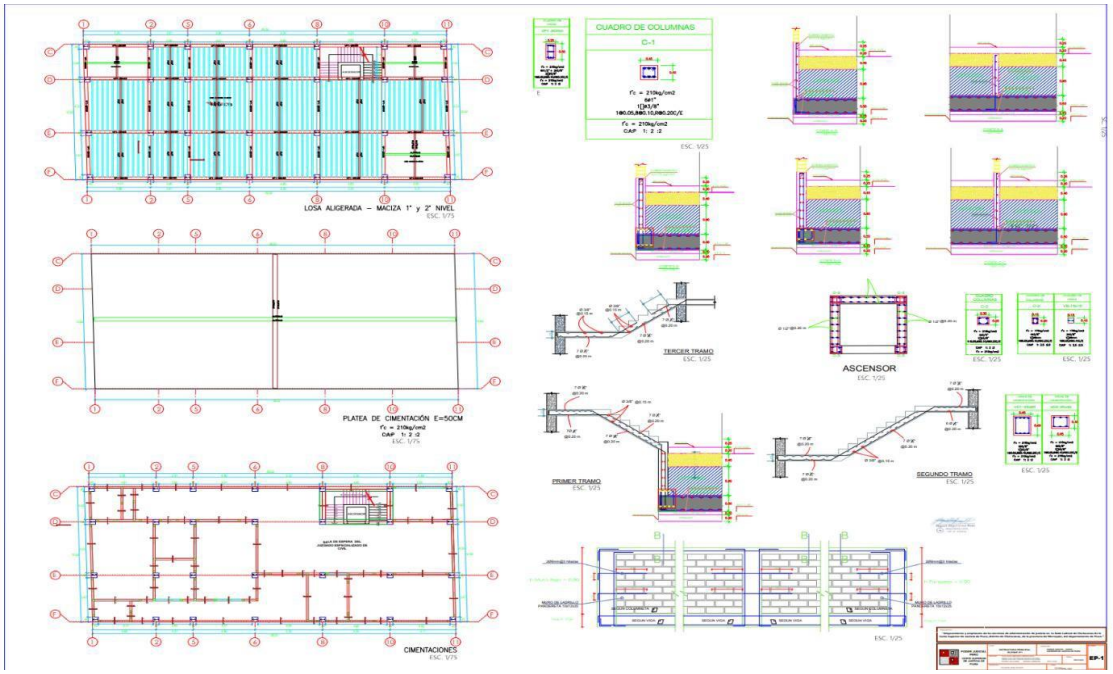
Item	Descripción	Und.	Metrado
01	**BLOQUE PRINCIPAL**		
01.01.02	**CONCRETO SIMPLE**		
01.01.02.01	**CIMIENTOS**		
01.01.02.01.01	SOLADO MEZCLA 1:12 E=10cm	m2	1,861.05
01.01.03	**CONCRETO ARMADO**		
01.01.03.01	**PLATEAS DE CIMENTACION**		
01.01.03.01.01	CONCRETO EN PLATEA DE CIMENTACION f'c=210 kg/cm2	m3	930.52
01.01.03.01.02	ACERO EN PLATEA DE CIMENTACION	kg	31,182.35
01.01.03.02	**SOBRECIMIENTOS REFORZADO**		
01.01.03.02.01	CONCRETO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO F'C=175KG/CM2	m3	160.80
01.01.03.02.03	ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO	kg	3,906.51
01.01.03.03	**MUROS REFORZADOS**		
01.01.03.03.01	CONCRETO EN MUROS REFORZADOS f'c=210 kg/cm2	m3	36.80
01.01.03.03.03	ACERO EN MUROS REFORZADOS	kg	2,593.66
01.01.03.04	**COLUMNAS**		
01.01.03.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	362.46
01.01.03.04.04	ACERO EN COLUMNAS Fy=4200 kg/cm2	kg	28,972.84
01.01.03.05	**VIGAS**		
01.01.03.05.01	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	366.97
01.01.03.05.04	ACERO EN VIGAS Fy=4200 kg/cm2	kg	40,129.04
01.01.03.06	**LOSA MACIZA**		
01.01.03.06.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'c=210 kg/cm2	m3	221.99
01.01.03.06.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2 EN LOSA MACIZA	kg	10,529.21
01.01.03.07	**LOSAS ALIGERADAS**		
01.01.03.07.01	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2	m3	209.05
01.01.03.07.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2 EN LOSA ALIGERADA	kg	26,259.66
01.01.03.07.04	LADRILLO DE HUECO MAQUINADO DE 15 X 30 X 30	und	19,829.69
01.01.03.08	**ESCALERAS**		
01.01.03.08.01	CONCRETO EN ESCALERAS f'c=210 kg/cm2	m3	34.06
01.01.03.08.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2 EN ESCALERAS	kg	2,688.89

Nota: El análisis de metrados se desarrolla de manera parcial, considerando únicamente las partidas de acero de refuerzo y concreto por ser las más representativas en la evaluación técnica propuesta.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 5

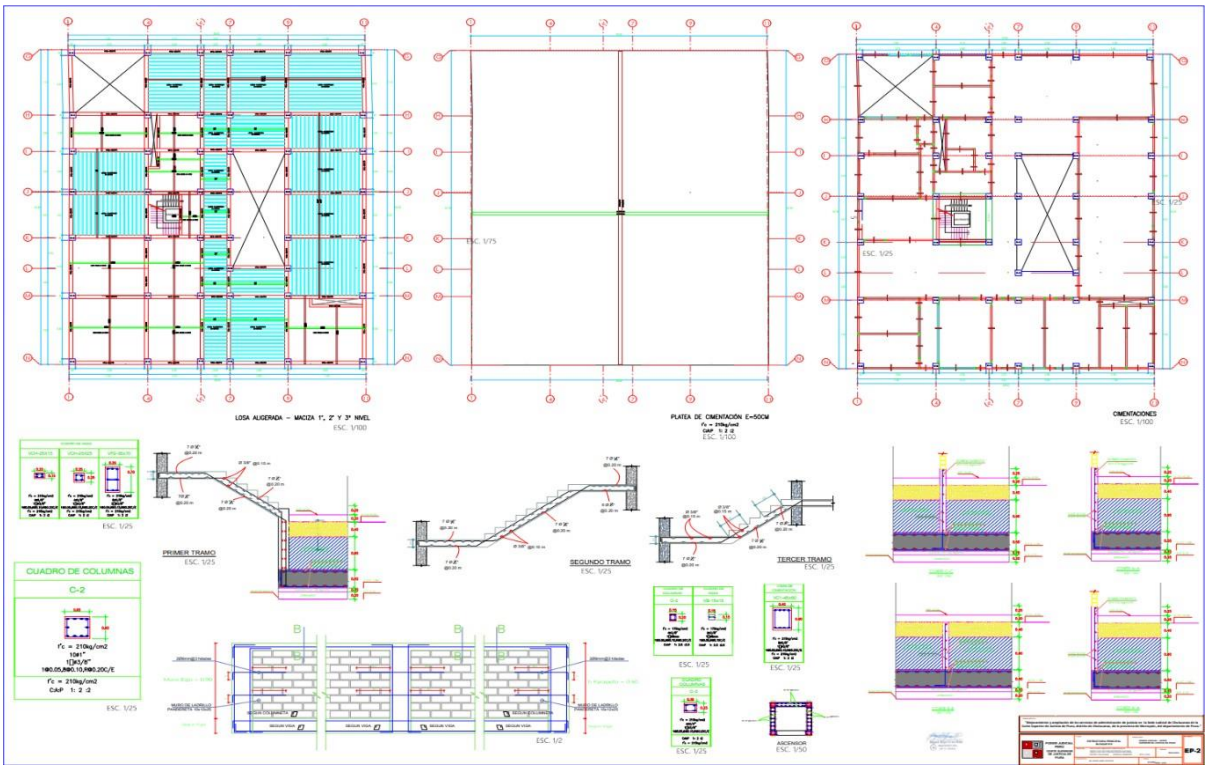
Planos 2d bloque 01 del proyecto planta de cimentación y techo



Nota: Elaboración propia basado en el perfil.

Figura 6

Planos 2d bloque 02 del proyecto planta de cimentación y techo

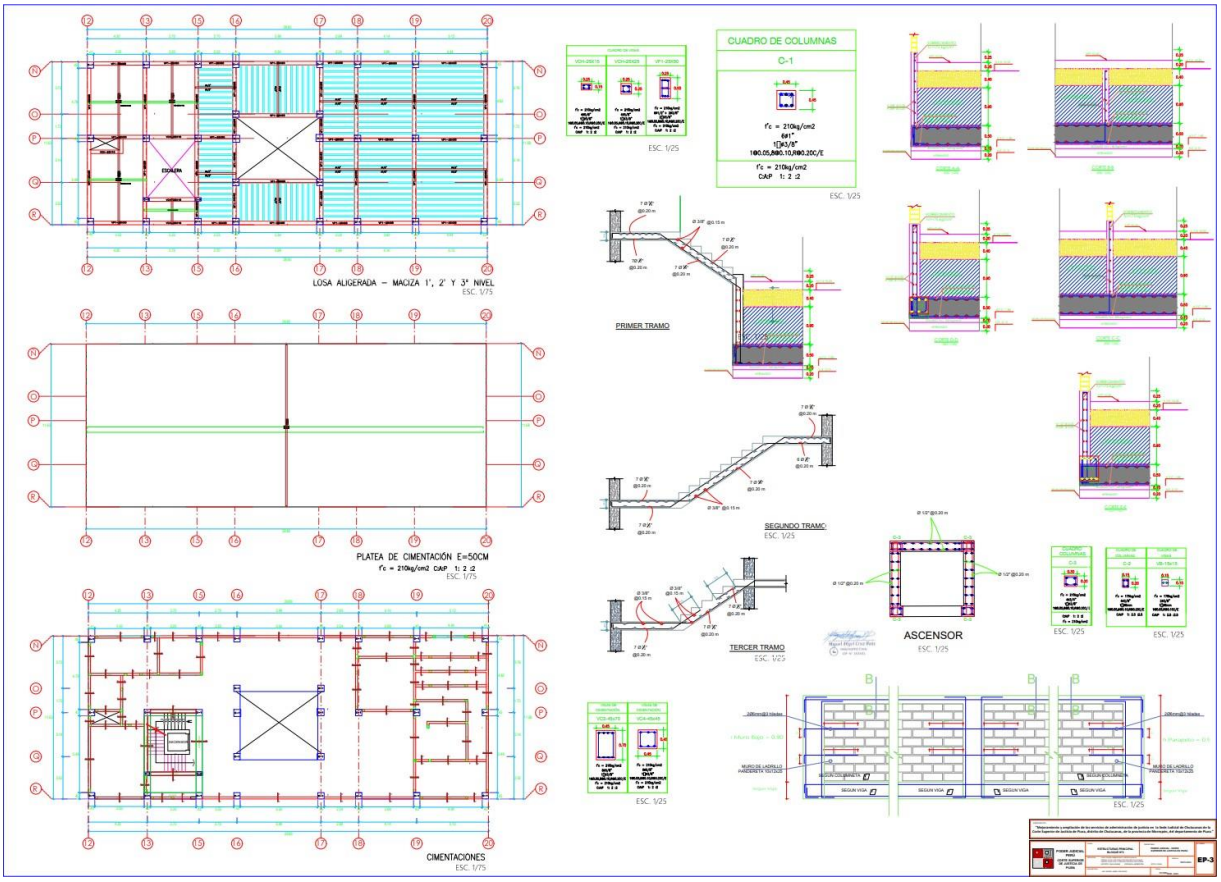


Nota: Elaboración propia basado en el perfil.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 7

Planos 2d bloque 03 del proyecto planta de cimentación y techo



Nota: Elaboración propia basado en el perfil.

Método BIM: modelado 3D en Revit con cuantificación automatizada.

Los metrados de manera BIM fueron realizados utilizando un modelo tridimensional del proyecto estructural, parametrizado a través de la plataforma Autodesk Revit, siguiendo los criterios de la Guía Nacional BIM Perú, guía técnica BIM para edificaciones e infraestructura (MEF,2021), ISO 19650 (ISO,2018) y las instrucciones de las disposiciones fortalecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Todos los componentes estructurales fueron modelados con dimensiones, propiedades geométricas y especificaciones constructivas que fueron detalladas de forma precisa, con un LOD 300 y LOI 2, de acuerdo a la normativa para proyectos de preinversion, lo que favoreció la obtención automática de las metrados en base a tablas de planificación (Schedules), y facilitaron el proceso de su obtención ya que no fue necesario realizar ningún cálculo manual, ya que las

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

mediciones fueron generadas automáticamente por el modelo como una consecuencia de su parametrización, logrando de esta forma que se garantizara la información gráfica análoga y la información numérica. Los metrados generados de acero y concreto fueron exportados a planillas para su respectiva comparación y análisis, manteniendo así un registro trazable que permitía verificar y validar su cumplimiento bajo normativa.

