

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM 5D PARA OPTIMIZAR LAS MODIFICACIONES PRESUPUESTALES EN PROYECTOS VIALES DEL DISTRITO DE TORATA 2025”

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. MACKS ARNOLD CHOQUETAYPE VERA

Bach. HEYDI MADELIS TORRES TALA

TACNA – PERÚ

2025

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM 5D PARA OPTIMIZAR LAS MODIFICACIONES PRESUPUESTALES EN PROYECTOS VIALES DEL DISTRITO DE TORATA 2025”

Tesis sustentada y aprobada el 13 de diciembre de 2025; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIO : Mag. FREDY RICHARD CONDORI GOMEZ

VOCAL : Mtra. GLENDA MILAGROS LINAJA GARCIA

ASESOR : Dr. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Macks Arnold Choquetaype Vera, Heydi Madelis Torres Tala, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 74043717 y 72774619 respectivamente, así como Pedro Valerio Maquera Cruz con DNI 00471913 declaramos en calidad de autor(es) y asesor que:

1. Somos los autores de la tesis titulado: “*Aplicación de la Metodología BIM 5D para optimizar las modificaciones presupuestales en proyectos viales del Distrito de Torata 2025*”, la cual presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 13 de diciembre de 2025

Macks Arnold Choquetaype Vera
DNI:74043717

Heydi Madelis Torres Tala
DNI:72774619

Pedro Valerio Maquera Cruz
DNI: 00471913

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mi padre German, a mi madre Maritza y a Rosa mi abuela difunta. Por apoyarme moral y económicamente en lograr mi objetivo de convertirme en Ingeniero Civil o como alguna vez de niño dije “Ingeniero de Casas”.

Macks Arnold Choquetaype Vera

La presente tesis la dedico a mi padre Wilfredo y a mi madre Irene quienes con su ejemplo de constancia y perseverancia guiaron mi formación personal y profesional. A mi pareja Junior, por su aliento y calma en momentos de duda y especialmente a mi pequeña Ginebra Olympia por recordarme que los verdaderos desafíos no frenan, transforman.

Heydi Madelis Torres Tala

AGRADECIMIENTO

Agradecemos, en primer lugar, a Dios, fuente de fortaleza y sabiduría, por guiarnos con amor y brindarnos salud, perseverancia y claridad en cada etapa de este camino académico y personal.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, sus consejos oportunos y recomendaciones brindadas para lograr los objetivos establecidos. A nuestras parejas, cuya paciencia, comprensión y aliento constante fueron esenciales para continuar avanzando con firmeza. Extendemos también nuestro agradecimiento a nuestros amigos y compañeros de trabajo, quienes con su apoyo, colaboración y palabras de motivación contribuyeron significativamente al logro de nuestros objetivos.

Expresamos nuestro reconocimiento a nuestras casas de estudio, la Universidad José Carlos Mariátegui y la Universidad Privada de Tacna, por brindarnos una formación profesional sólida, basada en principios y valores que fortalecieron nuestro crecimiento académico y humano.

De manera especial, agradecemos a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna por su dedicación y compromiso con la enseñanza. Nuestro agradecimiento sincero a nuestro asesor, Ing. Pedro Maquera, por su orientación académica, sus valiosos aportes, su paciencia y su permanente disposición durante el desarrollo y culminación de esta tesis.

A todos quienes formaron parte de este proceso, gracias por acompañarnos en este logro que hoy compartimos con gratitud y humildad.

Macks A. Choquetaype Vera
Heydi M. Torres Tala

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1.Descripción del problema.....	3
1.2.Formulación del problema.....	4
1.2.1.Problema general.....	4
1.2.2.Problemas específicos.....	4
1.3.Justificación e Importancia.....	4
1.4.Objetivos.....	5
1.4.1.Objetivo General	6
1.4.2.Objetivos Específicos.....	6
1.5.Hipótesis	6
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales	8
2.1.3. Antecedentes a nivel local.	10
2.2. Bases Teóricas	12
2.3. BIM aplicado a la infraestructura Vial.....	15
2.4. Herramientas tecnológicas asociadas al BIM 5D en obras viales	17
2.5. Modificaciones presupuestales en obra publicas	28
2.6. Definición de términos	34
3.1. Diseño de la investigación	37
3.2. Acciones y actividades.....	37
3.3. Materiales y/o instrumentos	41
3.4. Población y/o muestra de estudio	42
3.4.1. Población	42

3.4.2. Muestra.....	44
3.5. Operacionalización de variables	46
3.6. Procesamiento y análisis de datos.....	47
3.6.1. Procesamiento de datos documentales	47
3.6.2. Procesamiento de datos de encuestas	47
3.6.3. Procesamiento de la aplicación BIM 5D.....	47
3.6.4. Análisis e interpretación.....	48
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....	49
4.1. Fuentes de información para identificar las principales deficiencias de las modificaciones presupuestales	49
4.2. Resultados documentales (Contraloría y expedientes)	49
4.3. Resultados de la Encuesta	52
4.4. Resumen de las fuentes y hallazgos principales.....	57
4.5. Resultados para la determinación de la implementación BIM	58
4.6. Resultados de la encuesta BIM 5D	58
4.7. Análisis e interpretación.....	60
4.8. Estudio de caso para la aplicación de la metodología BIM 5D en un proyecto vial tradicional.	60
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen según nivel de diseño	16
Tabla 2. Niveles LOD más utilizados	25
Tabla 3. Comparativa de causas de modificaciones presupuestales entre metodología tradicional y BIM.	33
Tabla 4. Población de Proyectos viales en el Distrito de Torata	43
Tabla 5. Obtención de la muestra.	45
Tabla 6. Estudio de caso para la aplicación de BIM 5D	45
Tabla 7. Operacionalización de variables de estudio.	46
Tabla 8. Tabulación de los documentos obtenidos del portal web	50
Tabla 9. Entidad en la que laboran los encuestados.....	53
Tabla 10. Principales causas percibidas de las modificaciones presupuestales	54
Tabla 11. Nivel de influencia de cada causa en los incrementos presupuestales	55
Tabla 12. Resumen de las fuentes y hallazgos principales.....	57
Tabla 13. Resultados para la determinación de la implementación BIM	58
Tabla 14. Nivel de conocimiento de la metodología BIM 5D	59
Tabla 15. Aplicación de las herramientas BIM 5D en obras viales locales.....	59
Tabla 16. Percepción de utilidad del BIM 5D en el control presupuestal.....	59
Tabla 17. Resumen del presupuesto inicial	62
Tabla 18. Presupuesto expediente tecnico vs modificaciones	63
Tabla 19. Partidas representativas seleccionadas.	63
Tabla 20. Observaciones del expediente técnico.....	64
Tabla 21. Resumen de presupuesto metodología Tradicional vs BIM.....	83
Tabla 22. Desagregado del costo para implementación BIM.	84
Tabla 23. Porcentaje de incidencia de cada partida del costo directo.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones del Building Information Modeling (BIM)	14
Figura 2. Aplicación de Civil 3D en proyectos viales	17
Figura 3. Modelado conceptual en InfraWorks	18
Figura 4. Detección de interferencias mediante Navisworks	19
Figura 5 Modelado paramétrico de un puente Colgante en software AUTODESK- REVIT	19
Figura 6. Software PRESTO, integrando partidas, costos y tiempo desde un modelo en REVIT	20
Figura 7. Software CostOS, visualización de un modelo IFC de una edificación	21
Figura 8. Extracción de cantidad 2D + 3D.....	21
Figura 9. Documentos del Plan BIM Perú	24
Figura 10. Revisión de expediente técnico vía vecinal MO 581	37
Figura 11. Portal web para la búsqueda de informes de control de la Contraloría General de la República.	38
Figura 12. Portal Web de INFOBRAS	39
Figura 13. Encuesta Realizada a través de Google Forms	40
Figura 14. Revisión a los informes por mayores metrados y partidas nuevas en los expedientes evaluados.	40
Figura 15. Porcentaje de encuestados según entidad	53
Figura 16. Cargo que ocupan en porcentaje.....	54
Figura 17. Causales de modificación	55
Figura 18. Nivel de influencia en los incrementos presupuestales.....	56
Figura 19. Ubicación geográfica del proyecto de estudio.....	61
Figura 20. Superficie Expediente Técnico.....	65
Figura 21. Planta y sección transversal de la progresiva 5+610, expediente técnico. 66	
Figura 22. Planta y sección transversal de la progresiva 5+610, superficie Dron	66
Figura 23. Vista en planta del corredor y alineamientos (expediente técnico).....	67
Figura 24. Secciones Transversales del expediente técnico.....	68
Figura 25. Ventana de dialogo. Propiedades del alineamiento, pestaña criterios de diseño	68
Figura 26. Vista de perfil, Planta y sección transversal	69
Figura 27. Vista de la disposición del plano planta y perfil.....	70

Figura 28. Ventana propiedades de alineamiento, pesaña criterios de diseño.....	70
Figura 29. Cuadros de Volumen de movimiento de tierras, Subbase y Base.....	71
Figura 30. Configuración inicial Infracworks.	72
Figura 31. Configuración del Origen de datos en Infracworks.	73
Figura 32. Configuración del corredor en Infracworks.	74
Figura 33. Configuración de las capas de superficie en Infracworks.	74
Figura 34. Visualización del modelo 3D en Infracworks.....	75
Figura 35. Visualización dinámica del modelo 3D en Infracworks	75
Figura 36. Pasos para exportar el modelo 3D a Navisworks.....	76
Figura 37. Importación del modelo 3D al Navisworks.	77
Figura 38. Importación del modelo 3D y despliegue de paneles.....	78
Figura 39. Creación de los conjuntos e Integración del cronograma.....	79
Figura 40. Conformación del tipo de tarea y su enlace al modelo.....	80
Figura 41. Pasos para la integración del Costo 5D Navisworks.....	81
Figura 42. Visualización del cronograma y el costo.	81

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.	98
Anexo 2. Opinión de expertos del instrumento de investigación- encuesta modificaciones presupuestales en proyectos viales del distrito de torata 2025.....	99
Anexo 3. Opinión de expertos del instrumento de investigación-sobre la aplicación de la metodología bim 5d en proyectos viales del distrito de torata 2025.	101
Anexo 4. Encuesta sobre modificaciones presupuestales en proyectos viales - distrito de torata 2025.....	103
Anexo 5. Encuesta sobre la aplicación de la metodología bim 5d en proyectos viales del distrito de torata 2025	108

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad demostrar que la aplicación de la metodología Building Information Modeling en su dimensión 5D (BIM 5D) contribuye significativamente a optimizar las modificaciones presupuestales que se generan durante la ejecución de proyectos viales en el distrito de Torata. El estudio se orientó bajo una investigación del tipo básica con enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y muestreo no probabilístico. La muestra estuvo conformada por 30 profesionales vinculados a obras públicas, de los cuales el 60 % labora en la Municipalidad Distrital de Torata. Se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento un cuestionario estructurado. Los resultados determinaron que las modificaciones presupuestales se originan principalmente por demoras en los requerimientos y procesos administrativos (76,67 %), deficiencias en metrados (63,33 %) y presión política o social (36,67 %), evidenciando debilidades en la planificación y control de obra. En el estudio aplicativo, se seleccionó como caso el proyecto “Mejoramiento de la Vía Vecinal MO-581”. Se realizó inicialmente el modelado tridimensional (3D) mediante Autodesk Civil 3D. Posteriormente, se incorporó la dimensión temporal a través del cronograma maestro en Navisworks, obteniéndose el modelo 4D. Finalmente, se integró la dimensión de costos en el mismo programa, obteniendo así un modelo BIM 5D. Este proceso de simulación digital permitió realizar de manera más dinámica las modificaciones que podrían surgir en la etapa de ejecución, además se logró una reducción de 118 199,52 soles del presupuesto vigente equivalente al 2,08%. Se concluye que BIM 5D es una herramienta eficaz para la gestión presupuestal y la prevención de sobrecostos en proyectos viales.