A continuación, se presenta el resumen de los Metrados Automatizados por Revit y planos 3D del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 8

Resumen de Metrados automatizados en Revit

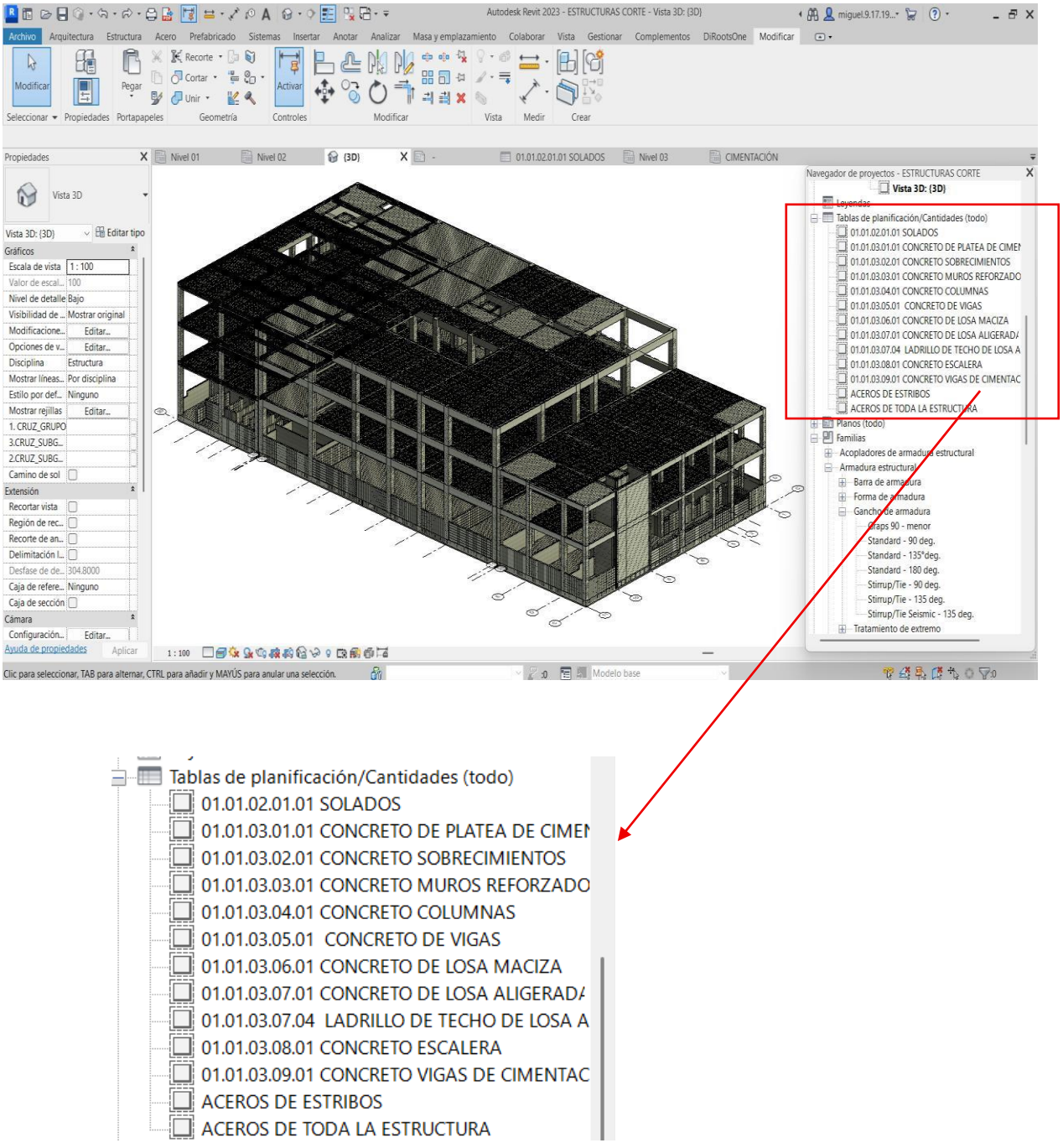
METRADOS ESTRUCTURAS BIM			
	MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACIÓN DE JUSTICIA EN LA SEDE JUDICIAL DE CHULUCANAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE PIURA, DISTRITO DE CHULUCANAS, DE LA PROVINCIA DE MORROPÓN, DEL DEPARTAMENTO DE PIURA		
	CLIENTE: CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA PIURA	FECHA:	9/08/2025
	LUGAR: PIURA		
Item	**Descripción**	**Und.**	**Metrado**
01	**BLO Q UE P RINCIP AL**		
01.01.02	**CO NCRETO S IMP LE**		
01.01.02.01	**CIMIENTO S**		
01.01.02.01.01	SOLADO MEZCLA 1:12 E=10cm	m2	1,671.99
01.01.03	**CO NCRETO ARMADO**		
01.01.03.01	**P LATEAS DE CIMENTACIO N**		
01.01.03.01.01	CONCRETO EN PLATEA DE CIMENTACION f'c=210 kg/cm2	m3	836.00
01.01.03.01.02	ACERO EN PLATEA DE CIMENTACION	kg	52,324.28
01.01.03.02	**S O BRECIMIENTO S REFO RZADO**		
01.01.03.02.01	CONCRETO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO F'C=175KG/CM2	m3	142.88
01.01.03.02.03	ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO	kg	5,966.37
01.01.03.03	**MURO S REFO RZADO S**		
01.01.03.03.01	CONCRETO EN MUROS REFORZADOS f'c=210 kg/cm2	m3	122.23
01.01.03.03.03	ACERO EN MUROS REFORZADOS	kg	15,303.35
01.01.03.04	**COLUMNAS**		
01.01.03.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	332.57
01.01.03.04.04	ACERO EN COLUMNAS Fy=4200 kg/cm2	kg	51,248.09
01.01.03.05	**VIGAS**		
01.01.03.05.01	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	364.64
01.01.03.05.04	ACERO EN VIGAS Fy=4200 kg/cm2	kg	25,579.50
01.01.03.06	**LOSA MACIZA**		
01.01.03.06.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'c=210 kg/cm2	m3	237.32
01.01.03.06.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2 EN LOSA MACIZA	kg	24,232.77
01.01.03.07	**LOSAS ALIGERADAS**		
01.01.03.07.01	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2	m3	222.00
01.01.03.07.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2 EN LOSA ALIGERADA	kg	19,117.09
01.01.03.07.04	LADRILLO DE HUECO MAQUINADO DE 15 X 30 X 30	und	20,217.00
01.01.03.08	**ESCALERAS**		
01.01.03.08.01	CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	50.58
01.01.03.08.03	ACERO EN COLUMNAS Fy=4200 kg/cm2	kg	3,152.63
01.01.03.09	**VIGAS DE CIMENTACIÓN**		
01.01.03.09.01	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN f'c=210 kg/cm2	m3	4.54
01.01.03.09.03	ACERO EN VIGAS DE CIMENTACION Fy=4200 kg/cm2	kg	1,024.04

Nota: Elaboración propia obtenida software Revit

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 09

Modelado 3D estructura de concreto armado del proyecto de la corte superior de Justicia sede Chulucanas