Palabras clave: BIM 5D; gestión de costos; modificaciones presupuestales; proyectos viales; planificación de obra.

ABSTRACT

The purpose of this research was to demonstrate that the application of the Building Information Modeling methodology in its 5D dimension (BIM 5D) significantly contributes to optimizing budget modifications generated during the execution of road projects in the district of Torata. The study was conducted as basic research with a quantitative approach, using a non-experimental design and non-probability sampling. The sample consisted of 30 professionals involved in public works, 60 % of whom work for the Torata District Municipality. A survey was used as the data collection technique, and a structured questionnaire served as the instrument. The results determined that budget modifications originate primarily from delays in requirements and administrative processes (76,67 %), deficiencies in quantity take-offs (63,33 %), and political or social pressure (36,67 %), highlighting weaknesses in project planning and control. In the applied study, the project "Improvement of the MO-581 Local Road" was selected as a case study. Initially, three-dimensional (3D) modeling was performed using Autodesk Civil 3D. Subsequently, the time dimension was incorporated through the master schedule in Navisworks, resulting in the 4D model. Finally, the cost dimension was integrated into the same program, thus obtaining a 5D BIM model. This digital simulation process allowed for more dynamic modifications that might arise during the execution phase, and also achieved a reduction of 118 199,52 soles in the current budget, equivalent to 2,08 %. It is concluded that 5D BIM is an effective tool for budget management and cost overrun prevention in road projects.

Keywords: 5D BIM; cost management; budget modifications; road projects; construction planning.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la gestión de la inversión pública en Perú, la Contraloría General de la República ha alertado sobre problemas graves en la ejecución de proyectos de infraestructura vial, vinculados a modificaciones presupuestales que generan sobrecostos, ampliaciones de plazo e incluso paralización de obras según Contraloría General de la República (2024). Por ejemplo, se ha reportado que más del 60 % de los proyectos auditados presentan incrementos en sus presupuestos iniciales debido a deficiencias en los expedientes técnicos, lo que pone en riesgo tanto la eficiencia de la ejecución como la calidad final de las obras.

En la región Moquegua, particularmente en el distrito de Torata, esta problemática cobra relevancia local. Según la Contraloría, ha habido desbalances financieros entre el avance físico y el gasto real, con pagos por trabajos no previstos originalmente, como excavaciones manuales en terrenos mixtos no contemplados en el proyecto inicial, lo cual eleva el costo sin reflejar un progreso físico proporcional mencionado por Contraloría General de la República (2025). Esto evidencia una planificación tradicional limitada, que no prevé adecuadamente riesgos ni incertidumbres técnicas ni de terreno.

Frente a este panorama, surge la necesidad de incorporar herramientas metodológicas más avanzadas para mejorar la estimación de costos y tiempos. Por ejemplo, (Ascaño,2025) proponen un marco de análisis cuantitativo de riesgos (QRA) para proyectos viales que combina simulación Monte Carlo y análisis de riesgo en cronograma. En su estudio empírico aplicado en tres proyectos viales peruanos, lograron estimar contingencias de costo entre 1,34 % y 11 %, muy por debajo de sobrecostos documentados de hasta 32,29 % en proyectos similares (Ascaño,2025).

El presente trabajo de investigación tiene como propósito analizar la influencia de la aplicación de la metodología BIM 5D en la optimización de las modificaciones presupuestales en proyectos viales del distrito de Torata, durante el año 2025. Para ello, se desarrolló un enfoque aplicado con diseño no experimental y corte transversal, orientado a identificar las causas de las variaciones presupuestales, evaluar el nivel de aplicación de la metodología BIM y determinar su impacto en la gestión de costos y control financiero de los proyectos.

Los resultados obtenidos a través de encuestas, revisión documental y modelado digital del caso de estudio permitieron evidenciar la efectividad del BIM 5D como

soporte técnico en la reducción de desviaciones presupuestales. La investigación demuestra que la integración de herramientas como Revit y Navisworks favorece la precisión en la estimación de costos, optimiza el tiempo de revisión y facilita la toma de decisiones técnicas informadas, alineándose con las políticas del Plan BIM Perú 2025 promovido por el Ministerio de Economía y Finanzas.

Finalmente, esta tesis se estructura en cinco capítulos. El capítulo 1 presenta el problema de investigación, la justificación, los objetivos e hipótesis que orientan el estudio. El capítulo 2 desarrolla el marco teórico, incluyendo los antecedentes nacionales e internacionales, las bases conceptuales del BIM 5D y su relación con las modificaciones presupuestales en obras viales. El capítulo 3 describe el marco metodológico, en el cual se especifica el diseño de investigación, la población y muestra de estudio, los instrumentos utilizados y las técnicas de procesamiento de datos. El capítulo 4 expone los resultados obtenidos del análisis cuantitativo y del caso de aplicación del BIM 5D, mostrando los impactos en el control presupuestal. Por último, el capítulo 5 presenta la discusión, conclusiones y recomendaciones, en las cuales se interpretan los resultados en función de los objetivos y se proponen lineamientos para la implementación progresiva del BIM 5D en la gestión de proyectos viales del distrito de Torata.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

En el Perú, los proyectos de inversión pública, especialmente los del sector de infraestructura vial, han mostrado una elevada incidencia de modificaciones presupuestales respecto al monto originalmente aprobado. Estas modificaciones generan incertidumbre financiera, sobrecostos, ampliaciones de plazo y, en muchos casos, paralización de obras, lo cual impacta negativamente en la población beneficiaria y en la eficiencia del gasto público.

Diversos informes de Naciones Unidas Perú, (2024) han evidenciado la magnitud del problema. Por ejemplo, se estima que a octubre de 2024 existían más de 2 200 obras paralizadas a nivel nacional, con un presupuesto comprometido superior a S/ 36 mil millones. Asimismo, una investigación periodística reveló que 101 proyectos del Gobierno Nacional mantenían más de S/ 4 mil millones sin ejecutar en el mismo periodo (Convoca, 2024) menciona que. A nivel subnacional, se reportó que municipios, gobiernos regionales e incluso ministerios registraron proyectos sin ejecución durante el primer semestre de 2024 (RPP Noticias, 2024). Esta situación refleja problemas estructurales de planificación y gestión que contribuyen a la ineficiencia de la inversión pública.

De igual forma, estadísticas del artículo periodístico de (Semana Económica, 2024). Menciona que en 2024 se identificaron 10 833 proyectos de inversión pública con ejecución cero, lo que representa un volumen significativo de recursos inmovilizados. Estos datos se suman a observaciones de la Contraloría General de la República y del Ministerio de Economía y Finanzas (2024). Quienes han señalado que una de las principales causas de modificaciones presupuestales es la elaboración deficiente de expedientes técnicos, caracterizados por inconsistencias en los estudios de ingeniería, estimaciones de costos poco realistas y falta de articulación entre diseño y ejecución.

Ante esta problemática, la implementación de metodologías digitales como el Building Information Modeling (BIM), y particularmente su dimensión 5D, se plantea como una alternativa para mejorar la visualización, costos y tiempo desde la etapa de diseño. Taylor (2019) demostró que la integración del modelo tridimensional con estimaciones económicas permite realizar simulaciones financieras dinámicas, anticipar interferencias y establecer una trazabilidad presupuestal más precisa. En el caso peruano, investigaciones recientes evidencian que la aplicación de BIM 5D en proyectos

de infraestructura pública puede reducir en más de un 20 % las modificaciones presupuestales y retrasos asociados (Gutiérrez, 2022 ; Callata, 2021).

Sin embargo, en gobiernos locales como las municipalidades distritales, la adopción de estas metodologías digitales sigue siendo incipiente, lo que limita la posibilidad de prevenir desviaciones presupuestales y sobrecostos en la ejecución de obras. En consecuencia, resulta necesario analizar cómo la implementación del BIM 5D puede contribuir a un mejor control presupuestal en proyectos viales, reducir las modificaciones injustificadas y fomentar una gestión pública más eficiente, moderna y transparente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la aplicación de la metodología BIM 5D para optimizar las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del distrito de Torata en el año 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son los efectos del costo tiempo en las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del Distrito de Torata 2025?
- b. ¿Cuál es el nivel de aplicación de la metodología BIM 5D en proyectos viales del Distrito de Torata 2025?
- c. ¿Qué impacto genera la aplicación de la metodología BIM 5D en el control de costos y gestión presupuestal en proyectos viales del Distrito de Torata 2025?

1.3. Justificación e Importancia

La presente investigación resulta relevante en el contexto actual de la gestión pública peruana, en donde las modificaciones presupuestales injustificadas en proyectos de inversión constituyen uno de los principales factores de ineficiencia, sobrecostos y pérdida de confianza ciudadana. A pesar de los esfuerzos de fiscalización liderados por la Contraloría General de la República (CGR), persiste una brecha considerable entre la detección de riesgos o irregularidades y la aplicación efectiva de medidas correctivas.

Tal como reporta la CGR, en el año 2024 se identificaron más de 36 000 alertas por situaciones adversas a través de 19 569 informes de control simultáneo, de las cuales solo el 20 % fueron corregidas o están en proceso; el resto no fue atendido por las entidades responsables Contraloría General de la República (2024)

Particularmente, en el sector infraestructura vial por su alta inversión y visibilidad social, las modificaciones presupuestales derivadas de deficiencias técnicas administrativas han sido frecuentes en el Perú, repercutiendo negativamente en el cumplimiento de plazos, costos y metas de los proyectos. La Contraloría General ha reportado que muchos de estos problemas se originan en expedientes técnicos mal formulados, errores en los metrados, omisión de partidas clave y supervisión deficiente Contraloría General de la República (2023) y Contraloría General de la República (2022).

En este sentido, la investigación se justifica en la necesidad de aplicar metodologías innovadoras que permitan mejorar la precisión en la estimación de costos y prevenir posibles desviaciones presupuestales. La metodología BIM 5D (Building Information Modeling en su quinta dimensión) se presenta como una solución integral, ya que permite vincular el modelo tridimensional del proyecto con las partidas presupuestales y el cronograma de obra. Según Taylor (2019) y Gutiérrez (2022), su implementación favorece la simulación financiera, el análisis de escenarios, la detección de interferencias y el seguimiento dinámico del presupuesto, lo cual puede contribuir significativamente a reducir las modificaciones presupuestales injustificadas.

A nivel local, el distrito de Torata presenta antecedentes de proyectos viales con ampliaciones presupuestales significativas y retrasos en su ejecución, lo cual afecta el desarrollo territorial, la conectividad regional y la calidad de vida de la población Contraloría General de la República (2023). La carencia de enfoques tecnológicos en la gestión de estos proyectos representa una oportunidad para introducir el modelo BIM 5D como alternativa de mejora continua.

Desde el punto de vista académico, este estudio aporta a la generación de conocimiento aplicado en el ámbito de la ingeniería civil, promoviendo el uso de herramientas digitales en la planificación y gestión de obras públicas. Asimismo, contribuye al fortalecimiento de la toma de decisiones informada en las municipalidades, al plantear estrategias basadas en evidencia técnica y análisis comparativo Martínez (2020); Callata (2021).

Finalmente, desde una perspectiva ética y social, la investigación busca fortalecer la transparencia y eficiencia del gasto público, coadyuvando a una administración más responsable de los recursos estatales y al cumplimiento efectivo de los objetivos de desarrollo local.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar la influencia de la aplicación de la metodología BIM 5D en las modificaciones presupuestales en proyectos viales del distrito de Torata en el año 2025.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Identificar las principales deficiencias de las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del distrito de Torata 2025.
- b. Evaluar el nivel de aplicación de la metodología BIM 5D en los proyectos viales del distrito de Torata 2025.
- c. Determinar el impacto de la metodología BIM 5D en el control de costos y gestión presupuestal en proyectos viales del distrito de Torata 2025.

1.5. Hipótesis

La aplicación de la metodología BIM 5D, permite optimizar significativamente las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del distrito de Torata en el año 2025.

- a. Las modificaciones presupuestales se deben principalmente a deficiencias en la planificación y control de obra en los proyectos viales del distrito de Torata 2025.
- b. La aplicación adecuada de la metodología BIM 5D mejora el nivel en las estimaciones de costos en los proyectos viales del distrito de Torata 2025.
- c. El uso de la metodología BIM 5D permite anticipar el impacto de las interferencias y cambios durante la ejecución, reduciendo el presupuesto en los proyectos viales del distrito de Torata 2025.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Carreño (2020). En su tesis titulada “Guía de lineamientos para la implementación de la metodología BIM aplicable en el desarrollo de infraestructura longitudinal de modalidades Asociación Publico Privada – APP y Obra Pública en Colombia” esta investigación cuyo propósito esencial es ofrecer soluciones integrales a la sociedad, surge la inquietud de si la metodología BIM representa para Colombia. La problemática de la corrupción en el país ha generado no solo sobrecostos significativos, sino también un impacto directo en los procesos de contratación pública, área en la que se concentran gran parte de las obras viales. Esta situación se refleja en la baja percepción de transparencia que ostenta Colombia, posicionada en el puesto 99 de 181 países evaluados por Transparency International. A nivel global, la adopción de la metodología BIM se sustenta en el empleo de herramientas tecnológicas, dinámicas interdisciplinarias y flujos de trabajo eficientes, promoviendo así el aprovechamiento de softwares especializados en tránsito y transporte. Su implementación descansa en tres principios esenciales: transparencia en la evaluación, ejecución y control de proyectos; colaboración interinstitucional; e integralidad de los procesos. La experiencia internacional demuestra que esta metodología contribuye a elevar los niveles de transparencia y eficiencia, lo cual, de aplicarse de manera regulada en Colombia, permitiría mejorar la competitividad regional y reducir la dependencia de compañías extranjeras que ya emplean este enfoque en megaproyectos como las vías 4G y el Metro de Bogotá. Si bien el contexto nacional no es del todo favorable, debido a que la metodología se encuentra en una etapa inicial de adopción, con predominio en el sector de construcción vertical y un número limitado de profesionales especializados, su implementación representa un desafío ambicioso. No obstante, constituye también una oportunidad estratégica para potenciar la capacidad productiva del país y mitigar la percepción de corrupción asociada históricamente al sector de infraestructura.

El estudio de Doukari (2022), en su artículo “The efficient generation of 4D BIM construction schedules: A case study of the Nanterre 2 CESI project in France” a investigado la aplicación práctica de la metodología 4D BIM en la planificación de obras mediante el análisis de un edificio educativo real en Francia, conocido como el proyecto Nanterre 2 CESI. En este caso, se desarrolló un enfoque de cuatro fases que incluye la definición clara de objetivos SMART, la identificación de flujos innovadores de trabajo,

la creación de un cronograma acorde al uso de BIM 4D y la producción de modelos BIM adecuados. Los autores también realizaron una encuesta nacional para diagnosticar el estado del uso de BIM 4D en empresas constructoras francesas, identificando barreras como diferencias en el nivel de detalle de los modelos, escasa interoperabilidad entre herramientas y habilidades desiguales de los participantes. En conclusión, el estudio plantea que el uso eficiente de BIM 4D mejora la coordinación, permite detectar incompatibilidades temporales y espaciales, y facilita la integración entre modelo y programación, lo que se traduce en procesos de planificación más precisos y con menor esfuerzo manual.

En esta investigación, Alvarado et al. (2018), presentan una “Propuesta de un modelo para integrar la metodología BIM 4D y 5D con la gestión de proyectos en el sector inmobiliario de Antofagasta, Chile.” El estudio busco mejorar las fases de planificación y control mediante un modelo que incluye definición detallada del alcance, estructuración del trabajo, modelado arquitectónico 3D, programación de actividades y presupuestación, todo soportado en una plataforma colaborativa. La metodología empleada se basa en un estudio de caso dual: por un lado, la Universidad Católica del Norte, y por otro, empresas constructoras locales. Entre los hallazgos, se identifican barreras significativas, tales como resistencia al cambio, bajo nivel de madurez en gestión de proyectos, debilidades en el intercambio de información entre disciplinas y falta de estandarización de procesos BIM más allá del diseño. Además, el modelo demuestra que al integrar BIM con buenas prácticas de gestión, se pueden obtener mejoras en la definición del alcance, coordinación interdisciplinaria y transparencia en los procesos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Marlon (2023), Bajo el título de su tesis “Implementación de la metodología BIM en un proyecto de mejoramiento vial, para la optimización del cronograma en la construcción”, La presente investigación se enfocó en la implementación de la metodología BIM dentro de un proyecto de mejoramiento vial, con el propósito de optimizar el cronograma tradicional empleado en la construcción. Para ello, se utilizaron los programas Autodesk Civil 3D e InfraWorks como herramientas principales. A través del modelado tridimensional, se simuló el proceso de construcción y operación del proyecto, con la finalidad de identificar y reducir los errores humanos y descuidos que suelen presentarse durante la ejecución, los cuales pudieron evitarse mediante la aplicación del enfoque BIM. De esta manera, la tesis propuso la incorporación de dicha metodología para facilitar la interac-

ción simultánea y oportuna entre los profesionales del proyecto, fortaleciendo la colaboración, comunicación y transparencia en la toma de decisiones. Además, se buscó mantener un flujo continuo de trabajo, lo que permitió mejorar los procesos de diseño y aumentar la eficiencia en la fase constructiva. Finalmente, Marlon evidenció que la implementación de la metodología BIM permitió reducir el tiempo de ejecución del proyecto en 15 días respecto al cronograma tradicional, demostrando así su efectividad en la optimización del proceso constructivo.

Castro y Malca (2025), En su tesis titulado “Implementación de la metodología BIM para la optimización del tiempo y costos en el mejoramiento vial de la Av. los Andes cuarta etapa – el Tambo”. El presente estudio analizó la optimización del tiempo y los costos en el proyecto de mejoramiento vial de la Avenida de los Andes – cuarta etapa, teniendo como objetivo principal determinar en qué medida la metodología BIM, en comparación con la metodología tradicional, contribuyó a mejorar dichos factores. Se aplicó un enfoque de investigación cuantitativo, de tipo aplicado y nivel descriptivo, con un diseño no experimental. La población de estudio estuvo conformada por el proyecto ejecutado previamente en el distrito de El Tambo, Huancayo, mientras que la muestra se delimitó al tramo correspondiente a la Avenida Los Andes. Para la recolección de datos se emplearon técnicas de observación y análisis documental, apoyándose en herramientas especializadas como Autodesk Civil 3D, InfraWorks y Presupuestos.pe. Los resultados obtenidos evidenciaron que la implementación de la metodología BIM habría permitido prevenir conflictos sociales y ampliaciones de plazo, manteniendo el periodo planificado de 150 días. En cuanto a los costos, el uso de BIM permitió una mayor exactitud en la estimación presupuestal, reduciendo el monto proyectado de S/ 1 278 097,04 a S/ 1 263 027,54. Finalmente, el autor concluyó que la implementación de BIM tiene un efecto positivo en la gestión del tiempo y los costos en proyectos de infraestructura vial, recomendando su aplicación obligatoria en futuras obras públicas y la capacitación continua de los profesionales involucrados para mejorar su desempeño técnico.