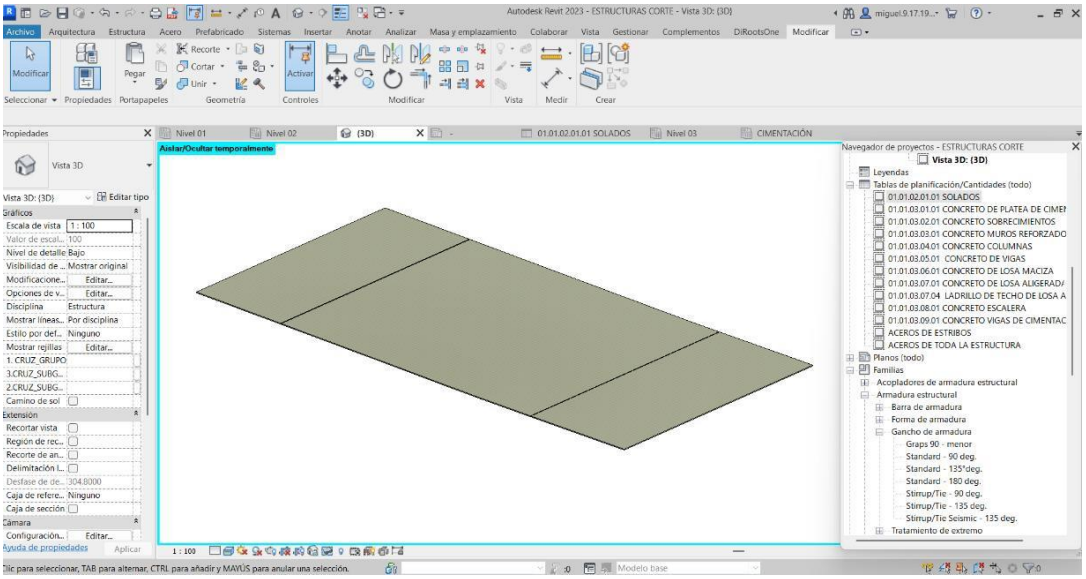


Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 10

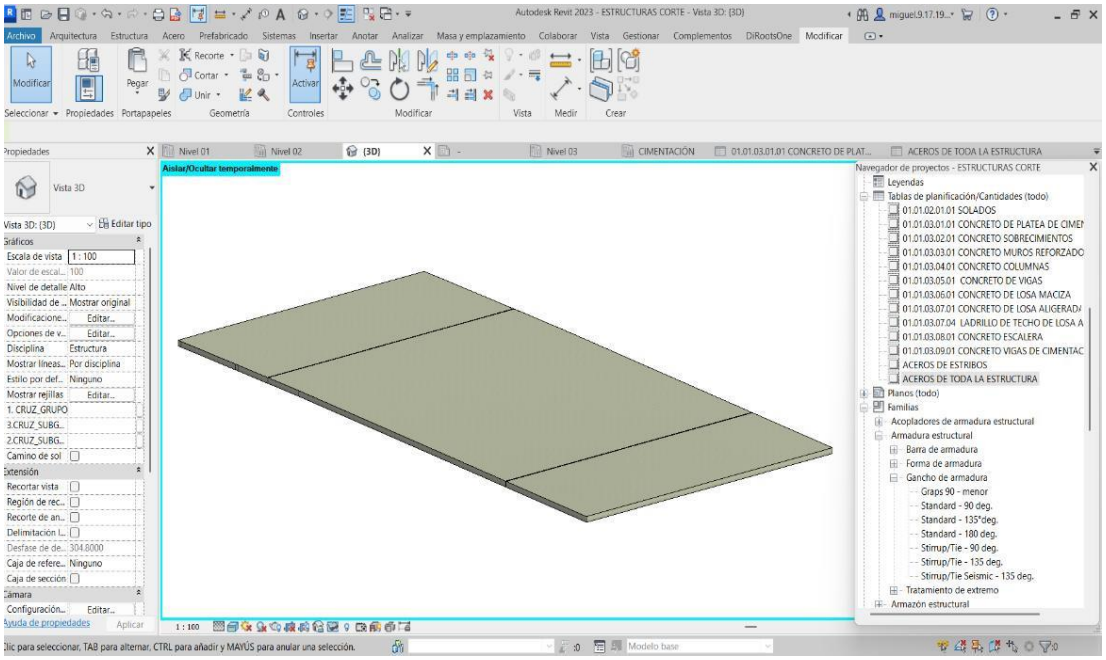
Modelado en 3D del solado



Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Figura 11

Modelado en 3D de la platea de cimentación

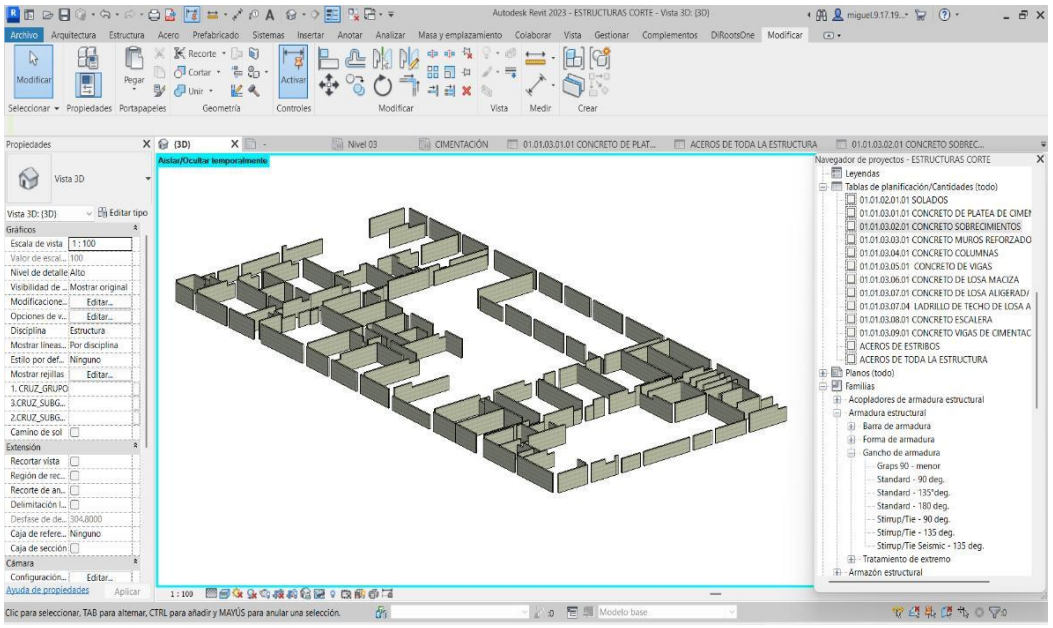


Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 12

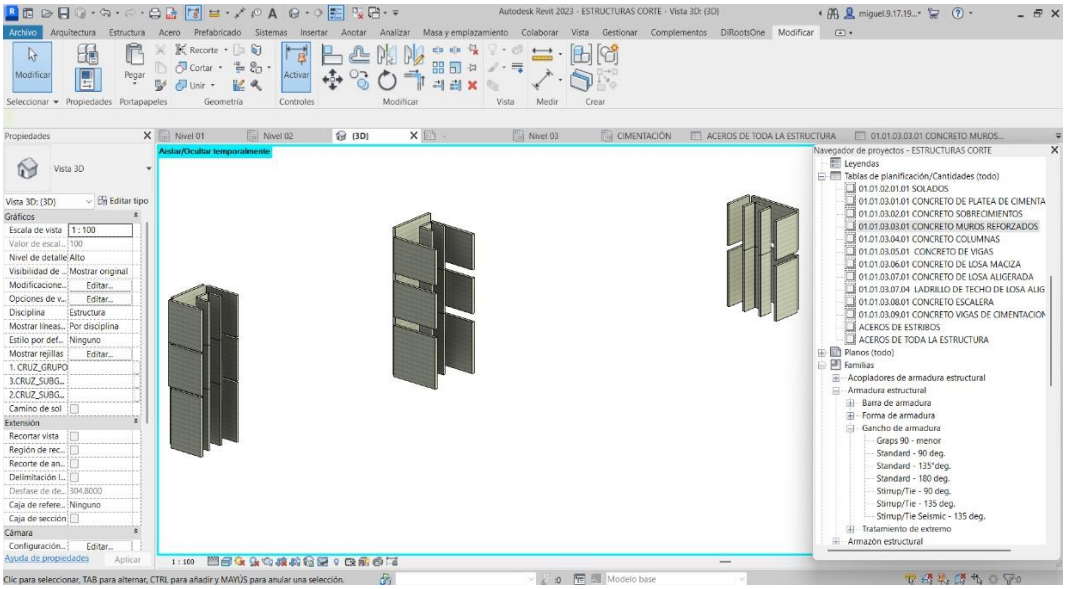
Modelado en 3D de los sobrecimientos



Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Figura 13

Modelado en 3D de los muros reforzados de las escaleras de emergencia

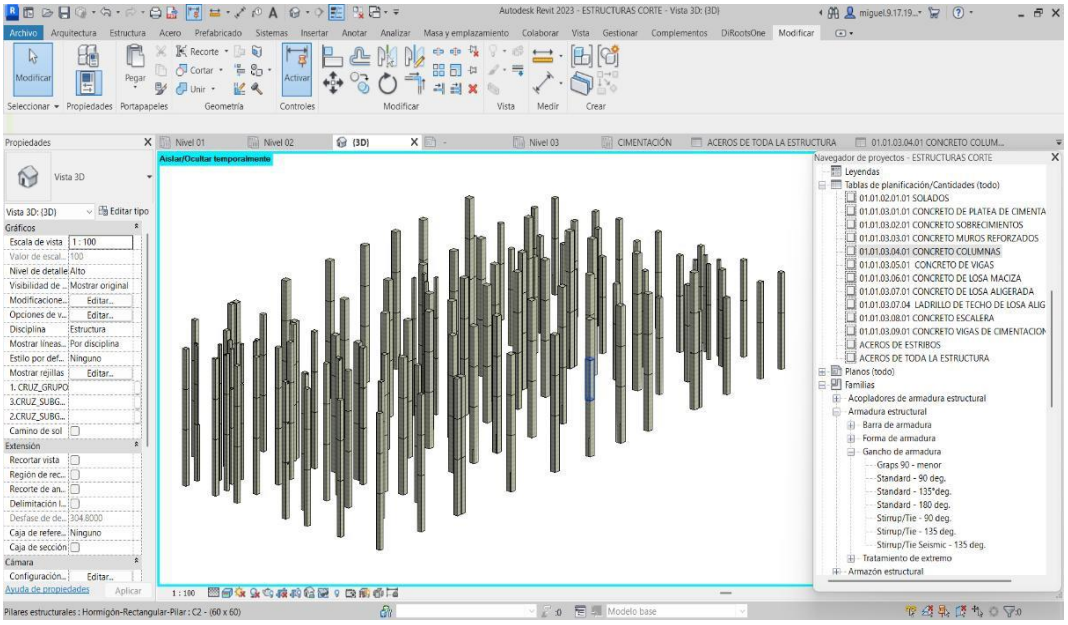


Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 14

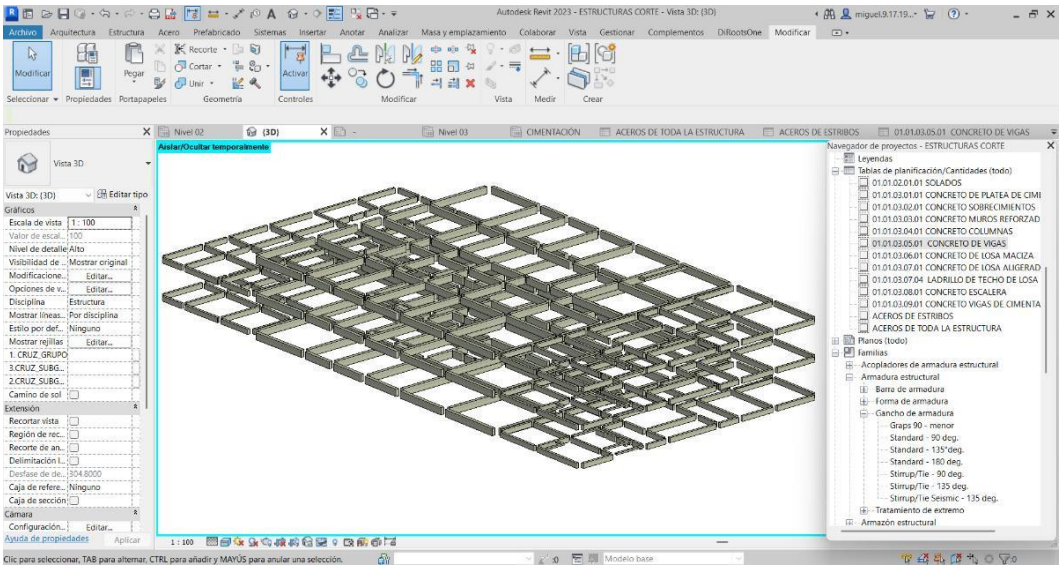
Modelado en 3D de las columnas



Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Figura 15

Modelado en 3D de las vigas

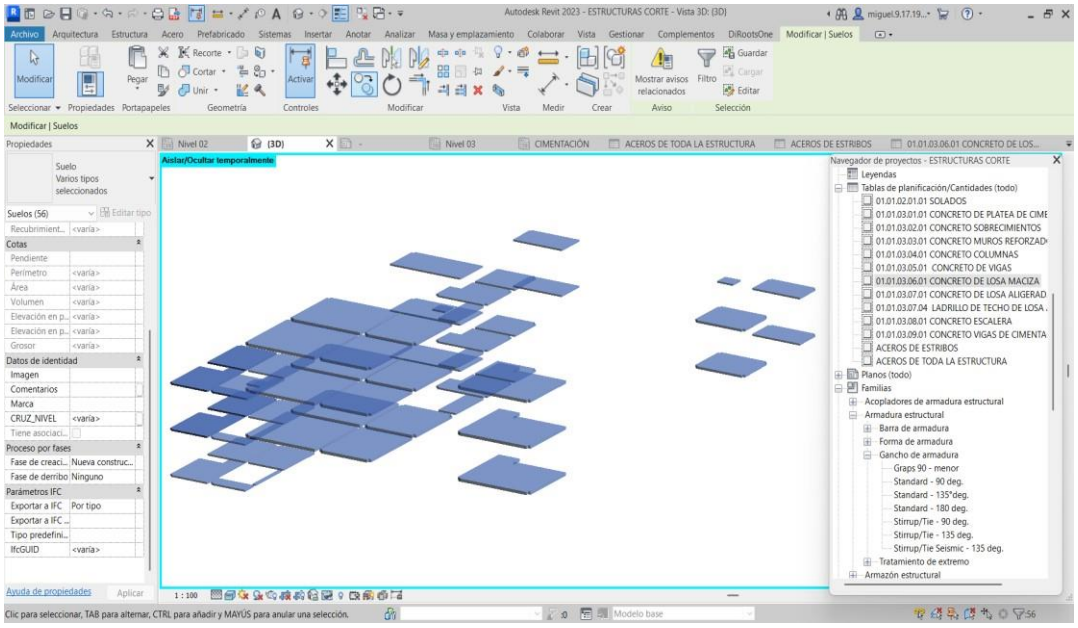


Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 16

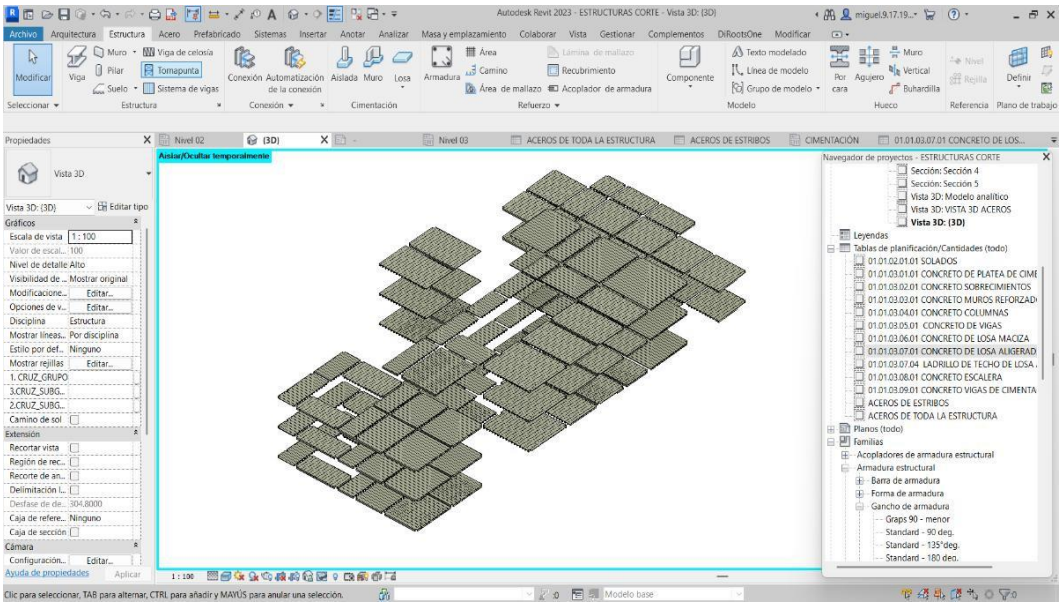
Modelado en 3D de las losas macizas



Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Figura 17

Modelado en 3D de las losas aligeradas

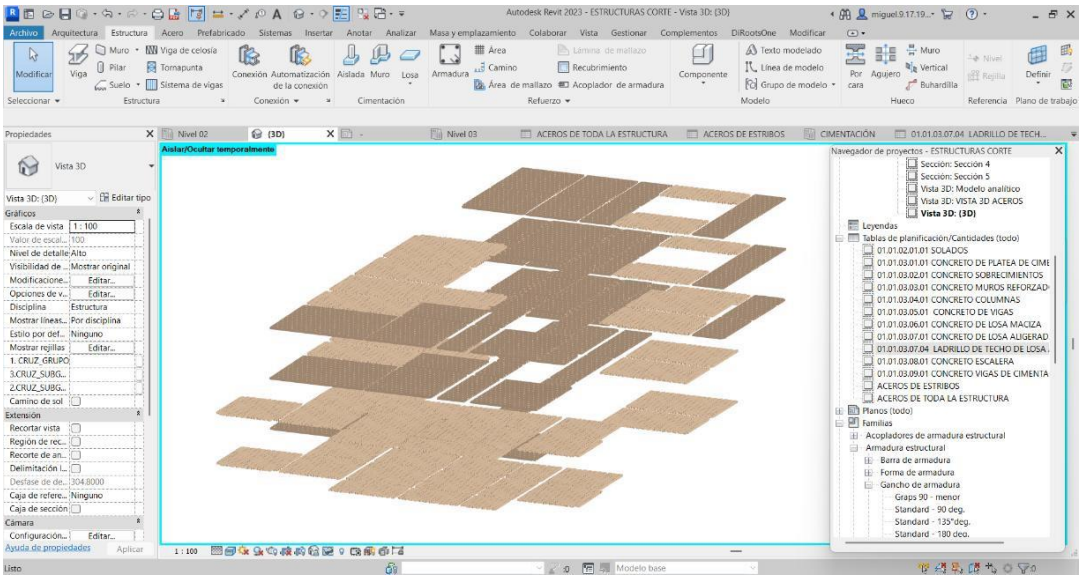


Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 18

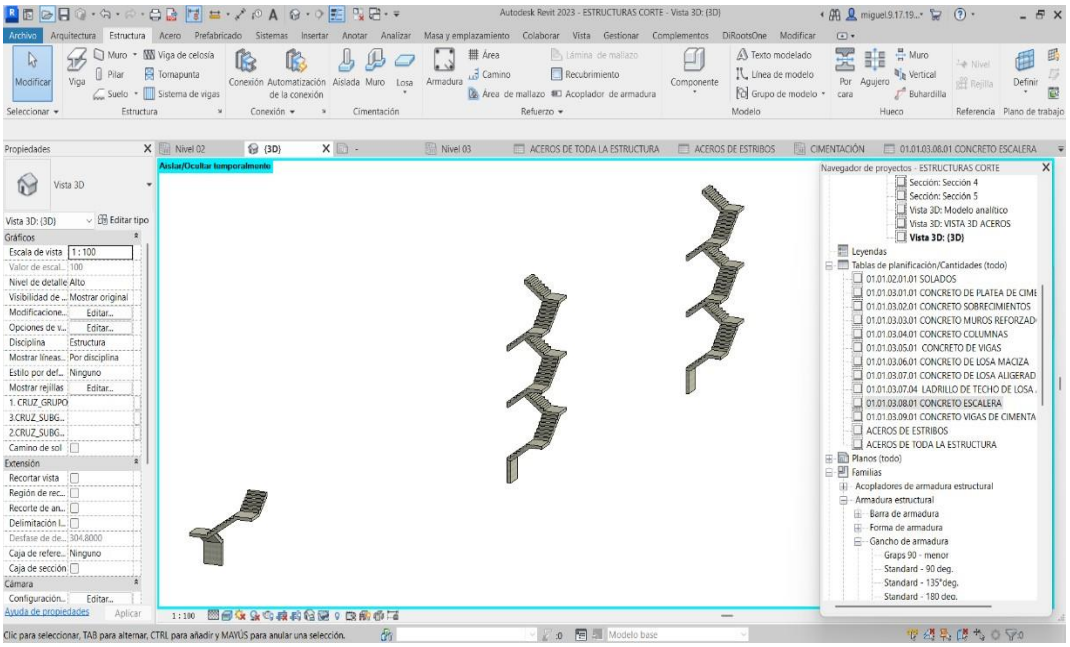
Modelado en 3D de las losas aligeradas cantidad de ladrillos



Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Figura 19

Modelado en 3D de las escaleras de emergencias

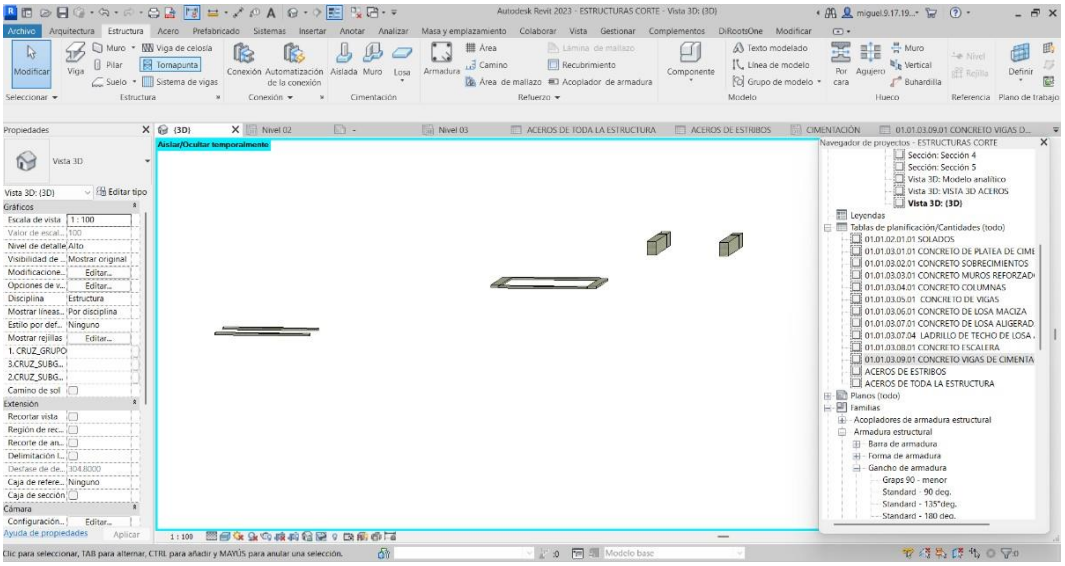


Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 20

Modelado en 3D de las vigas de cimentación de las escaleras de emergencias



Nota: Elaboración propia obtenida software Revit.

Diferencias con herramientas tradicionales vs herramientas BIM

Las herramientas tradicionales basados en planos en 2D y cálculos manuales gestionan la información gráfica y la información técnica por separado lo que incrementa la posibilidad de errores y de retrabajos. Por el contrario, los métodos de trabajo asociados a las herramientas BIM integran un modelo de información relacionada con la geometría y datos del proyecto, de manera que se obtiene, de forma automática y de forma coherente, los metrados y documentación en general, permitiendo así incrementar la precisión, la coordinación y controlar los cambios en el modelo.

Se ha realizado la diferencia de metrados entre herramientas tradicionales y herramientas BIM en la siguiente tabla.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 8

Diferencias de metrados con herramientas tradicionales vs herramientas BIM

ELEMENTOS ESTRUCTURALES									
DIFERENCIAS DE METRADOS CON HERRAMIENTAS TRADICIONALES Y HERRAMIENTAS BIM									
HERRAMIENTAS TRADICIONALES				HERRAMIENTAS BIM			DIFERENCIAS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE %	COMENTARIO
	CONCRETO SIMPLE			CONCRETO SIMPLE			CONCRETO SIMPLE		
01.01.02.01	SOLADOS	m2	1861.05	SOLADOS	m2	1671.99	-189.06	-10.16	DEDUCTIVO
	CONCRETO ARMADO			CONCRETO ARMADO			CONCRETO ARMADO		
01.01.03.01.01	PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	930.52	PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	836.00	-94.52	-10.16	DEDUCTIVO
01.01.03.02.01	SOBRECIMIENTOS REFORZADOS	m3	160.8	SOBRECIMIENTOS ARMADOS	m3	142.88	-17.92	-11.14	DEDUCTIVO
01.01.03.03.01	MUROS REFORZADOS	m3	36.8	MUROS REFORZADOS	m3	122.23	85.43	232.15	ADICIONAL
01.01.03.04.01	COLUMNAS	m3	362.46	COLUMNAS	m3	332.57	-29.89	-8.25	DEDUCTIVO
01.01.03.05.01	VIGAS	m3	366.97	VIGAS	m3	364.64	-2.33	-0.63	DEDUCTIVO
01.01.03.06.01	LOSA MACIZA	m3	221.99	LOSA MACIZA	m3	237.32	15.33	6.91	ADICIONAL
01.01.03.07.01	LOSA ALIGERADA	m3	209.05	LOSA ALIGERADA	m3	222.00	12.95	6.19	ADICIONAL
01.01.03.07.04	LADRILLOS DE L.A	und	19829.69	LADRILLOS	und	20217.00	388.00	1.95	ADICIONAL
01.01.03.08.01	ESCALERAS	und	34.06	ESCALERAS	und	50.58	16.52	48.50	ADICIONAL
01.01.03.09.01	VIGAS DE CIMENTACIÓN	und	0	VIGAS DE CIMENTACIÓN	und	4.54	4.54	100.00	ADICIONAL
	ACEROS			ACEROS			ACEROS		
01.01.03.01.02	PLATEA DE CIMENTACIÓN	kg	31182.35	PLATEA DE CIMENTACIÓN	kg	52324.28	21141.93	67.80	ADICIONAL
01.01.03.02.03	SOBRECIMIENTOS REFORZADOS	kg	3906.51	SOBRECIMIENTOS ARMADOS	kg	5966.37	2059.86	52.73	ADICIONAL
01.01.03.03.03	MUROS REFORZADOS	kg	2593.66	MUROS REFORZADOS	kg	15303.35	12709.69	490.03	ADICIONAL
01.01.03.04.04	COLUMNAS	kg	28972.84	COLUMNAS	kg	51248.09	22275.25	76.88	ADICIONAL
01.01.03.05.04	VIGAS	kg	40129.04	VIGAS	kg	25579.50	-14549.54	-36.26	DEDUCTIVO
01.01.03.06.03	LOSA MACIZA	kg	10529.21	LOSA MACIZA	kg	24232.77	13703.56	130.15	ADICIONAL
01.01.03.07.03	LOSA ALIGERADA	kg	26259.66	LOSA ALIGERADA	kg	19117.09	-7142.57	-27.20	DEDUCTIVO
01.01.03.08.03	ESCALERAS	kg	2688.89	ESCALERAS	kg	3152.63	463.74	17.25	ADICIONAL
01.01.03.09.03	VIGAS DE CIMENTACIÓN	kg	0	VIGAS DE CIMENTACIÓN	kg	1024.04	1024.04	100.00	ADICIONAL

Nota: Elaboración propia.

En nuestra tabla de diferencia de Metrados con herramientas tradicionales y herramientas BIM nos indica lo siguiente:

- En la partida de concreto simple 01.01.02.01 Solados nos demuestra que se debe realizar un deductivo de la cantidad de 189.06 m2 que equivale en un 10.16% en los Metrados del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia sede Chulucanas de la provincia de Piura.
- En la partida de concreto armado 01.01.03.03.01 Muros reforzados nos demuestra que se debe realizar un adicional de la cantidad de 85.43 m3 que equivale en un 232.15% en los Metrados del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia sede Chulucanas de la provincia de Piura.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- En la partida de acero 01.01.03.03.03 Muros reforzados nos demuestra que se debe realizar un adicional de la cantidad de 12709.69 kg que equivale en un 490.03% en los Metrados del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia sede Chulucanas de la provincia de Piura.

Se observa las variaciones más representativas en la partida de solados de concreto simple es de un 10.19% , en concreto armado la partida de muros reforzados tiene la mayor variación de 232.15% y en aceros la partida de muros reforzados con mayor variabilidad es de 490.03%; entre ambas técnicas de resolución, BIM es más preciso ya que limitaba los errores por interpretación de los planos 2D; este caso es un ejemplo claro en los elementos complejos, como vigas de cimentación y muros reforzados.

Verificación y validación de resultados

Según (Eastman, 2018), los errores en metrados manuales suelen encontrarse en el rango del 10 % al 25 %, mientras que (Das, 2025) sostiene que el empleo de BIM reduce significativamente esta variabilidad. Por su parte, (Solórzano Churampi, 2022) mostró que los metrados generados a partir de la metodología BIM se diferencian de los que se obtendrían a partir de un método tradicional, en especial por la identificación de partidas que se han omitido y por la ayuda que ofrece la extracción automatizada de los datos de cantidades respecto de un modelo tridimensional, lo que provoca un aumento de precisión en la cuantificación. De modo complementario, (Aquino Condori& Agreda Ramirez, 2024) encontró que existían variaciones porcentuales en partidas estructurales al comparar ambos métodos, quizás por su parte esta diferencia puede estar relacionada por una mejor calidad en el modelado digital frente al cálculo manual.

Este estudio confirma dicha tendencia, pues si bien BIM arrojó valores mayores en partidas de acero, esta diferencia anticipa gastos reales que el enfoque convencional no considera, evitando sobrecostos durante la ejecución del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Objetivo específico 2: Comparar los costos estructurales estimados utilizando herramientas BIM con los generados por el enfoque tradicional

La comparación de los costos estructurales correspondientes entre el sistema tradicional y la metodología BIM, se realizó teniendo en cuenta, como base de la comparación de las partidas principales del sistema estructural del proyecto, solados, plateas de cimentación, sobrecimientos armados, vigas de cimentación, columnas, vigas, losas aligeradas y macizas, escaleras a partir de los correspondientes metrados obtenidos de cada caso y de precios unitarios , que fueron establecidos en el análisis de costos.

Método tradicional: Presupuesto de estructuras S10 costos y presupuestos

Las herramientas tradicionales siguen el proceso habitual de estimar los costos estructurales a partir de los metrados medidos manualmente, siguiendo los procedimientos recogidos en la Norma Técnica de metrados. Este proceso se llevó a cabo por una consultoría externa, lo cual realizó la interpretación de los planos estructurales en dos dimensiones, identificando cada uno de los elementos de este sistema estructural, solados, plateas de cimentación, sobrecimientos armados, vigas de cimentación, columnas, vigas, losas aligeradas y macizas y obteniendo los volúmenes de los mismos en función de las fórmulas geométricas correspondientes. Una vez medidos los metrados, se le aplican los costos obtenidos del Análisis de Costos Unitarios (ACU) construidos a partir de la estructura del presupuesto de obra del proyecto. Los costos parciales de cada partida se calcularon multiplicando los metrados por los costos unitarios correspondientes y sumandolos posteriormente, el costo total de la estructura que asciende a s/. 2,388 299.85 soles a suma alzada. A continuación, se presenta los costos en S10 costos y presupuestos tradicionales del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 21

Costos estructuras en el software s10 costos y presupuesto

Presupuesto

Presupuesto	1705002	MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACIÓN DE JUSTICIA EN LA SEDE JUDICIAL DE CHULUCANAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE PIURA, DISTRITO DE CHULUCANAS, DE LA PROVINCIA DE MORROPÓN, DEL DEPARTAMENTO DE PIURA
Cliente	CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE PIURA	Costo al 11/12/2024
Lugar	PIURA - PIURA - PIURA	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	BLOQUE PRINCIPAL				2,388,299.85
01.01.02	CONCRETO SIMPLE				45,949.32
01.01.02.01	CIMIENTOS				45,949.32
01.01.02.01.01	SOLADO MEZCLA 1:12 E=10cm	m2	1,861.05	24.69	45,949.32
01.01.03	CONCRETO ARMADO				2,342,350.53
01.01.03.01	PLATEAS DE CIMENTACION				703,851.07
01.01.03.01.01	CONCRETO EN PLATEA DE CIMENTACION f'c=210 kg/cm2	m3	930.52	532.89	495,864.80
01.01.03.01.02	ACERO EN PLATEA DE CIMENTACION	kg	31,182.35	6.67	207,986.27
01.01.03.02	SOBRECIMIENTOS REFORZADO				105,674.93
01.01.03.02.01	CONCRETO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO F'C=175KG/CM2	m3	160.80	495.14	79,618.51
01.01.03.02.03	ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO	kg	3,906.51	6.67	26,056.42
01.01.03.03	MUROS REFORZADOS				37,304.93
01.01.03.03.01	CONCRETO EN MUROS REFORZADOS f'c=210 kg/cm2	m3	36.80	543.62	20,005.22
01.01.03.03.03	ACERO EN MUROS REFORZADOS	kg	2,593.66	6.67	17,299.71
01.01.03.04	COLUMNAS				446,782.36
01.01.03.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	362.46	699.48	253,533.52
01.01.03.04.02	ACERO EN COLUMNAS Fy=4200 kg/cm2	kg	28,972.84	6.67	193,248.84
01.01.03.05	VIGAS				464,628.18
01.01.03.05.01	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	366.97	536.74	196,967.48
01.01.03.05.04	ACERO EN VIGAS Fy=4200 kg/cm2	kg	40,129.04	6.67	267,660.70
01.01.03.06	LOSA MACIZA				180,074.92
01.01.03.06.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'c=210 kg/cm2	m3	221.99	494.82	109,845.09
01.01.03.06.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2 EN LOSA MACIZA	kg	10,529.21	6.67	70,229.83
01.01.03.07	LOSAS ALIGERADAS				369,360.45
01.01.03.07.01	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2	m3	209.05	576.14	120,442.07
01.01.03.07.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2 EN LOSA ALIGERADA	kg	26,259.66	6.67	175,151.93
01.01.03.07.04	LADRILLO DE HUECO MAQUINADO DE 15 X 30 X 30	und	19,829.69	3.72	73,766.45
01.01.03.08	ESCALERAS				34,673.69
01.01.03.08.01	CONCRETO EN ESCALERAS f'c=210 kg/cm2	m3	34.06	491.45	16,738.79
01.01.03.08.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2 EN ESCALERAS	kg	2,688.89	6.67	17,934.90
	COSTO DIRECTO				2,388,299.85