Comeca y Nolasco (2024), realizó un trabajo de investigación titulada “Propuesta de la implementación de las dimensiones 4D y 5D de la metodología BIM, para reducir el costo establecido y mejorar la planificación en la etapa de pavimentación de la Av. José Luis Orbegoso del distrito de Santiago– Cusco” Este estudio la metodología BIM como un recurso innovador al ofrecer un análisis gráfico integral que acompaña todas las fases del ciclo de vida de un proyecto. Sus siete dimensiones permiten desglosar y gestionar de manera más eficiente cada área de desarrollo; no obstante, en el ámbito de la infraestructura vial, los estudios que abordan su aplicación aún son limitados. Con

base en ello, el propósito de esta investigación es realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de la planificación y del control de costos mediante el uso de BIM, con el objetivo de optimizar la programación y disminuir los gastos asociados. El caso de estudio corresponde a un proyecto vial ubicado en la avenida José Luis Orbegoso, distrito de Santiago, provincia de Cusco. Durante la etapa de diseño, la implementación del modelo BIM permitió mejorar la representación visual del trazado y detectar tempranamente interferencias relacionadas con el movimiento de tierras. Del mismo modo, el intercambio de información entre las distintas especialidades identificó incompatibilidades que, en el enfoque tradicional, habrían generado sobrecostos significativos. Bajo el método convencional, los incrementos alcanzaron S/ 415 798,00; equivalentes al 22,48 % del presupuesto, mientras que con la metodología BIM se redujeron a S/ 253 841,00; es decir, un 13,72 %. En términos de cronograma, se evidenció un incremento de 27 días con el enfoque tradicional (30 %) frente a 16 días bajo el esquema BIM (16 %). Estos resultados demuestran la capacidad de la metodología para disminuir tiempos y costos, contribuyendo a una gestión más eficiente de proyectos de infraestructura vial.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Amésquita (2022), Realizo un trabajo de investigación titulada “Gestión de proyectos de inversión pública y la metodología BIM en una municipalidad provincial de Moquegua “. El estudio empleó una metodología cuantitativa, de nivel descriptivo y tipo correlacional. Para la recolección de datos, se utilizó un cuestionario sobre Gestión de Proyectos de Inversión Pública y la Metodología BIM, ambos previamente validados y sometidos a pruebas de confiabilidad. Dichos instrumentos fueron aplicados a una muestra de 46 profesionales pertenecientes a la Gerencia de Inversiones Públicas, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico de tipo aleatorio simple. La variable Gestión de Proyectos de Inversión Pública fue evaluada considerando las dimensiones de organización y coordinación, capacidad técnica, planificación y control, recursos económicos y participación conjunta. Por su parte, la variable Metodología BIM se analizó desde las dimensiones de proceso de diseño, construcción, operación y mantenimiento. El estudio partió de la hipótesis de que existía una relación significativa entre la Gestión de Proyectos de Inversión Pública y la metodología BIM en una Municipalidad Provincial de Moquegua durante el año 2021. Los resultados confirmaron la existencia de dicha correlación, evidenciando que esta fue positiva. En consecuencia, se determinó que ambas variables mantuvieron una relación significativa, destacando la necesidad de fortalecer la planificación, el control y la distribución de los recursos económicos, con el fin de optimizar la gestión y la planificación de los proyectos de inversión pública. Asimismo, se recomendó incorporar tecnologías alternativas y capacitar al personal dentro

de los lineamientos institucionales de la Municipalidad para mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos.

Toranzo y Gutierrez (2024), Realizo su trabajo de investigación titulada “Análisis de factores que causan modificaciones en expedientes de proyectos ejecutados por la Municipalidad Distrital de San Antonio Moquegua 2024” a investigación tuvo como objetivo principal identificar los factores que causaban modificaciones en los expedientes de obras de la Municipalidad Distrital de San Antonio, en la región de Moquegua. En ese sentido, el estudio buscó determinar las causas del problema y proponer acciones para mitigarlas. Para ello, se elaboró y aplicó una encuesta dirigida a asistentes, residentes y supervisores colegiados que trabajaban o habían trabajado en obras de la Municipalidad Distrital de San Antonio. Tras centralizar los resultados obtenidos, se determinó que era posible reducir la recurrencia de las modificaciones presupuestales. Como resultado, se planteó un “término de referencia” basado en la guía PMBOK, que consideró los procesos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre, con la finalidad de mejorar la calidad de los expedientes técnicos en futuras obras, logrando entregas sin observaciones y con adecuada compatibilización y coherencia entre sus componentes. Finalmente, se concluyó que el principal factor que originaba modificaciones en las obras correspondía a las deficiencias presentes en los expedientes técnicos de la Municipalidad Distrital de San Antonio.

Ortiz y Quispe (2020), En su tesis “Implementación de metodología BIM para el diseño vial acceso dique de arranque Provincia Mariscal Nieto, Región Moquegua, 2020” La presente investigación tiene como propósito la aplicación del BIM en el diseño vial del acceso al Dique de Arranque región Moquegua, como respuesta a las reiteradas incompatibilidades identificadas durante la fase de diseño. Dichas deficiencias se originan principalmente en el levantamiento topográfico, lo que genera inconsistencias técnicas que derivan en incrementos de metrados y, en consecuencia, en un aumento del presupuesto del proyecto. El objetivo principal del estudio es determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM en el diseño vial del acceso al Dique de Arranque de la provincia Mariscal Nieto, región Moquegua, mediante el uso de herramientas BIM tales como la modelación tridimensional, la programación, el análisis de costos y la evaluación de la sostenibilidad del proyecto. Como resultado de la aplicación de la metodología BIM, se evidenció una mayor facilidad en la identificación temprana de posibles errores de diseño, lo que permitió optimizar los tiempos de desarrollo en esta etapa del proyecto. Finalmente, los resultados obtenidos sustentan las conclusiones y recomendaciones del estudio, las cuales demuestran que una adecuada implementación de

la metodología BIM contribuye significativamente a elevar los estándares de calidad en el desarrollo de proyectos viales.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Metodología BIM

2.2.1.1. Definición de Building Information Modeling (BIM)

El Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un modelo digital de un activo construido, integrando datos geométricos, temporales, de costos, sostenibilidad y mantenimiento. Su origen se remonta a los años 70 con los conceptos de “modelado paramétrico” y “modelos virtuales de construcción”.

Charles Eastman (2018) Se destaca que, a partir del año 2000, BIM comenzó a ganar popularidad como una herramienta clave en el diseño y construcción digital, siendo adoptada por gobiernos y empresas en países como Reino Unido, Finlandia, Noruega y Estados Unidos.

Según la Guía nacional BIM en el Perú de acuerdo con la NTP-ISO 19650-1:2021, BIM es el “uso de una representación digital compartida de un activo construido, para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, con la finalidad de contar con una base confiable para la toma de decisiones” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2023).

2.2.1.2. Dimensiones del BIM

Como se muestra en la Figura 1, las dimensiones en la metodología BIM se refiere al nivel de complejidad que va teniendo un proyecto, mientras más se usa la metodología BIM, más avanzada es su dimensión. (Fuentes & Castillo, 2021), según su tesis se identifican actualmente 7 dimensiones:

1° Dimensión (Punto de partida)

Es la concepción de un proyecto, podría decirse que es el punto de partida, programa funcional, orientación solar, simulaciones, además de sus normativas.

2° Dimensión (Vector)

Con el fin de plasmar la idea, se desarrollan Dibujos 2D, documentación, vistas y planos. Que ayudaran en posterior a crear un modelo 3D.

3° Dimensión (Modelo)

A partir de los planos 2D, nubes de puntos, etc. Se elabora un modelo en 3D el cual permitirá visualizar de manera dinámica el proyecto, ya sea en software, realidad aumentada.

4° Dimensión (Tiempo)

En esta dimensión se analiza la planificación temporal del proyecto. La cual permite la visualización del proceso constructivo, mediante gráficos o diagramas Gantt, hasta incluso puede generar videos del proceso.

5° Dimensión (El costo)

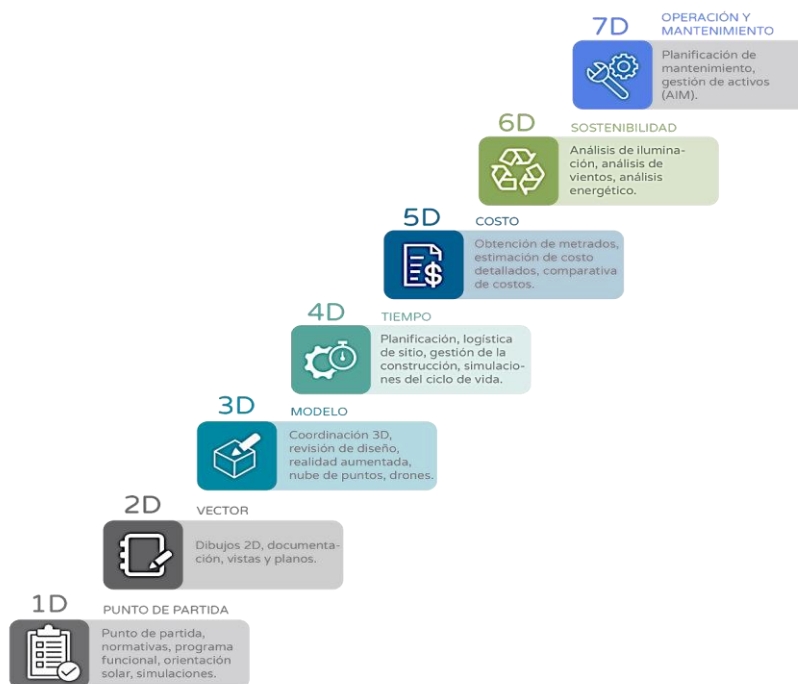
El control del costo y estimación de gastos de un proyecto. Va directamente relacionado a mejorar la rentabilidad del proyecto, lo podemos controlar a partir de programas. Aquí la definición de materiales y procesos en las fases anteriores. Nos dará la información exacta y servirá a futuro. (EDITECA, 2022)

6° Dimensión (Análisis de la Sostenibilidad)

Aquí se simula el comportamiento de los sistemas de ahorro energético y la gestión de recursos, entregando información fundamental para la toma de decisiones. Gracias a esta dimensión se optimiza el consumo de energía, y el impacto ambiental del proyecto.

7° Dimensión (La gestión del ciclo de vida)

Ya concluido el proyecto, su puesta en marcha debe ser planificada, en cuanto a mantenimientos, reparaciones, donde toda la información generada durante la ejecución del proyecto debe ser aprovechada para aplicar esta dimensión.

Figura 1*Dimensiones del Building Information Modeling (BIM)*

Nota. Imagen obtenida de la “Guía Nacional BIM Perú” del MEF. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf

2.2.1.3. BIM 5D: concepto, funciones y ventajas

La metodología BIM 5D (Building Information Modeling en su quinta dimensión) se refiere a la incorporación del costeo y control presupuestal en el modelo digital tridimensional (3D) de un proyecto. Esta dimensión permite vincular los elementos constructivos del modelo con sus correspondientes costos directos e indirectos, facilitando así la estimación dinámica de presupuestos, el control de valorizaciones y la gestión de cambios financieros a lo largo del ciclo de vida del proyecto. (Charles Eastman, 2018).

A diferencia de los métodos tradicionales de presupuestación, donde las mediciones y metrados suelen realizarse manualmente a partir de planos en 2D, el BIM 5D permite generar automáticamente las cantidades de obra desde el modelo tridimensional, lo que reduce significativamente los errores humanos, los tiempos de elaboración del presupuesto y las incongruencias entre lo diseñado y lo presupuestado. (Smith, 2016).

Entre las principales funciones del BIM 5D, destacan:

- a. La generación automática de metrados con base en los elementos modelados.
- b. La simulación de costos y su evolución a lo largo del tiempo, en función del avance de obra.
- c. El análisis de impacto económico de las decisiones de diseño en etapas tempranas.
- d. La posibilidad de integrar cronogramas (BIM 4D) con presupuestos (BIM 5D) para lograr un seguimiento técnico-financiero en tiempo real.
- e. El soporte al análisis de escenarios económicos para evaluación de alternativas de diseño o cambio de especificaciones.

Respecto a sus ventajas, diversos estudios han demostrado que el uso de BIM 5D en proyectos de infraestructura pública permite mejorar la transparencia, reducir las modificaciones presupuestales no justificadas, y evitar sobrecostos causados por errores de diseño, duplicidades o incompatibilidades constructivas, (Morote, 2019). Asimismo, facilita la fiscalización de los recursos públicos mediante el registro digital trazable de cada componente del presupuesto y su correspondencia visual con el modelo ejecutado.

El uso de BIM 5D se está consolidando como una práctica clave en la gestión moderna de proyectos públicos y privados, especialmente en obras viales, edificaciones institucionales y proyectos de gran escala. Instituciones como el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF) y la Contraloría General de la República han comenzado a promover el uso de herramientas digitales como BIM como soporte a las fases de formulación y ejecución de la inversión pública, dentro de marcos como Invierte.pe y el control concurrente.

En ese sentido, la implementación de BIM 5D no solo representa una herramienta tecnológica, sino una estrategia para fortalecer la eficiencia, la planificación presupuestal y la rendición de cuentas en el ámbito de la infraestructura pública.

2.3. BIM aplicado a la infraestructura Vial

Aplicar la Metodología BIM en proyectos de edificaciones como colegios, hospitales, edificios, etc. Estas ya tienen etapas comunes. Pero como menciona Acuña (2016), “no existe una herramienta BIM aplicable en proyectos de infraestructura Vial que permita dar continuidad a la metodología BIM en todos sus ciclos”, es por ello que se utilizan diferente software, para obtener mejores resultados en el diseño conceptual y detalle.

2.3.1. Fases de Diseño en proyectos Viales

El diseño de una carretera u obra vial se origina a partir de una necesidad, que luego será materializada a partir de la normativa vigente, diferentes estudios como el de tráfico, suelos y cimentaciones, hidrológicos, y demás necesarios. Por esta razón el diseño geométrico es importante y es clave para estimar el costo, obras de arte y drenaje necesarias para su correcto funcionamiento. Además de su calidad.

Actualmente, existen diversas alternativas tecnológicas para el desarrollo del diseño geométrico vial, entre las que destacan herramientas como Civil 3D, Istram y OpenRoads, entre otras. Cada una de estas soluciones presenta características particulares que influyen en su aplicabilidad dentro de un entorno BIM. En ese sentido, la Tabla 1 presenta un resumen comparativo de los niveles de diseño, el software recomendado y el propósito principal de cada etapa, lo que permite identificar la opción más conveniente para la implementación de la metodología BIM en proyectos viales.

Tabla 1

Resumen según nivel de diseño

Etapas del proyecto	Software recomendado	Propósito principal
Estudio preliminar	InfraWorks / QGIS / RoadEng	Alternativas de trazado y análisis topográfico
Diseño geométrico	Civil 3D / Istram / OpenRoads	Alineamientos, perfiles, secciones, peraltes
Modelado BIM	OpenRoads / Civil 3D + Revit / Navisworks	Coordinación, visualización y control de interferencias
Drenaje y estructuras	Civil 3D / HEC-RAS / Revit	Obras de arte, cunetas, alcantarillas
Cálculo de volúmenes	Civil 3D / Istram	Cubicación y control de movimiento de tierras

Nota. La tabla muestra el software recomendado para modelar vías en BIM, y su propósito o para que sirve cada una.

De acuerdo con el análisis comparativo presentado en la Tabla 1, se puede afirmar que Civil 3D constituye una de las alternativas más versátiles y eficientes, debido a su capacidad para integrar información geométrica, topográfica y de volúmenes dentro de un entorno compatible con la metodología BIM, facilitando así la gestión integral del diseño vial.

2.4. Herramientas tecnológicas asociadas al BIM 5D en obras viales

2.4.1. Herramienta para diseño geométrico

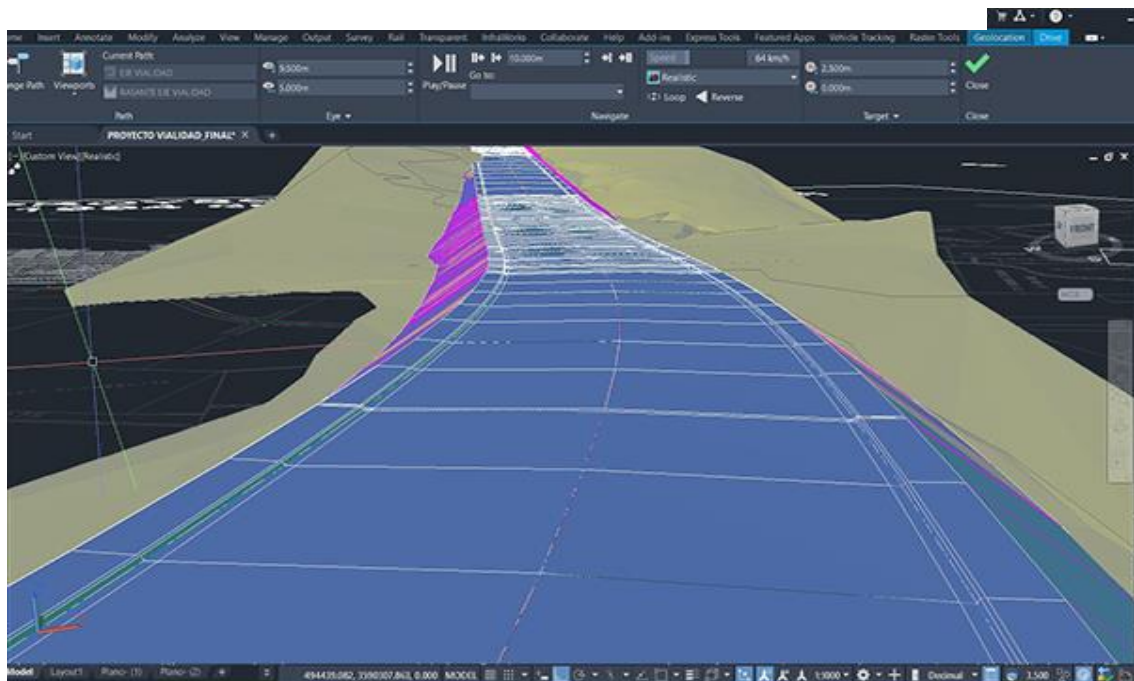
El diseño geométrico de carreteras es la rama de la ingeniería de transporte que se encarga de definir la forma en el espacio de una carretera de modo que cumpla con criterios de seguridad, funcionalidad, comodidad y costo razonable, dentro de las restricciones del terreno, en el entorno y las características del tránsito. (Duraíd, 2021).

2.4.2. Herramientas BIM para infraestructura vial

2.4.2.1. AutoCAD-Civil 3D

Es una aplicación basada en AUTOCAD que permite diseñar, modelar y gestionar proyectos de infraestructura civil en un entorno tridimensional. Esta herramienta ofrece el análisis geoespacial, generación de superficies, alineamientos, perfiles, secciones transversales y movimiento de tierra, integrándose como procesos BIM y estándares de diseño. (Otter, 2018)

Figura 2
Aplicación de Civil 3D en proyectos viales



Nota. Imagen adaptada de Godoy Luis, Konstruedu. <https://konstruedu.com/es/curso/civil-3d-aplicado-a-proyectos-viales>

2.4.2.2. Autodesk InfraWorks

Es una herramienta que reúne una gran cantidad de datos de diferentes fuentes el cual nos permite visualizar el diseño conceptual, integra el diseño, topografía, redes hidráulicas, además ofrece la simulación de tráfico. Asimismo, incorpora funcionalidades para la simulación de tráfico y la colaboración en la nube mediante (Autodesk, 2025). (figura 3).

Figura 3

Modelado conceptual en InfraWorks

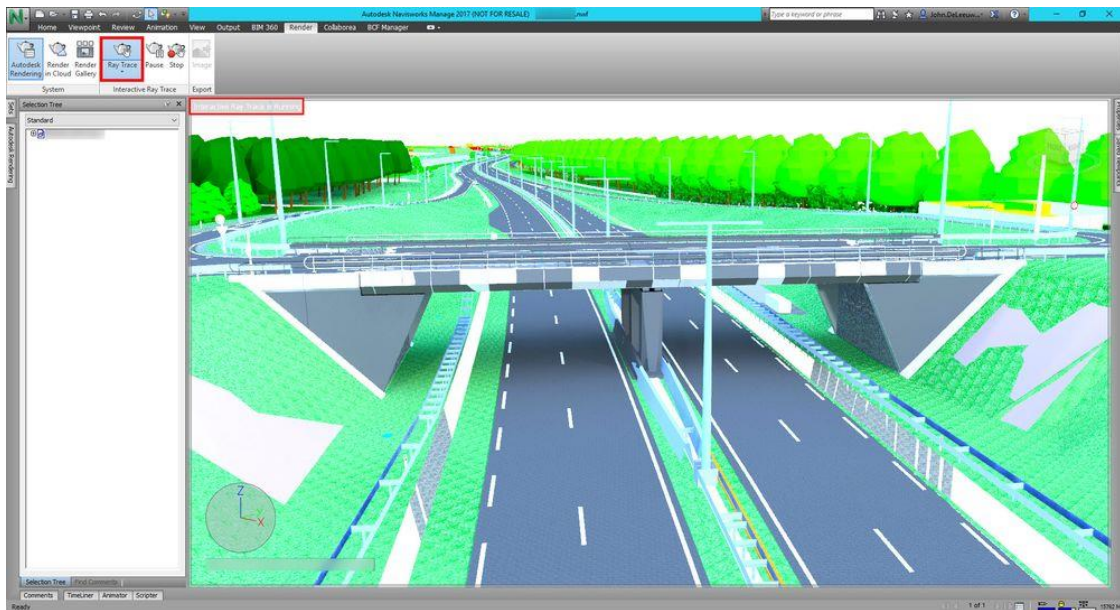


Nota. Imagen obtenida de Autodesk <https://www.autodesk.com/mx/products/infracworks/overview>

2.4.2.3. Navisworks

Con esta herramienta se conseguirá una mayor coordinación, simulación de la construcción y análisis de todo el proyecto para una revisión integrada del mismo. (Morote, 2019). Además de ser ampliamente usado por ingenieros, arquitectos y profesionales de la construcción para coordinar equipos multidisciplinarios, detectar conflictos en etapas tempranas del proyecto y simular el proceso constructivo en 4D para mejorar la precisión y eficiencia del proyecto (Soni, Yen, Lasky, & Bahra, 2012).