Nota: Costos obtenidos del perfil.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Método BIM: Presupuesto de estructuras con Presto y Cost it

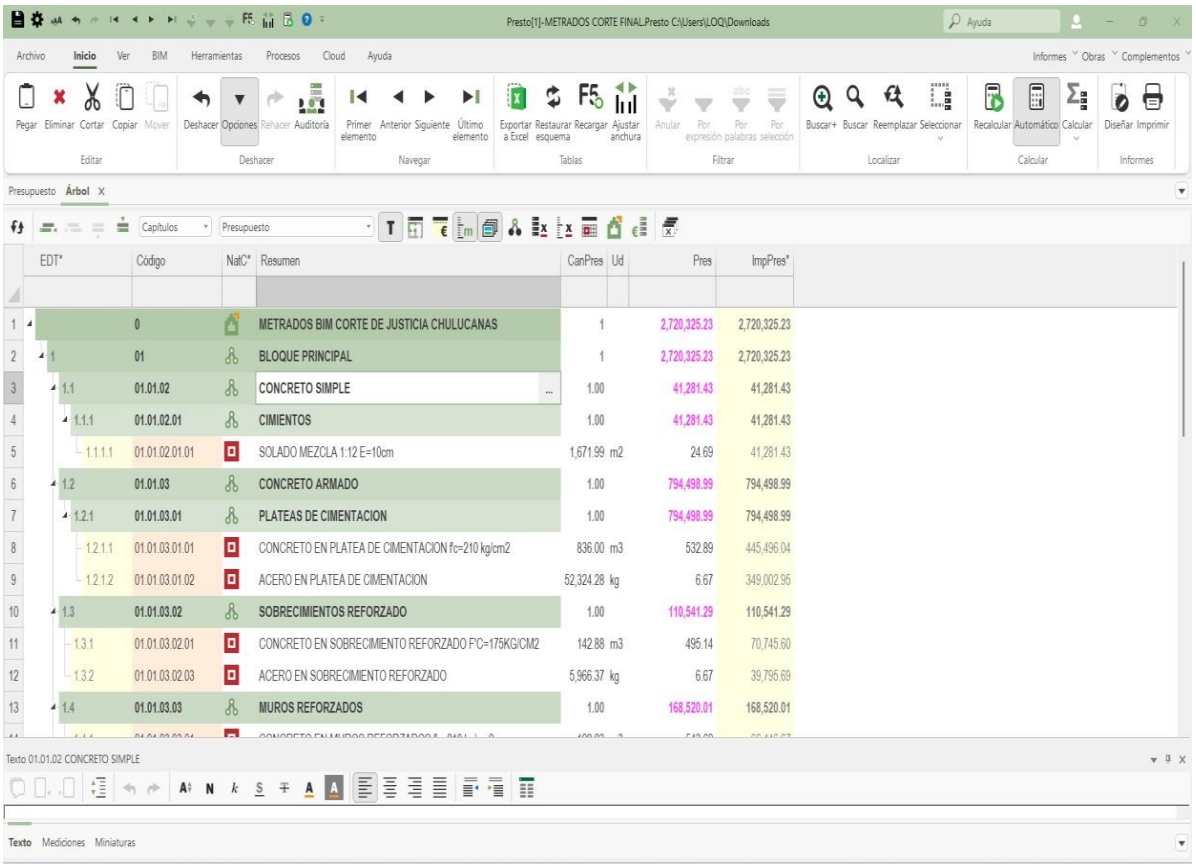
En la metodología BIM, la estimación de costos del sistema estructural se realiza a partir del modelo 3D desarrollado en Revit, con un Nivel de Desarrollo (LOD=300) y un Nivel de Información (LOI=2) adecuados a la etapa de preinversión, conforme a la Guía Técnica BIM para proyectos de inversión pública. Se utilizó el complemento Cost- It para obtener de forma automática del modelo los metrados de todos los elementos estructurales y llevarlos sin más explicación a Presto. Esta vinculación permitió que las cantidades se asociaran de inmediato a los Análisis de Costos Unitarios (ACU) almacenados en la base de datos de Presto, generando el presupuesto estructural automáticamente. Este flujo de trabajo permitió que los costos se actualizarán dinámicamente con cada modificación en el modelo y, por lo tanto, que hubiera una coherencia entre el diseño y el presupuesto. Además, el flujo de trabajo redujo el tiempo de cálculo y minimizó los errores en la medición, mejorando la precisión y la trazabilidad de la información para la elaboración y la evaluación del proyecto de inversión. Los costos parciales de cada partida se calcularon, el costo total de la estructura que asciende a s/. 2 720 325.23 soles.

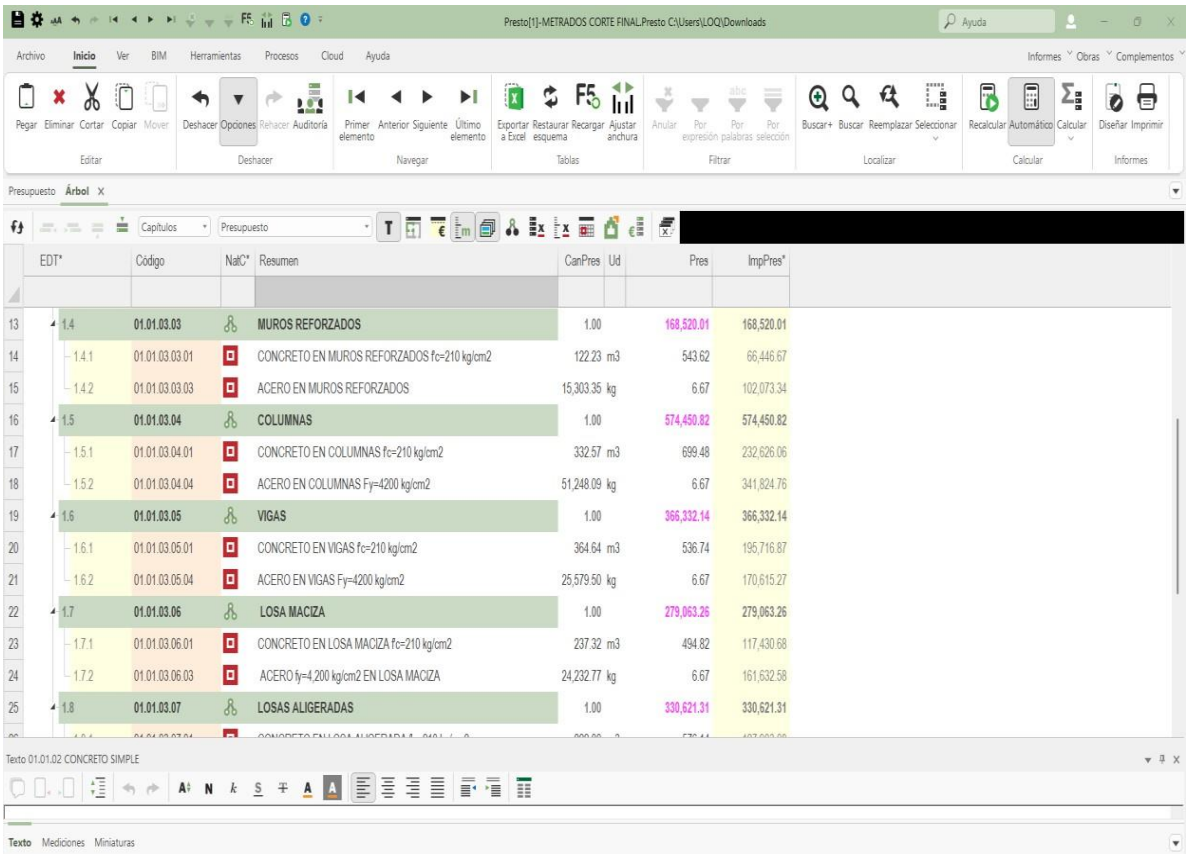
A continuación, se presenta el presupuesto del proyecto con la herramienta BIM de Presto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

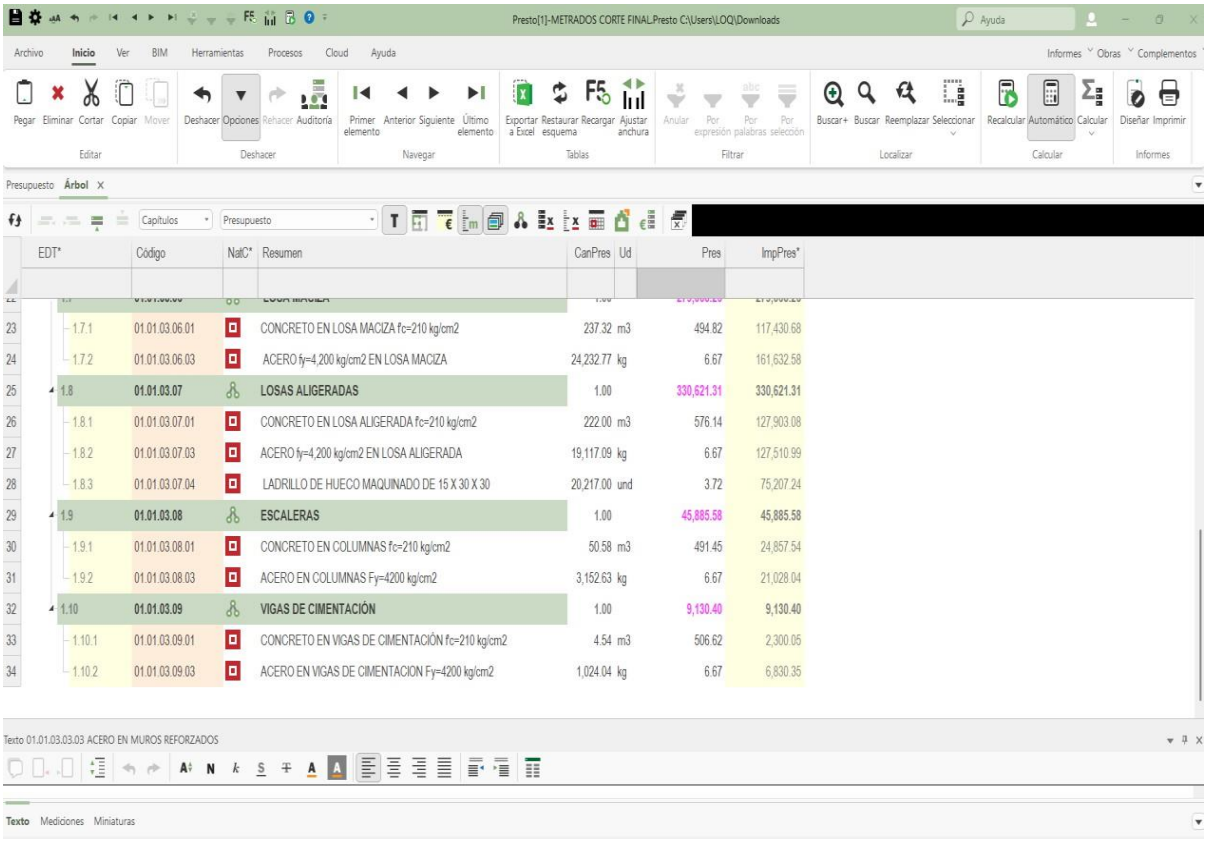
Figura 10

Costos estructuras en el software Presto





Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



Nota: Presupuesto obtenido del software Presto.

Diferencias con herramientas tradicionales vs herramientas BIM en los costos estructurales

El análisis de costos de la estructura entre herramientas tradicionales y herramientas BIM refleja grandes diferencias en lo que respeta a precisión y riesgos en la gestión de la información. En cuanto a las herramientas tradicionales se obtienen los metrados manualmente a partir de planos bidimensionales, por lo que resulta ser más tiempo para confeccionar, se eleva el peligro de eliminar o duplicar algunos elementos y, además, se complica la tarea de la actualización de costos ante modificaciones del diseño, a su vez que muestra una baja trazabilidad del presupuesto con respecto a los elementos constructivos y esto podría generar complicaciones. En cambio, con las herramientas BIM como Revit + Presto + Cost-It, los metrados se generan de forma automática desde el modelo tridimensional, disminuyendo peligrosos errores y disminuyendo tiempos de obtención de costos; cualquiera que modifique el diseño se materializa en tiempo real con el presupuesto

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

que por sí mismo muestra coordinación directa con cada una de las partidas del modelo y su costo. Esto a su vez se traduce en mayor rapidez, mejor precisión y mejor toma de decisiones en el momento de formular proyectos de inversión.

Seguidamente, se muestra el análisis de las diferencias de costos de la especialidad de estructuras entre las herramientas tradicionales y las herramientas BIM del proyecto de la corte superior de justicia de la sede de Chulucanas.