Figura 4
Detección de interferencias mediante Navisworks



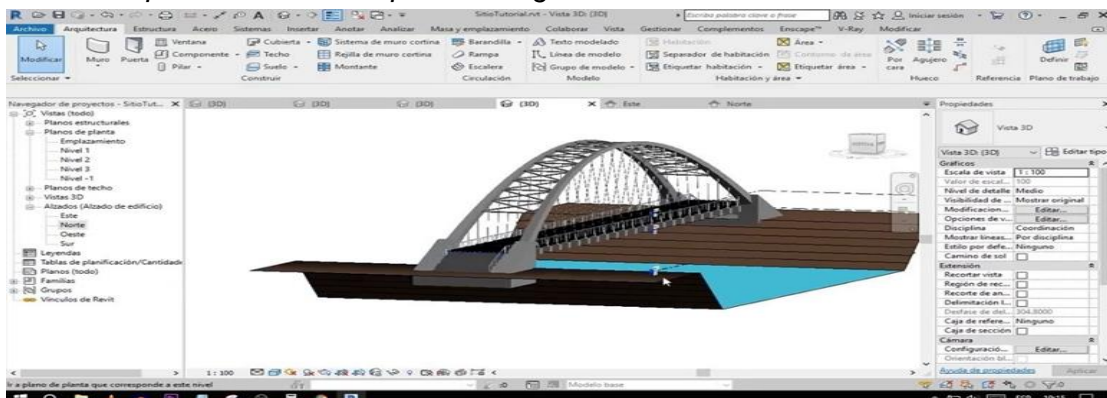
Nota. Modelado de un bypass en Autodesk Navisworks. Obtenido de Juan DeLeeuw. <https://forums.autodesk.com/t5/navisworks-forum/navisworks-2018-no-ray-trace/td-p/7280664>

2.4.2.4. Autodesk Revit + Autodesk Cost Management

Revit permite el modelado tridimensional detallado, y puede integrarse con herramientas de medición y presupuestación como Cost Management, o conectarse con Power BI para análisis económico. Su uso permite generar metrados automáticos y asignar partidas presupuestales desde fases iniciales del diseño.

Figura 5

Modelado paramétrico de un puente Colgante en software AUTODESK- REVIT



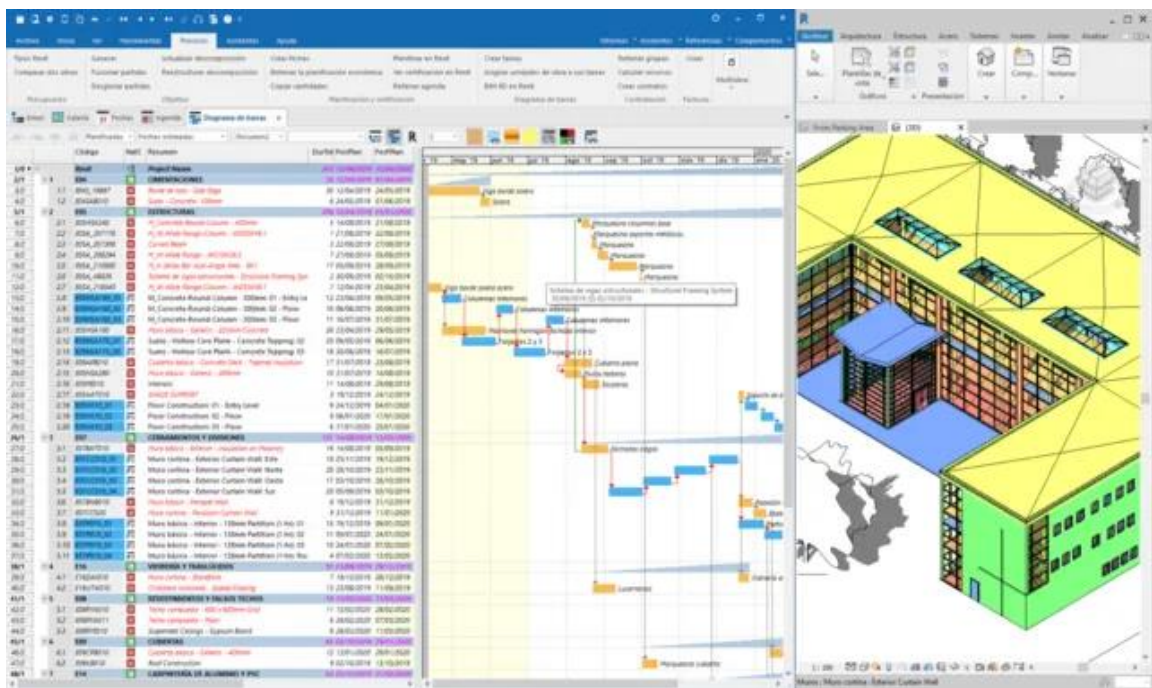
Nota. Obtenido de Miguel Henríquez Arévalo - skill share

2.4.2.5. Presto

Muy utilizado en países de habla hispana, Presto permite importar modelos BIM para asociar partidas presupuestales directamente desde bases como S10, CYPE o el catálogo del MEF (Perú). Es una de las soluciones más completas para presupuestación BIM 5D.

Figura 6

Software PRESTO, integrando partidas, costos y tiempo desde un modelo en REVIT



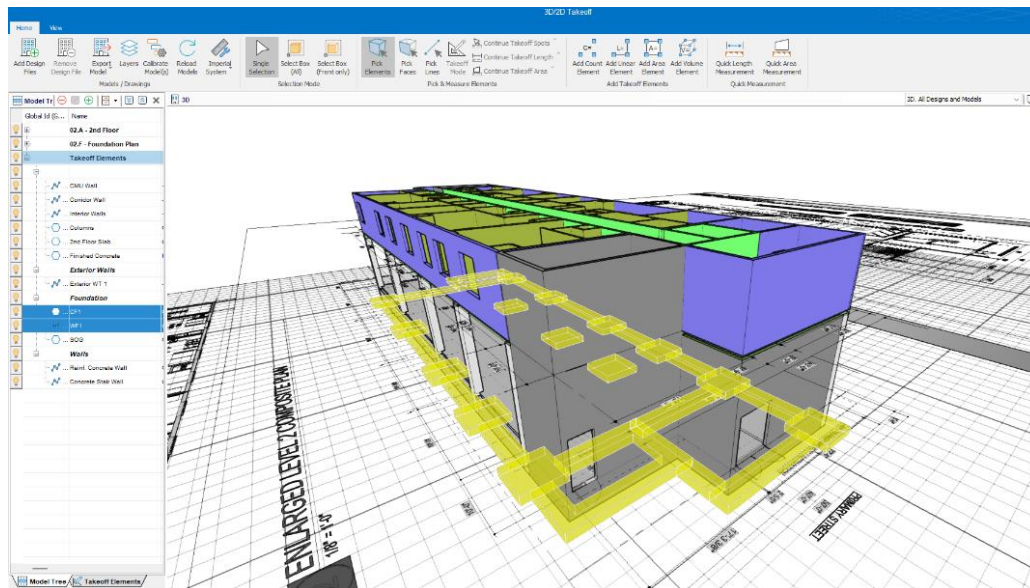
Nota. Obtenido de Tienda online SEYSTIC

2.4.2.6. CostOS

Es un software desarrollado por Nomitech orientado al cálculo, estimación y control de costos en proyectos de ingeniería, construcción, petróleo, minería e infraestructura. La herramienta integra funciones avanzadas de presupuesto, programación, gestión de cantidades, análisis de flujos de costos y control financiero dentro de un entorno centralizado. Está diseñado para que empresas y profesionales gestionen con precisión y eficiencia los costos desde las etapas iniciales de diseño hasta la ejecución final del proyecto. Según el desarrollador oficial, "CostOS es un software de costos y control de proyectos que permite a las empresas generar estimaciones en tiempo real, gestionar bases de datos de costos, analizar escenarios de ingeniería y realizar simulaciones de presupuesto y planificación en un único entorno integrado" (Leopoldo, 2014)

Figura 7

Software CostOS, visualización de un modelo IFC de una edificación



Nota. Se obtuvo de Linked In - Software de estimación de construcción Cost-OS

2.4.2.7. Vico Office

Este software integra las funciones de planificación (4D) y estimación de costos (5D) a partir del modelo BIM, permitiendo hacer simulaciones de cronograma-costos. Es útil para gestionar la productividad y el flujo de caja del proyecto.

Figura 8

Extracción de cantidad 2D + 3D



Nota. Imagen Obtenida de Vicooffice página web. <https://vicooffice.dk/en/>

2.4.3. Funciones clave de las herramientas BIM 5D

Las herramientas asociadas al BIM 5D ofrecen múltiples funcionalidades relevantes:

- Generación automática de metrados y cantidades.
- Asignación de costos por elemento modelado.
- Integración de presupuestos con cronogramas (4D + 5D).
- Evaluación de escenarios de cambio presupuestal.
- Control de costos en tiempo real.
- Simulación del flujo de caja del proyecto.
- Trazabilidad entre partidas y componentes constructivos.

Estas capacidades permiten detectar posibles sobrecostos anticipadamente, gestionar recursos de manera eficiente y minimizar las modificaciones presupuestales a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Además, favorecen la transparencia y la auditoría pública, al permitir validar si lo presupuestado se corresponde con lo ejecutado.

2.4.4. Rol del BIM 5D en el control de costos y presupuestos

El BIM 5D permite relacionar las cantidades modeladas con precios unitarios y recursos, lo que se traduce en una estimación precisa de presupuestos, planificación financiera, y control de costos en tiempo real. Su aplicación es fundamental para prevenir sobrecostos y gestionar correctamente las modificaciones presupuestales.

Según Martínez (2020), el uso de BIM 5D en proyectos viales permite identificar con anticipación discrepancias en metrados, evitar duplicidad de partidas y calcular valorizaciones con mayor exactitud. De esta forma, se logra mayor eficiencia en la gestión económica del proyecto.