Tabla 9

Diferencias de costos con herramientas tradicionales vs herramientas BIM

COSTOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES									
DIFERENCIAS DE HERRAMIENTAS TRADICIONALES (S10 COSTOS Y PRESUPUESTOS) Y HERRAMIENTAS BIM (PRESTO Y COST-IT)									
HERRAMIENTAS TRADICIONALES				HERRAMIENTAS BIM			DIFERENCIAS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE %	COMENTARIO
	CONCRETO SIMPLE			**CONCRETO SIMPLE**			**CONCRETO SIMPLE**		
01.01.02.01	SOLADOS	SOLES	45,949.32	SOLADOS	SOLES	41,281.43	4,667.89	-10.16	DEDUCTIVO
	CONCRETO ARMADO			**CONCRETO ARMADO**			**CONCRETO ARMADO**		
01.01.03.01.01	PLATEA DE CIMENTACIÓN	SOLES	495,864.80	PLATEA DE CIMENTACIÓN	SOLES	445,496.04	-50,368.76	-10.16	DEDUCTIVO
01.01.03.02.01	SOBRECIMIENTOS ARMADOS	SOLES	79,618.51	SOBRECIMIENTOS ARMADOS	SOLES	70,745.60	-8,872.91	-11.14	DEDUCTIVO
01.01.03.03.01	MUROS REFORZADOS	SOLES	20,005.22	MUROS REFORZADOS	SOLES	66,446.67	46,441.45	232.15	ADICIONAL
01.01.03.04.01	COLUMNAS	SOLES	253,533.52	COLUMNAS	SOLES	232,626.06	-20,907.46	-8.25	DEDUCTIVO
01.01.03.05.01	VIGAS	SOLES	196,967.48	VIGAS	SOLES	195,716.87	-1,250.61	-0.63	DEDUCTIVO
01.01.03.06.01	LOSA MACIZA	SOLES	109,845.09	LOSA MACIZA	SOLES	117,430.68	7,585.59	6.91	ADICIONAL
01.01.03.07.01	LOSA ALIGERADA	SOLES	120,442.07	LOSA ALIGERADA	SOLES	127,903.08	7,461.01	6.19	ADICIONAL
01.01.03.07.04	LADRILLOS DE L.A	SOLES	73,766.45	LADRILLOS DE L.A	SOLES	75,207.24	1,440.79	1.95	ADICIONAL
01.01.03.08.01	ESCALERA	SOLES	16,738.79	ESCALERA	SOLES	24,857.54	8,118.75	48.50	ADICIONAL
01.01.03.09.01	VIGA DE CIMENTACION	SOLES	0.00	VIGA DE CIMENTACION	SOLES	2,300.05	2,300.05	100.00	ADICIONAL
	ACEROS			**ACEROS**			**ACEROS**		
01.01.03.01.02	PLATEA DE CIMENTACIÓN	SOLES	207,986.27	PLATEA DE CIMENTACIÓN	SOLES	349,002.95	141,016.68	67.80	ADICIONAL
01.01.03.02.03	SOBRECIMIENTOS ARMADOS	SOLES	26,056.42	SOBRECIMIENTOS ARMADOS	SOLES	39,795.69	13,739.27	52.73	ADICIONAL
01.01.03.03.03	MUROS REFORZADOS	SOLES	17,299.71	MUROS REFORZADOS	SOLES	102,073.34	84,773.63	490.03	ADICIONAL
01.01.03.04.04	COLUMNAS	SOLES	193,248.84	COLUMNAS	SOLES	341,824.76	148,575.92	76.88	ADICIONAL
01.01.03.05.04	VIGAS	SOLES	267,660.70	VIGAS	SOLES	170,615.27	-97,045.43	-36.26	DEDUCTIVO
01.01.03.06.03	LOSA MACIZA	SOLES	70,229.83	LOSA MACIZA	SOLES	161,632.58	91,402.75	130.15	ADICIONAL
01.01.03.07.03	LOSA ALIGERADA	SOLES	175,151.93	LOSA ALIGERADA	SOLES	127,510.99	-47,640.94	-27.20	DEDUCTIVO
01.01.03.08.03	ESCALERA	SOLES	17,934.90	ESCALERA	SOLES	21,028.04	3,093.14	17.25	ADICIONAL
01.01.03.09.03	VIGA DE CIMENTACION	SOLES	0.00	VIGA DE CIMENTACION	SOLES	6,830.35	6,830.35	100.00	ADICIONAL
	TOTAL	SOLES	2,388,299.85	TOTAL	SOLES	2,720,325.23	332,025.38	13.90	ADICIONAR

Nota: Elaboración propia.

En nuestra tabla de diferencia de costos con herramientas tradicionales y herramientas BIM nos indica lo siguiente:

- En la partida de concreto simple 01.01.02.01 Solados nos demuestra que se debe realizar un deductivo de la cantidad de s/ 4,667.89 soles que equivale en un 10.16% en el presupuesto del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia sede Chulucanas de la provincia de Piura.
- En la partida de concreto armado 01.01.03.03.01 Muros reforzados nos demuestra que se debe realizar un adicional de la cantidad de s/46,441.45 soles que equivale en un 232.15% en el presupuesto del proyecto de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

preinversión de la Corte Superior de Justicia sede Chulucanas de la provincia de Piura.

- En la partida de acero 01.01.03.03.03 Muros reforzados nos demuestra que se debe realizar un adicional de la cantidad de s/ 84,773.63 soles que equivale en un 490.03% en el presupuesto del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia sede Chulucanas de la provincia de Piura.

Se observa las variaciones más representativas en la partida de solados de concreto simple es de un 10.19% , en concreto armado la partida de muros reforzados tiene la mayor variación de 232.15% y en aceros la partida de muros reforzados con mayor variabilidad es de 490.03%; entre ambas técnicas de resolución, BIM es más preciso ya que limitaba los errores por interpretación de los planos 2D; este caso es un ejemplo claro en los elementos complejos, como vigas de cimentación y muros reforzados.

Al comparar los resultados del proyecto con respecto al costo real, se encontró una diferencia de S/ 332,025.38, correspondiente a ítems no cuantificados en la etapa de elaboración del presupuesto para el proyecto de preinversión, quedando este monto un 13.90 % del costo total del proyecto, mostrando desaprobación hacia el presupuesto elaborado con herramientas tradicionales frente a un procedimiento más exhaustivo con herramientas BIM.

Verificación y validación de resultados

Estudios recientes han demostrado que BIM aporta una mayor confiabilidad en los presupuestos respecto a los métodos tradicionales. (Marca Quispe ,2023) demostró que llegó a ahorrar el 5.15 % del presupuesto final evitando un sobrecosto que superó los S/ 554,000 respecto al uso de la metodología tradicional.

Del mismo modo, (Llajaruna López et al., 2023), expuso en el congreso Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI), una disminución del 11.44 % de reducción de costos al momento de aplicar el método BIM en sus proyectos; por su parte,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(Aquino Condori & Agreda Ramirez, 2024) observaron una variación del 3.67 % entre ambos métodos de trabajo, debido a la mayor exactitud de costos.

En resumen, estos resultados corroboran lo preexistente, que la metodología que se aplica influye directamente sobre el costo global del proyecto. En comparación, la investigación revela que el presupuesto BIM fue 13,9 % mayor al convencional, debido principalmente al incremento en partidas de acero. Sin embargo, esta diferencia no contradice los hallazgos de las investigaciones referenciadas; por el contrario, los refuerza, anticipar costos más altos en el diseño evita desviaciones aún mayores en la ejecución. En consecuencia, se valida que BIM constituye una herramienta más confiable y costo - efectividad frente al método tradicional, al ofrecer estimaciones económicas realistas que previenen sobrecostos contractuales.

Objetivo específico 3: Determinar la eficiencia técnica del uso de herramientas BIM en la formulación del proyecto de preinversión.

Los resultados que se obtuvieron en los objetivos anteriores, prueba de manera amplia cómo la utilización de herramientas BIM aporta a la eficiencia técnica en la elaboración de la formulación del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas.

Metrados de los elementos estructurales BIM vs. Metrados tradicionales

Los metrados ejecutados a partir de Autodesk Revit reflejan mayor confiabilidad y fidelidad, que los Metrados que se realizan mediante procesos de metrados tradicionales, lo que conlleva a disminuir las diferencias entre los planos y metrados. Se comprobó un mayor margen de error en las partidas de concreto, acero de refuerzo, lo cual afecta la confiabilidad de los costos. Esto valida que el uso de BIM, no sólo disminuye el tiempo de elaboración de metrados, sino que, además, reduce la probabilidad de realizar retrabajos en los proyectos de preinversión.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Análisis de costos de los elementos estructurales con BIM vs método tradicional

Se observó la reducción de las variaciones de presupuesto al aplicar BIM, pues los costos obtenidos a partir del modelo tridimensional se acercaron más a la realidad de los costos del expediente técnico. El método tradicional muestra mucha dispersión en los resultados de los costos, aumentando las probabilidades de ajustes en la etapa de la elaboración del expediente técnico. BIM permitió reunir metrados y costos en la misma plataforma de trabajo, facilitando el control y la consistencia entre metrados y presupuesto.

La determinación de la eficiencia se centra en 4 grandes actividades: modelado, metrados de elementos estructurales, estimación de costos e identificación y corrección de errores.

Tabla 10

Determinar la eficiencia

Actividad	Recursos – Método tradicional	Tiempo tradicional (días)	Recursos – Metodología BIM	Tiempo BIM (días)	Diferencia de tiempo (%)
Modelado / elaboración de planos estructurales	1 ingeniero estructural (planos 2D)	7	1 ingeniero BIM estructural (modelado 3D – LOD 300)	14	-100%
Metrado de elementos estructurales	1 ingeniero + 1 asistente (metrado manual)	7	1 ingeniero BIM (extracción automática de cantidades)	1	600 %
Estimación de costos	1 ingeniero (uso de metrados manuales)	2	1 ingeniero (uso de metrados del modelo BIM)	2	0 %
Identificación y corrección de errores	1 ingeniero (revisión manual de planos)	7	1 ingeniero BIM (revisión integrada al modelo)	1	600 %

Nota: Los tiempos son solo en la especialidad de estructuras y para este proyecto, cabe indicar que los tesistas han elaborado las 2 metodologías en el estudio del proyecto de preinversión.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El proyecto está conformado por tres bloques de edificación con diferentes áreas y número de niveles:

- **Bloque 01:** 359.82 m² – 2 pisos
- **Bloque 02:** 979.75 m² – 3 pisos
- **Bloque 03:** 332.21 m² – 3 pisos
- **Área total:** 1,671.78 m²

La metodología tradicional, se basa en planos estructurales en 2D y en procesos manuales, las actividades se realizan secuencialmente y de forma separada en cada nivel y en cada bloque, lo que provoca que el tiempo de ejecución aumente proporcionalmente a medida que se incrementa el área construida y el número de pisos.

Justificación de tiempo con herramientas tradicionales

Elaboración de planos estructurales en 2D – 7 días

El tiempo total es de 7 días, se justifica por la necesidad de elaborar planos estructurales independientes por bloque y por nivel, así como por la coordinación manual entre elementos estructurales.

Distribución del tiempo por bloque:

- **Bloque 01: 2 días**, 1 día planos de cimentación y 1 día plano de losa aligerada.
- **Bloque 02: 3 días**, 1.5 días planos de cimentación y 1.5 días plano de losa aligerada.
- **Bloque 03: 2 días**, 1 día planos de cimentación y 1 día plano de losa aligerada.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Metrado de elementos estructurales – 7 días.

El metrado estructural tradicional se realiza de forma manual, midiendo cada elemento directamente desde los planos en dos dimensiones, lo que demanda un mayor tiempo conforme aumenta la magnitud del proyecto.

Distribución del tiempo por bloque:

- **Bloque 01: 2 días**, 1 día metrado de planos de cimentación y 1 metrado de plano de losa aligerada.
- **Bloque 02: 3 días**, 1.5 días metrado de planos de cimentación y 1.5 días metrado de plano de losa aligerada.
- **Bloque 03: 2 días**, 1 día metrado de planos de cimentación y 1 día metrado de plano de losa aligerada.

Estimación de costos – 2 días

Los costos se calculan a partir de los metrados manuales y los costos parciales con su respectivo análisis de precios unitarios. El tiempo asignado es de 2 días, ya que esta actividad depende fundamentalmente del análisis económico en lugar de donde se va a realizar el proyecto.

Distribución del tiempo

- Dia 1 se realiza en el software S10 costos y presupuestos la colocación de todas las partidas que va a intervenir en esta especialidad con sus respectivos análisis de precios y sus cotizaciones.
- Dia 2 en el software S10 costos y presupuestos se realiza el presupuesto de la especialidad de estructuras.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Identificación y corrección de errores – 7 días

La identificación y corrección de errores se desarrolla manualmente de los planos estructurales a través de los planos 2D, revisando cada bloque y cada nivel independientemente.

Distribución del tiempo por bloque:

Bloque 01: **2 días**; 1 día para identificar si el metrado y los costos estén bien, 1 día para levantar alguna observación tanto en Metrados y en costos.

Bloque 02: **3 días**, 1.5 días para identificar si el metrado y los costos estén bien, 1.5 días para levantar alguna observación tanto en Metrados y en costos.

Bloque 03: **2 días**; 1 día para identificar si el metrado y los costos estén bien, 1 día para levantar alguna observación tanto en Metrados y en costos.

Justificación de tiempo con herramientas BIM

1. Modelado estructural BIM – 14 días

El tiempo total del modelado de los elementos estructurales BIM es de 14 días, el cual es justificado de acuerdo a los datos del área edificada, número de niveles, número de elementos estructurales por bloque.

Distribución del tiempo por bloque:

- **Bloque 01: 4 días**, 2 días modelado de cimentación y 2 días modelado de losa aligerada.
- **Bloque 02: 6 días**, 3 días modelado de cimentación y 3 días modelado de losa aligerada.
- **Bloque 03: 4 días**, 2 días modelado de cimentación y 2 días modelado de losa aligerada.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Metrado de elementos estructurales BIM – 1 día

El metrado de los elementos estructurales se produce de modo automático a partir del modelo BIM definitivo. El tiempo total de un día se debe fundamentalmente a la configuración de las tablas de cantidades y a la comprobación de los resultados.