2.4.5. Interoperabilidad e integración con software de presupuesto (Revit, Navisworks, Excel, S10)

La efectividad del BIM 5D depende de su integración fluida con herramientas de planificación y presupuesto. Esto se logra mediante:

- Interoperabilidad basada en estándares abiertos como IFC.
- Exportación automática de metrados desde Revit a Excel o S10.
- Vinculación con cronogramas en MS Project o Primavera.
- Simulación de flujos de caja a partir del modelo 3D.

(Salas y Esenarro, 2024) demostró que, en proyectos de infraestructura en Tarpoto, esta integración reduce errores humanos, mejora la trazabilidad de costos y permite tomar decisiones más rápidas y fundamentadas.

2.4.6. Gestión pública y normativa nacional

2.4.6.1. Sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones (INVIERTE.PE)

El Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe) es el marco normativo que rige la formulación y ejecución de proyectos de inversión pública en el Perú desde 2017. Sustituye al antiguo SNIP, buscando mejorar la calidad de las inversiones y su articulación con la política de desarrollo nacional.

Este sistema promueve una mejor toma de decisiones públicas mediante la programación multianual, la identificación clara del problema público, la evaluación técnica-económica, y el seguimiento de ejecución. Dentro de este marco, el uso de tecnologías como el BIM se alinea con el principio de eficiencia y transparencia en la inversión pública Ministerio de Economía y Finanzas (2022).

2.4.6.2. Plan BIM Perú y a su relación con la infraestructura pública

El Plan BIM Perú según Ministerio de Economía y Finanzas (2023) es una política nacional de adopción gradual de la metodología BIM en el ciclo de vida de los proyectos de inversión pública. Fue impulsado por el MEF en 2019 como parte del compromiso por modernizar la gestión de la infraestructura pública, reducir sobrecostos y fortalecer la transparencia.

El Plan establece fases progresivas de implementación (2019–2025), ejes estratégicos (capacitación, normatividad, gobernanza digital), y metas como que el 100 % de los proyectos del Gobierno Nacional incorporen BIM en las etapas de formulación y ejecución a partir del 2025. Para infraestructura vial, el plan representa una herramienta clave para prever, cuantificar y controlar variaciones presupuestales desde el diseño.

Para Julio de 2030 la obligatoriedad del BIM será en el gobierno nacional y gobiernos regionales, además de que se implementará una plataforma tecnológica para su uso en todo el sector público.

Finalmente, la malla curricular BIM será implementada en las instituciones públicas priorizadas de educación superior con ofertas académicas vinculadas al sector construcción.

Figura 9

Documentos del Plan BIM Perú



Nota. Obtenido de Jorge E. Huaripata – KONSTRUEDU. <https://es.linkedin.com/pulse/gu%C3%ADa-nacional-bim-de-per%C3%BA-qu%C3%A9-es-y-contiene-konstruedu-njeae>

2.4.6.3.Requisitos técnicos normativos para la implementación del BIM en proyectos viales públicos

La implementación de la metodología BIM en proyectos viales públicos en Perú se encuentra alineada con las estrategias de modernización del Estado y la transformación digital de la gestión pública. El Plan BIM Perú, liderado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), establece una hoja de ruta para la adopción progresiva de BIM en las fases del ciclo de inversión pública bajo el marco del sistema Invierte.pe.

2.4.6.3.1.Level of Development (LOD)

Es una especificación que describe el nivel de detalle y desarrollo de los elementos BIM en relación con la etapa del proyecto. La correcta definición del LOD resulta fundamental para asegurar una adecuada coordinación entre especialidades, garantizar la precisión de los metrados y facilitar el control de costos bajo el enfoque BIM 5D, así como para delimitar las responsabilidades técnicas y contractuales de los actores involucrados.

En proyectos viales, la aplicación progresiva de los niveles LOD permite una evolución controlada del modelo, desde etapas conceptuales hasta fases de mayor definición técnica, contribuyendo a una gestión más eficiente de la información y a la reducción de riesgos asociados a inconsistencias de diseño.

Tabla 2

Niveles LOD más utilizados

LOD	Nombre	Descripción	Uso en proyectos viales
LOD 100	Conceptual	Representa la intención general, sin geometría detallada. Incluye masas o volúmenes.	Estudios preliminares, perfiles técnicos.
LOD 200	Esquemático	Elementos modelados con geometría aproximada, información genérica. Permite un primer metrado referencial.	Expedientes técnicos iniciales, alternativas de diseño.
LOD 300	Diseño preciso	Modelos con geometría precisa, dimensiones reales y propiedades técnicas. Válido para planos de obra.	Diseño definitivo, medrados confiables.
LOD 350	Coordinado	Elementos con interfaces claramente definidas y coordinadas entre disciplinas (estructuras, drenaje, pavimentos, etc.).	Coordinación técnica antes de ejecución.
LOD 400	Construcción	Información detallada para la fabricación y montaje. Se vincula a cronograma y costos (4D y 5D).	Ejecución de obra, valorizaciones, seguimiento BIM 5D.
LOD 500	As-built / Operacional	Modelo final que refleja lo construido. Incluye datos para operación, mantenimiento, y gestión de activos.	Cierre de obra, transferencia a entidades públicas.

Nota. La tabla resume los niveles de desarrollo (LOD) comúnmente empleados en proyectos viales y su aplicación en las distintas etapas del ciclo de vida del proyecto bajo la metodología BIM.

2.4.6.3.2. Aplicación de la normativa en proyectos públicos en Perú

En el caso de Perú, el Plan BIM Perú propone adoptar progresivamente los niveles de LOD según la fase de la inversión:

- En preinversión, se espera un LOD 100–200.
- En la formulación y ejecución, se requiere LOD 300–400.

- Al final del proyecto, se busca generar un modelo con LOD 500, útil para mantenimiento vial o traspaso a la entidad operadora.

Asimismo, las Bases Estándar de Contratación Pública y la Guía Invierte.pe pueden exigir la inclusión de entregables en formato IFC (interoperable), con una definición clara del LOD requerido en cada entregable contractual.

2.4.6.4. Rol de la contraloría general de la república y control concurrente

La Contraloría General de la República (CGR) cumple una función de vigilancia y fiscalización de la correcta ejecución de recursos públicos, incluyendo los destinados a proyectos viales. A partir de 2020, ha reforzado el mecanismo del control concurrente, una modalidad de auditoría que permite intervenir durante la ejecución de obras para alertar posibles riesgos y prevenir irregularidades.

En su informe del segundo semestre de 2023, la CGR alertó sobre más de 6,000 funcionarios involucrados en observaciones presupuestales, muchas relacionadas con deficiencias técnicas, sobrecostos y expedientes mal elaborados en proyectos de inversión pública, especialmente en regiones del sur como Moquegua, Arequipa y Tacna.

La incorporación de metodologías como el BIM 5D se alinea con los objetivos del control concurrente, ya que permite trazabilidad digital, control de metrados, valorizaciones automáticas y simulación de escenarios, facilitando así la labor de fiscalización preventiva.

2.4.6.5. Limitaciones, barrera y oportunidades en el uso del BIM 5D en gobiernos locales

A pesar de sus beneficios, la adopción del BIM 5D en gobiernos locales enfrenta múltiples limitaciones. Entre las más comunes se identifican las siguientes:

- Falta de personal capacitado en herramientas BIM.
- Ausencia de normativas específicas a nivel local.
- Baja interoperabilidad entre plataformas utilizadas por municipios.
- Resistencia al cambio por parte de profesionales y autoridades.

De acuerdo con (Salas & Esenarro, 2024) en municipios intermedios como Tarapoto, el uso del BIM 5D aún se encuentra en una etapa incipiente, no obstante, constituye una oportunidad para fortalecer la gestión pública, optimizar el control presupuestal y reducir errores en la planificación de proyectos. En ese sentido, resulta necesario

promover la inversión en capacitación técnica, el desarrollo de infraestructura digital adecuada y la sensibilización institucional, a fin de facilitar una adopción progresiva y sostenible de la metodología BIM en los gobiernos locales.

2.4.6.6. Impacto del BIM 5D en la reducción de modificaciones presupuestales

Uno de los principales aportes del BIM 5D es su capacidad para anticipar, controlar y mitigar las modificaciones presupuestales en obras públicas. Esta dimensión permite vincular directamente los metrados modelados con partidas presupuestales reales, generando valorizaciones automáticas y evitando errores comunes en las estimaciones manuales.

(Taylor, 2019), sostiene que el uso de BIM 5D puede reducir las desviaciones presupuestales hasta en un 25 % en obras viales, gracias a la detección anticipada de conflictos constructivos, sobrecostos, y cambios de diseño. En el contexto peruano, la Contraloría General de la República (2023) ha señalado que uno de los factores que más incide en los sobrecostos es la baja calidad del expediente técnico, problema que podría mitigarse mediante el modelado digital colaborativo.

2.4.7. Enfoques de Investigación

2.4.7.1. Teoría general de la administración de proyectos

La administración de proyectos es una disciplina que permite planificar, organizar, ejecutar y controlar los recursos necesarios para alcanzar objetivos específicos dentro de un plazo y presupuesto definidos. Una de las principales bases teóricas proviene del PMBOK® Guide, desarrollado por el Project Management Institute (PMI), el cual agrupa los procesos de gestión de proyectos en cinco fases: iniciación, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.

El control de costos es uno de los procesos clave en esta teoría, y se relaciona directamente con las herramientas BIM 5D, que automatizan la planificación y seguimiento presupuestal de forma integrada con los avances de obra.

2.4.7.2. Enfoque de gestión por resultados

El enfoque de gestión por resultados (GpR) es un modelo orientado a maximizar el valor público mediante la ejecución eficiente y transparente de los recursos del Estado. Esta perspectiva ha sido promovida en el Perú desde el MEF como eje transversal en la gestión pública, priorizando el cumplimiento de metas y la obtención de impactos medibles.

En el contexto de proyectos viales, la implementación del BIM 5D fortalece este enfoque, ya que permite planificar con mayor precisión, controlar en tiempo real las valorizaciones, y asegurar que los recursos se ejecuten conforme a los objetivos trazados.

2.4.7.3. Enfoque sistémico de la gestión pública

El enfoque sistémico concibe a la gestión pública como un conjunto interrelacionado de procesos, actores, normativas e información que actúan dentro de un entorno institucional. Bajo esta lógica, los proyectos de infraestructura son entendidos como sistemas complejos, donde una falla en el diseño, planificación o control financiero afecta el desempeño del todo.

La metodología BIM permite integrar todos estos elementos en un solo modelo virtual, constituyéndose en una herramienta sistémica por excelencia. El BIM 5D proporciona retroalimentación en tiempo real, visibilidad de las interdependencias entre actividades y facilita la auditoría de procesos en entornos colaborativos Ackoff (1999).