3. Estimación de costos – 2 días

La estimación de los costos se realiza de una manera consolidada para los tres bloques. La justificación del tiempo de dos días es debido a que esta actividad depende principalmente de la realización del análisis de precios unitarios, cotizaciones y de la estructura del presupuesto.

Distribución del tiempo

- Dia 1 se realiza en el software Presto y cost-it la colocación de todas las partidas que va a intervenir en esta especialidad con sus respectivos análisis de precios y sus cotizaciones.
- Dia 2 en el software Presto y cost-it se realiza el presupuesto de la especialidad de estructuras.

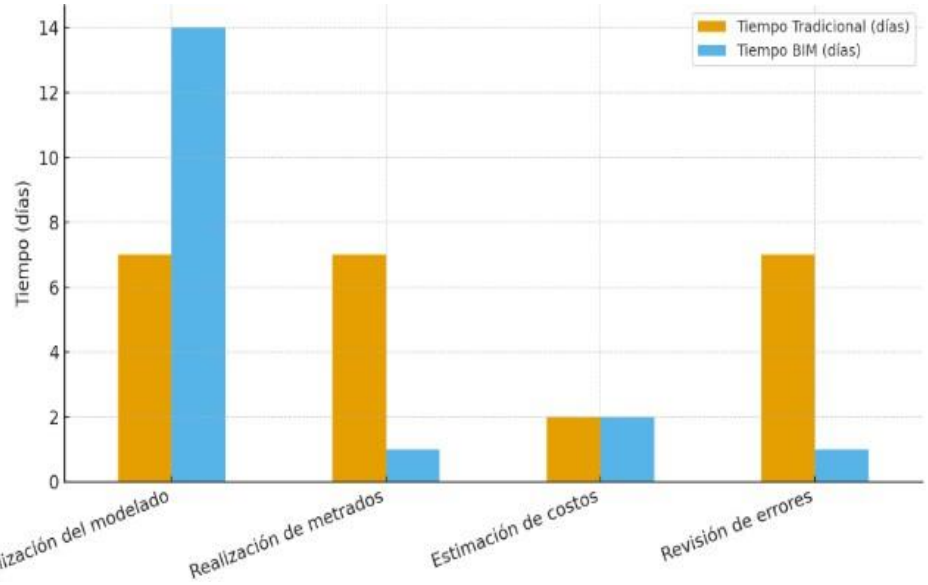
4. Identificación y corrección de errores – 1 día

La identificación y corrección de errores se realiza directamente sobre el modelo BIM en los elementos estructurales integrados, permitiendo evaluar simultáneamente los tres bloques.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 11

Gráficas de comparativa de tiempos



Nota: Elaboración propia

- La fase de modelado BIM ocupó más tiempo en un 100% (14 días frente a 7) por la parametrización y configuración del modelo digital.
- En la ejecución de metrados, BIM redujo mucho el tiempo en un 600% (1 día frente a 7), con una eficacia seis veces superior.
- La estimación de costos tuvo un 0% el mismo tiempo para los dos métodos calculados (2 días), aunque con BIM se puede cumplir con mayor precisión los datos de base.
- En la revisión de errores, el BIM batió abrumadoramente con un 600% al método convencional (1 día frente a 7) por la detección en fases más tempranas de los errores modelados en el modelo 3D.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La eficiencia técnica del uso de herramientas BIM se confirma en dos dimensiones claves:

a) Productividad y precisión en metrados.

La precisión se establece en función de la sensibilidad del metrado ante los errores de interpretación, considerando que:

En la metodología tradicional, los metrados se obtienen a partir de planos 2D, lo que incrementa el riesgo de:

Omisiones de elementos

Doble contabilización

Errores por interpretación geométrica

En la metodología BIM, los metrados son los que se extraen directamente del modelo paramétrico, de forma que cada uno de los elementos estructurales queda definido de acuerdo a sus propiedades geométricas y constructivas.

Evidencia técnica

Se verificó en el análisis de resultados que:

- Las mayores variaciones se concentran en las partidas de:
    - Concreto estructural
    - Acero de refuerzo
- Estas partidas presentan alta sensibilidad a errores dimensionales y de cuantificación cuando se emplean procedimientos manuales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El uso de BIM reduce estos errores al asegurar:

- Correspondencia directa entre geometría y cantidad.
- Actualización automática de metrados ante cambios en el modelo.
- Eliminación de discrepancias entre planos y Metrados.

Productibilidad relación área–tiempo

Considerando el área total del proyecto:

- **Área total:** 1,671.78 m²

Se obtiene la productividad espacial:

Metodología tradicional

$$1{,}671.78\ m2/7días = 238.83\ \text{m2/dı´a}$$

Metodología BIM

$$1{,}671.78\ m2/1días = 1{,}671.78\ \text{m2/dı´a}$$

El uso de BIM multiplica por siete la capacidad de procesamiento de metrados por unidad de tiempo, evidenciando una mejora sustancial en la productividad técnica del proceso.

b) Coherencia y confiabilidad en la estimación de costos.

Los presupuestos obtenidos reflejan de manera consistente las cantidades reales del proyecto de preinversión y mantienen correspondencia entre planos, metrados y costos, reduciendo desviaciones respecto al costo real del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Coherencia en costos

En la metodología tradicional, los costos se estiman a partir de metrados manuales obtenidos desde planos 2D, lo que genera riesgos de:

- Omisiones de partidas
- Doble contabilización
- Desfase entre planos y presupuesto

En contraste, la metodología BIM vincula directamente el modelo estructural con los metrados y los costos, garantizando coherencia entre:

- Geometría modelada
- Metrados extraídos
- Costos estimados

Confiabilidad de los costos

La confiabilidad se evalúa mediante la **variación del costo estimado respecto al costo de referencia**, entendiendo este último como el costo real o el costo técnicamente ajustado del proyecto.

En el análisis se identificó una diferencia monetaria asociada a partidas estructurales (concreto y acero), producto de errores acumulados en la cuantificación tradicional.

Cálculo de la variación presupuestal

Sea:

- C_r= Costo de referencia del proyecto
- C_t= Costo estimado mediante metodología tradicional
- ΔC= Diferencia detectada

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Se obtuvo:

$$\mathrm{Cr} - \mathrm{Ct} = \Delta C$$

$$s/2'720{,}325.23 - \mathrm{s}/2'338{,}299.85 = \Delta C$$

$$\Delta C = S/332{,}025.38$$

Esta diferencia no se interpreta como variación entre metodologías, sino como una brecha respecto al costo real del proyecto, atribuible a errores de metrado y consistencia en las herramientas tradicionales.

Aporte del BIM a la confiabilidad

La metodología BIM reduce esta brecha debido a que:

- Los metrados se generan directamente del modelo paramétrico.
- Las modificaciones se actualizan automáticamente.
- Se reduce la dependencia de interpretación manual.
- Se mejora la trazabilidad entre elemento–metrados–costos.

En consecuencia, el costo estimado mediante BIM presenta mayor cercanía al costo real del proyecto de preinversión, incrementando su confiabilidad dentro de los márgenes aceptables establecidos por la normativa Invierte.pe.

Infraestructura tecnológica

La aplicación de las herramientas BIM, la infraestructura tecnológica abarca estaciones de trabajo de alto rendimiento, servidores locales o en la nube, plataformas de modelado y de coordinación y sistemas de gestión documental y entornos comunes de datos (CDE). Esta infraestructura es el soporte práctico que permite la interoperabilidad entre herramientas, la colaboración entre agentes y el seguimiento de la información durante el ciclo de vida del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La implementación requiere equipos de cómputo con características mínimas de:

- Procesador Intel i7 o Ryzen 7, 16–32 GB RAM doceava generación.
- Tarjeta gráfica dedicada de 6 GB o superior.
- SSD de 512 GB almacenamiento mínimo.
- Conectividad estable a internet para trabajo colaborativo.

Adicionalmente, se considera el software Revit 2023 al 2025, uso de servidores en la nube (Autodesk Construction Cloud, BIM 360, o similares) para almacenamiento, control de versiones y trabajo en equipo.

Estrategias de implementación y migración

La aplicación de las herramientas BIM en proyectos de preinversión para la corte superior de Justicia de la provincia de Piura, se requiere de una estrategia apropiadamente estructurada donde se realice una adopción gradual, de forma que se minimicen riesgos y se aprovechen al máximo los beneficios. Se proponen tres fases fundamentales como camino a seguir:

1. Formación inicial del equipo de formuladores de proyectos en herramientas BIM

El primer paso consiste en capacitar a los profesionales participantes del trabajo de formulación de proyectos de infraestructura para el uso de herramientas BIM. La formación debe abordar tanto el manejo técnico de los softwares Revit, como la comprensión del flujo de trabajo colaborativo típico del ambiente BIM. Igualmente, hay que considerar la interrelación de datos, la extracción de metrados estructurales y la vinculación de modelos 3D con partidas presupuestales. Dicha actividad es fundamental porque la resistencia al cambio disminuye en tanto los equipos consideran que poseen el conocimiento y la competencia para operar en el nuevo sistema.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Migración gradual de BIM a partir del caso piloto

La etapa dos se da en la aplicación de BIM para la formulación de un proyecto piloto, la formulación del proyecto de preinversión de la Corte Superior de Justicia de Chulucanas. Para ello, la etapa dos retoma, explora y desarrolla dos funciones básicas:

Realizar pruebas de los procesos digitales propuestos en un caso práctico, lo que facilitará las fortalezas y debilidades de la metodología.

Concluir con ajustes metodológicos para adecuar la metodología de planificación de los flujos de trabajo a la realidad institucional, lo que teóricamente mitigaría algunas de las incertidumbres involucradas en la adopción masiva del método BIM.

La migración gradual implica promover la coexistencia, en paralelo, de algunos procesos tradicionales de formulación de metrados y costos con la adopción de la formulación de metrados y costos con herramientas BIM, a fin de alimentar la comparación directa y mostrar el trabajo realizado a través de las herramientas BIM.

3. El escalamiento progresivo a otros proyectos de preinversión

Una vez comprobada la viabilidad técnica y operativa en el proyecto piloto, se entra en la fase de escalamiento. En esta fase se va incorporando la metodología BIM en otros proyectos de preinversión en infraestructura de edificación, estableciendo distintas métricas de desempeño que permiten cuantificar el impacto de la metodología BIM en los siguientes aspectos:

Tiempo: reducción de horas hombre en la formulación de metrados.

Costos: mayor grado de exactitud en presupuestos de estructuras.

Calidad: estandarización de la información y reducción de inconsistencias en los productos entregables. El escalamiento debe ir asociado a un sistema de monitoreo y retroalimentación que aseguren la mejora continua y sostenida de la innovación a largo plazo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Evaluación financiera

La evaluación financiera para determinar la viabilidad económica para usar las herramientas BIM en los proyectos de preinversión, ya que permite contrastar los costos de inversión con los beneficios alcanzados a través de la inversión y si la introducción de la tecnología es sostenible y rentable en el tiempo.

Tabla 11

Implementación de herramientas BIM

IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM			
Concepto	**cantidad (por año)**	**Costo estimado (S/.)**	**Detalle**
Licencias de software (Autodesk Revit, Presto, Cost-It)	Por computador Autodesk Revit = 9,800.00 soles Presto y cost-it = 4,325.13 soles Total = 14,125.13 soles 6 computadores = 6x14,125.13 soles = 84,750.78 soles	84,750.78	Licencias anuales para el equipo de formulador
Hardware especializado (computadoras de alto rendimiento, servidores)	6 Laptops = 6x11,500 soles = 69,000.00 soles	69,000.00	Estaciones de trabajo y almacenamiento
Capacitación y entrenamiento en BIM	Personas 6 = 6x5,000.00 soles = 30,000 soles	30,000.00	Cursos y talleres para el equipo técnico
Consultoría técnica y soporte (Evaluador)	1 Persona = 12x 5,000.00 soles = 60,000.00 soles	60,000.00	Asesoría en implementación y buenas prácticas
	Total inversión inicial	**243,750.78**	

Nota: Elaboración propia basado a costos comerciales

Para la implementación de las Herramientas BIM en nuestro trabajo de investigación es de un monto de s/ 243,750.78 soles durante 1 año. Luego el monto de sostenimiento será de s/ 84,750.78 soles por año.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 12

Metodología con herramientas Tradicionales

Herramientas tradicionales			
Concepto	**cantidad (por año)**	**Costo estimado (S/.)**	**Detalle**
Licencias de software (Autodesk Autocad, S10 costos y presupuestos, excel)	Por computador Autodesk Autocad = 6,825.00 soles S10 Cost y presup. = 4,200.00 soles Total = 11,025.00 soles 6 computadores = 6x14,125.13 soles = 66,150.00 soles	66,150.00	Licencias anuales para el equipo de formulador
Hardware especializado (computadoras de alto rendimiento, servidores)	6 Laptops = 6x5000.00 soles = 30,000.00 soles	30,000.00	Estaciones de trabajo y almacenamiento
	Total inversión	**96,150.00**	

Nota: Elaboración propia basado a costos comerciales.

Para la metodología tradicional con las Herramientas tradicionales en nuestro trabajo de investigación es de un monto de s/ 96,150.00 soles durante 1 año. Luego el monto de sostenimiento será de s/ 66,150.00 soles por año.

Tabla 13

Costos de reformulación de proyectos de preinversión

Costo de reformulación de proyectos tradicional			
Concepto	**cantidad (por proyecto)**	**Costo estimado (S/.)**	**Detalle**
Estudios basicos	1 est. de suelos = s/ 2000.00 soles 1 levan. Topo. = s/ 3000.00 soles Otros = s/3,000.00 soles Total = s/ 8000.00 soles	8,000.00	Todos los estudios basicos para el proyecto
Equipo formulador	6 personas = 6 x 5,000.00 soles = 30,000 soles	30,000.00	Personal para formulacion de proyectos
Evaluador	1 persona = 10,000.00 soles	10,000.00	Personal que realiza la evaluación de todo el proyecto
	Costo referencial de reformulación	**48,000.00**	

Nota: Elaboración propia basado a costos comerciales.

Si durante el año solo se reformula un proyecto de preinversión la utilización de la metodología tradicional, es la opción más económica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Sin embargo, si la entidad reformula dos o más proyectos, la metodología BIM se convierte en la alternativa mucho más económica, además de reducir los plazos y los riesgos de error. Todo ello se complementa además con los beneficios intangibles que ofrece el BIM, la mejora del control lineal, costos y la mayor seguridad de la información.

Cabe indicar que para el año 2030 todas las entidades deberán implementar la metodología BIM en todas las entidades del estado.

Costos iniciales de inversión

La inversión necesaria se destina fundamentalmente a:

- Licencias de software específico BIM, como Autodesk Revit, Presto y Cost-it que permiten la modelación estructural y la obtención de Metrados y presupuestos automáticamente.
- Adquisición de hardware, en el sentido de equipos de alto rendimiento que sostengan el modelado tridimensional y el tratamiento de grandes volúmenes de información.
- Capacitación del personal técnico, a fin de facilitar la apropiación de competencias para la aplicación de las herramientas BIM y su integración con los procesos de preinversión, hasta llegar a ser usuarios avanzados de los mismos.
- Servicios de consultoría técnica, necesarios para la adaptación de los procesos de la organización y la redacción de manuales de buenas prácticas.

Gastos operativos

Por cada período que se utiliza la metodología, aparecen gastos recurrentes relacionados con los siguientes conceptos:

- Licencia y suscripción anual de software.
- Actualizaciones tecnológicas periódicas necesarias para poder seguir utilizando los formatos y estándares que se van estableciendo o aparecen.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Apoyos y soporte técnico especializado, interno y externo, que se presentan con el uso de este tipo de software.
- Capacitación, ya que las herramientas digitales y los requerimientos van cambiando y es necesario un entrenamiento constante.

Beneficios esperados

La implementación de BIM hace posible generar beneficios tanto directas como indirectas:

- Sustancial disminución de errores en los metrados estructurales, lo que provoca una reducción de las contingencias presupuestarias en fases posteriores.
- Mejora en el costo del proyecto al mejorar la exactitud de los presupuestos, evitando tanto duplicidades como partidas omitidas.
- Minimización del tiempo en la definición de proyectos, gracias a una automatización en la producción de metrados y en la obtención de informes.
- Mayor exactitud en la toma de decisiones, cimentada en datos verificados y constantes.
- Fortalecimiento institucional, dado que la organización cuenta con procesos estandarizados, alineados a la Guía Nacional BIM Perú.

Beneficios Intangibles

Como hemos señalado, además de los beneficios económicos cuantificables, la incorporación de BIM genera beneficios intangibles que refuerzan la competitividad institucional, por ejemplo:

- Mejor calidad de los entregables técnicos.
- Mayor transparencia en la gestión de proyectos públicos.
- Incremento en las capacidades de innovación y de modernización tecnológica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Contribución al alineamiento con las políticas nacionales e internacionales de transformación digital en la construcción.

La evaluación económica no se limita únicamente a la recuperación de la inversión realizada, sino que busca también demostrar que las herramientas BIM son capaces de demostrar que se trata de un mecanismo eficiente y de sostenibilidad económica, con el cual se puede obtener un resultado positivo e incrementar proyectos de preinversión del sector público.

Costo – Beneficio

Si en caso durante un año la entidad reformula aproximadamente 2 proyectos el costo es de: 2 x (s/96,150.00 + s/48,000.00) = s/ 288,300.00 soles y el costo de implementar BIM en la entidad en el primer año seria de s/ 243,750.78 soles.

Fórmula:

$$\text{C/B} = \frac{(\text{Costos tradicionales + costos de reformulación})}{\text{Costos de implementación BIM}}$$

$$\text{C/B} = \frac{s/288{,}300.00}{\text{s/243,750.78}}$$

$$\text{C/B} = 1.18$$

El resultado nos indica que considerando 2 reformulaciones es viable la implementación del BIM.

Donde:

- **Costos tradicionales + costos de reformulación**: son los costos de la elaboración de proyectos con herramientas tradicionales más el costo de la reformulación de proyectos.
- **Costos de implementación BIM**: son los costos de licencias, capacitación, hardware y soporte técnico.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Si **C/B > 1**, la aplicación de BIM es económicamente viable.
- Si **C/B < 1**, no es viable.

Verificación y validación

Según (Chong, Lopez, & Wang, 2022) reportan que BIM puede reducir hasta un 80% los tiempos de metrados y documentación en proyectos de edificación.

(Kumar, Singh, & Pandey, 2023) demostraron que el uso de BIM disminuye en más del 70 % los errores de cuantificación respecto a los métodos convencionales.

(Lee, 2023) concluye que los beneficios netos de BIM en eficiencia multiplican entre 3 y 5 veces la inversión inicial, confirmando su costo–efectividad.

Los resultados de este estudio, que muestran reducciones del 87,5 % en tiempo y del 75 % en errores, son consistentes con los hallazgos internacionales y en algunos casos incluso superan los valores reportados. Esto valida que BIM en la fase de preinversión incrementa de manera significativa la efectividad técnica en comparación con el método tradicional.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En relación al **objetivo específico 1**, se concluye que la elaboración de metrados de los elementos estructurales mediante herramientas BIM presenta diferencias significativas frente al método tradicional, evidenciando mayor coherencia, reducción de omisiones y mejor trazabilidad entre los elementos modelados y las cantidades obtenidas en la etapa de preinversión.

Respecto al **objetivo específico 2**, se concluye que los costos de los elementos estructurales obtenidos a partir de metrados elaborados con herramientas BIM difieren de aquellos calculados mediante métodos tradicionales, lo que demuestra que el uso de BIM contribuye a una estimación de costos más consistente y alineada con el diseño estructural del proyecto de preinversión.

En cumplimiento del **objetivo específico 3**, se concluye que el uso de herramientas BIM permite determinar una mayor eficiencia técnica en la formulación del proyecto de preinversión, reflejada en una mejor integración entre diseño, metrados y costos, así como en la reducción de reprocesos y tiempos asociados a la generación y actualización de información técnica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Recomendaciones

Se recomienda que las entidades del Estado promuevan la adopción gradual de BIM en la etapa de preinversión, siguiendo los lineamientos del Plan BIM Perú, para asegurar mayor precisión en metrados y presupuestos.

Es necesario fortalecer las competencias digitales de los profesionales involucrados en proyectos de infraestructura, mediante programas de capacitación en herramientas como Autodesk Revit y Cost-It y Presto, con el fin de garantizar un uso eficiente y estandarizado de la metodología.

Establecer estrategias de gestión enfocadas en reducir los retrabajos, mediante una verificación y coordinación de los modelos para minimizar errores que incidan en el tiempo y en el presupuesto.

Se sugiere ampliar el análisis a otras especialidades del proyecto (arquitectura e instalaciones) y a fases posteriores (diseño y ejecución), con la finalidad de evaluar integralmente la influencia de BIM en costos, tiempos y calidad de la construcción pública.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdirad, H. &. (2021). Advancing BIM-enabled building lifecycle management: A review. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(2).

Aquino Condori, Jorge Luis, & Agreda Ramirez, Sumalla Panqara. (2024). *Análisis comparativo entre la metodología BIM y el método tradicional en la elaboración de presupuestos de un proyecto educativo* [Tesis de maestría]. Repositorio Institucional. https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3854

AUTODESK. (2025). Obtenido de https://www.autodesk.com/latam

Cheng, J. C. (2022). A BIM-based system for quantity take-off and cost estimation. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(3), 987–1005.

Chong, H., Lopez, R., & Wang, J. (2022). Reducing time and improving accuracy in quantity take-off using BIM: Evidence from building projects. *Automation in Construction*, 136, 104178. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104178.

Das, K. (2025). The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies. *Build Perform*, Volume 5, article number 25.

Eastman, C. T. (2018). BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors (3rd ed.). *John Wiley & Sons.*

Finanzas, D. M. (2022). Informe técnico de brechas de infraestructura del Poder Judicial. *Dirección General de Programación Multianual de Inversiones*.

Finanzas, M. d. (2024). *https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100674&view=article&catid=193&id=310&lang=es-ES*.

Finanzas, M. d. (2024). MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACIÓN DE JUSTICIA EN LA SEDE JUDICIAL DE CHULUCANAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE PIURA DISTRITO DE CHULUCANAS DE LA PROVINCIA DE MORROPON DEL DEPARTAMENTO DE PIURA. *INVIERTE.PE*.

García, L. &. (2022). Precisión en estimación de costos mediante BIM vs. métodos tradicionales. *Revista Ingeniería y Construcción*, 115–127.

García, M, Fernández, P, & Torres, L. (2022). Impacto de BIM en la reducción de errores de cuantificación y costos en proyectos públicos. *Ingeniería y Gestión de Proyectos*, 15(2), 45–59.

García, M. F. (2022). Impacto de BIM en la reducción de costos en proyectos públicos. *Ingeniería y Gestión de Proyecto*, 15(2), 45-59.

Gobierno Regional de Piura. (2024). *Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Administración de Justicia de Chulucanas de la Corte Superior de Justicia de Piura, distrito de Chulucanas.*

https://presto.aparejadorivan.com/?_gl=1%2A1gwal89%2A_gcl_au%2AMTcyNTYyMjg5MC4xNzU3NzgzMTAz%2A_ga%2AMTQwOTYwNjU3MC4xNzU3NzgzMTA0%2A_ga_3ZQ08ECYE0%2AczE3NTc3ODcxMDMkbzEkZzAkdE3NTc3ODcxMDMkajYwJGwwJGgw. (2025). *PRESTO.*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ISO 19650-1. (2019).

ISO. (2019). ISO 19650-1:2018 – Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM). *Part 1: Concepts and principles. ISO*.

Kumar, K., Singh, V., & Pandey, A. (2023). Enhancing accuracy in construction cost estimation through BIM-based workflows: A comparative analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(4).

Lee, J. &. (2023). Enhancing Construction Project Performance through BIM: A Review of Recent Developments. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(1).

Lu, Q. W. (2020). A financial decision-making framework for construction projects based on BIM. *Automation in Construction*, 112, 103–117.

Llajaruna López, Orlando Edilberto, et al. (2023). *Project budgeting with BIM and traditional methodology in Peru*. Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology. https://proceedings.laccei.org/index.php/laccei/article/view/3082

Marca Quispe, Yimi Jesús. (2023). *Análisis comparativo entre metodología BIM y método tradicional, implementando gestión de tiempo y costos en un proyecto en Ica* [Tesis de maestría]. Repositorio Institucional. https://repositorio.utea.edu.pe/items/e330acb3-768d-4047-a971-339903e43276

PRESTO. (2025). *PRESTO.* https://presto.aparejadorivan.com/?_gl=1%2A1gwal89%2A_gcl_au%2AMTcyNTYyMjg5MC4xNzU3Nzg3MTAz%2A_ga%2AMTQwOTYwNjU3MC4xNzU3Nzg3MTA0%2A_ga_3ZQ08ECYE0%2AczE3NTc3ODcxMDMkbzEkZzAkdDE3NTc3ODcxMDMkajYwJGwwJGgw.

PRESTO. (2025). *PRESTO.COM.* Obtenido de https://presto.aparejadorivan.com

Sacks, R. E. (2020). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. *John Wiley & Sons*, 3rd ed.

Solórzano Churampi, Helen Juliet. (2022). *Análisis comparativo entre metodología BIM y método tradicional, implementando gestión de tiempo y costos en una institución educativa* [Tesis de maestría]. Repositorio Institucional. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPLA_a94d028f625168faaf8487d443089633

Succar, B. (2016). Building Information Modelling Maturity Matrix. *BIM Journal*, 65–108.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE FACULTAD N°105-2025-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: "ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL USO DE HERRAMIENTAS BIM EN METRADOS Y COSTOS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO DE PREINVERSIÓN DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA CHULUCANAS", presentado por:

- Miguel Angel Cruz Ruiz
- Jesus Anthony Orencio Santos

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: "ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL USO DE HERRAMIENTAS BIM EN METRADOS Y COSTOS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO DE PREINVERSIÓN DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA CHULUCANAS", con Número de registro: POS-122-2025-00934, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto, con plazo de sustentación 21 DE SETIEMBRE DE 2026 y nombrar al docente CARLOS ROLANDO LEGUA PÉREZ como asesor para el desarrollo de tesis en cuestión.

Regístrese, Comuníquese y archívese



Arq. André Nery
Director Académico
Facultad de Ciencias Ambientales

CARTA DE EXONERACIÓN DE EVALUACIÓN POR COMITÉ DE ÉTICA

Lima, 18 de setiembre de 2025.

Estimado Director Académico de la Maestría en Gestión de la Construcción

Le escribo con respecto al proyecto de tesis titulado: ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL USO DE HERRAMIENTAS BIM EN METRADOS Y COSTOS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO DE PREINVERSIÓN DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA CHULUCANAS de los tesistas JUAN MIGUEL ANGEL CRUZ RUIZ y JESUS ANTHONY ORENCIO SANTOS
registrado con número POS-122-2025-00934.

Luego de la lectura, como Responsable de Investigación, se informa que el proyecto en mención no será enviado al Comité de Ética por estar dentro de la categoría descrita en el numeral 1 y por no incluir a seres humanos ni animales en su análisis.

Por lo tanto, se puede proceder a la emisión de la resolución directoral de aprobación del proyecto de tesis mencionado.

Sin otro particular, atentamente me despido.



Responsable de Investigación
Mag. Arq. José Alonso Pajuelo Bravo