2.4.7.4. Relación entre eficiencia, transparencia y tecnología en la obra pública

La eficiencia y la transparencia son principios clave en la gestión de obras públicas. Diversos informes de la Contraloría General de la República han revelado que muchas de las desviaciones presupuestales se deben a deficiencias en la planificación, ejecución fragmentada de proyectos y falta de trazabilidad documental.

El uso del BIM 5D contribuye a fortalecer la eficiencia administrativa al reducir la incertidumbre, automatizar cálculos de costos y facilitar el seguimiento financiero. Asimismo, al registrar digitalmente las decisiones técnicas y económicas, fortalece los mecanismos de control social y fiscalización institucional, promoviendo la rendición de cuentas.

Como señala (Project Cost Management with 5D BIM, 2016) el BIM 5D no solo es una herramienta técnica, sino también una plataforma de transparencia, ya que los modelos generados pueden ser auditados, compartidos y validados por múltiples actores en tiempo real.

2.5. Modificaciones presupuestales en obra públicas

Las modificaciones presupuestales son ajustes que se realizan al presupuesto aprobado, en el cual se efectúan cambios en su estructura inicial, con el propósito de redis-

tribuir recursos financieros a fin de atender necesidades que surgen durante la ejecución, como emergencias, interferencias o deficiencias detectadas en la planificación inicial, sin desvirtuar los objetivos estratégicos del proyecto.

2.5.1. Clases de modificaciones presupuestales en Perú

Según la normativa peruana del (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018), principalmente la Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto Público (Decreto Legislativo N.º 1440), la Ley de Presupuesto del Sector Público, y documentos del MEF, las modificaciones presupuestales se clasifican en dos niveles:

a. Nivel Institucional

Este incrementa los créditos suplementarios y transferencia de partidas.

- Créditos suplementarios: son incrementos en los créditos presupuestarios autorizados, cuando se disponen de mayores recursos no contemplados originalmente en la ley anual de presupuesto.
- Transferencias de partidas: Traslado de créditos presupuestarios entre pliegos presupuestarios, sin aumentar el presupuesto total asignado.

b. Nivel Funcional programático

Se refiere a modificaciones dentro del presupuesto institucional vigente de cada pliego, que involucran habilitaciones y anulaciones de créditos en actividades y proyectos, afectando la estructura funcional programática del presupuesto.

- Habilitaciones: incrementos en créditos presupuestarios de determinadas actividades o proyectos, con cargo a anulaciones de esta u otras actividades o proyectos.
- Anulaciones: supresión total o parcial de créditos presupuestarios asignados a ciertas actividades o proyectos.

2.5.2. Procedimiento para realizar una modificación presupuestal

Para ejecutar una modificación presupuestal el gobierno del Perú mediante la Ley N.º 28411, Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto, y su normativa complementaria. Con este protocolo se afianza los ajustes en el presupuesto institucional se realicen de manera ordenada, transparente y con la debida justificación técnica legal.

a. Identificación de la necesidad

El área usuaria o responsable de la ejecución detecta una insuficiencia o exceso en la asignación presupuestal. Se formula la justificación técnica, económica o legal que sustente la modificación (ejemplo: nuevas prioridades, emergencias, cambios en el cronograma de obra, variaciones de costos).

b. Solicitud de modificación presupuestal

El órgano ejecutor es el que prepara la propuesta de modificación, indicando las fuentes de financiamiento, las partidas afectadas y los créditos presupuestarios a incrementar o disminuir. Se adjunta la documentación de sustento (informes técnicos, resoluciones, acuerdos u otros que se vean por convenientes).

c. Revisión y validación interna

El área de presupuesto o la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) revisa la propuesta para verificar que cumpla con las disposiciones legales, los límites institucionales y los topes autorizados.

d. Emisión del acto administrativo correspondiente

Dependiendo del tipo de modificación, se aprueba mediante:

Resolución del titular del pliego: En este caso el titular del pliego es netamente el alcalde, por tanto, las modificaciones presupuestales serán aprobadas mediante Resolución de Alcaldía.

- *Decreto Supremo refrendado por el MEF:* Para este caso, la municipalidad o entidad competente, es la que recibe la transferencia mediante decreto supremo publicado en El Peruano, refrendado por el MEF y el sector correspondiente.
- *Resoluciones Directorales o Ministeriales:* Esta se utiliza en casos específicos regulados por normas sectoriales, por ejemplo, el MEF puede emitir Resoluciones Directorales relacionadas con ajustes en clasificaciones presupuestarias, o los sectores (como Vivienda o Transportes) cuando transfieren fondos específicos.

e. Registro en el SIAF-SP

La modificación presupuestal aprobada debe registrarse obligatoriamente en el Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF-SP). Sin este registro, la modificación no tiene validez operativa ni puede ejecutarse.

f. Comunicación y difusión

Las resoluciones y decretos que aprueban modificaciones presupuestarias se publican en el Diario Oficial El Peruano y/o en el portal institucional, garantizando transparencia.

Para el caso de la municipalidad, una vez emitida la resolución de alcaldía, la oficina de presupuesto registra la modificación en el SIAF-SP, seguidamente el área de presupuesto comunica a las unidades ejecutoras, gerencias u oficinas involucradas.

De esta manera cada área conoce los ajustes en sus partidas y puede ejecutar gastos conforme al presupuesto actualizado. Además, que la municipalidad de ser el caso debe remitir una copia de la resolución a la Contraloría General de la República, además que la ley de transparencia y acceso a la información pública (Ley N° 27806) exige que sean publicadas en el portal de transparencia estándar de la municipalidad. (Congreso de la República del Perú, 2004).

2.5.3. Documentos que debe contener una modificación presupuestal

Los documentos para sustentar y formalizar una modificación presupuestal en proyectos de infraestructura vial, requiere un conjunto de documentos técnicos, administrativos y financieros que respalden la necesidad del cambio. Estos documentos permiten garantizar la legalidad, transparencia y trazabilidad del ajuste presupuestal. (Congreso de la República del Perú, 2003)

2.5.3.1. Informe técnico Sustentatorio

Elaborado por la oficina de infraestructura o la gerencia de obras de la municipalidad, en donde se justificará la necesidad del incremento, reducción o reorientación de partidas presupuestales.

En el caso de obra viales, suele incluir:

- Cambios en las condiciones de terreno o clima que afecten el costo de ejecución.
- Necesidad de mayores metrados de movimiento de tierras, concreto o asfalto.
- Modificación del expediente técnico aprobado.

2.5.3.2. Informe Presupuestal

Este será emitido por la oficina de Planeamiento y presupuesto, indicando el impacto de la modificación en el presupuesto institucional de Apertura (PIA) o Modificado (PIM). Allí también se precisa la fuente de financiamiento (recursos propios, canon, FONCOMUN, etc.)

2.5.3.3. Cuadro de modificación presupuestaria (Formato MEF)

Documento estandarizado que mostrara:

- Clasificador de gastos (Genérica, Específica de Gasto).
- Fuente de financiamiento.
- Monto por aumentar o disminuir.

2.5.3.4. Resolución administrativa

Para el caso de las obras como se da dentro del ámbito municipal, debe de ser con resolución de alcaldía.

2.5.3.5. Expediente técnico modificado

En obras viales, cualquier modificación presupuestal suele estar vinculada a ajustes del expediente técnico.

Documentos incluidos:

- Planos modificados
- Especificaciones técnicas actualizadas
- Presupuesto de obra actualizado con nuevos metrados y análisis de precios unitarios.
- Cronograma valorizado de ejecución.

2.5.3.6. Opinión legal

Informe de la Oficina de Asesoría Jurídica que valide la procedencia normativa de la modificación, además se aplica sobre todo en modificaciones de gran alcance o transferencia de recursos.

Publicación en portal de transparencia

Copia del documento que certifique que la modificación fue publicada en el portal de transparencia estándar de la municipalidad y en el portal de transparencia económica del MEF. (Mena, 2014).

2.5.4. Comparativa de cómo se abordan las causas de modificaciones presupuestales entre la metodología tradicional frente a la BIM

La gestión de las modificaciones presupuestales en proyectos de infraestructura vial varía significativamente según la metodología empleada. Mientras que el enfoque tradicional suele presentar limitaciones asociadas a la fragmentación de la información y a la detección tardía de errores, la metodología BIM permite una gestión integral y anticipada de los factores que generan sobrecostos. En este contexto, la Tabla 3 presenta una comparación entre la metodología tradicional y la metodología BIM respecto al tratamiento de las principales causas de modificaciones presupuestales en proyectos de infraestructura.

Tabla 3

Comparativa de causas de modificaciones presupuestales entre metodología tradicional y BIM.

Causa	Metodología tradicional	Metodología BIM
Errores u omisiones en el expediente técnico	El expediente técnico se elabora con información parcial o desactualizada, a menudo sin visitas exhaustivas de campo. Los problemas de saneamiento físico legal, geología o geotecnia se detectan recién en ejecución, generando adendas y sobrecostos. Coello (2019)	BIM integra levantamientos topográficos, escaneos 3D y modelos geotécnicos desde la fase de diseño. La simulación previa permite identificar conflictos de terreno y saneamiento, reduciendo replanteos en obra. Azhar, Hein, & Sketo (2018)
Incompatibilidades entre especialidades del expediente técnico	Los planos de arquitectura, estructuras, saneamiento o electricidad se elaboran de forma aislada. Esto ocasiona superposiciones, duplicidades o vacíos, lo que conlleva cambios posteriores y ampliaciones de plazo. Coello (2019)	BIM permite el trabajo colaborativo mediante modelos federados. El clash detection identifica interferencias entre especialidades antes de aprobar el expediente, asegurando coherencia técnica. Broquetas & Volm (2013)
Prestaciones adicionales e interferencias en la ejecución de obra	Los estudios básicos de ingeniería son incompletos; al ejecutar, se descubren interferencias (tuberías, redes eléctricas, suelos inestables) y se requieren prestaciones adicionales. Esto eleva costos y genera disputas contractuales. Coello (2019)	En BIM, las simulaciones 4D (tiempo) y 5D (costos) permiten visualizar secuencias constructivas, detectar interferencias y anticipar prestaciones adicionales. Así, se reducen los sobrecostos y litigios. Azhar, Hein, & Sketo (2018)
Desabastecimiento de materiales de construcción y/o maquinaria especializada	La planificación logística es limitada, se realiza de manera manual y reactiva. Los cambios en materiales o retrasos en el suministro afectan el cronograma. Coello (2019)	BIM incorpora bases de datos de materiales y equipos vinculadas al cronograma (4D) y presupuesto (5D). Se anticipa la demanda de insumos y se optimiza la logística. Broquetas & Volm, (2013)
Bajo rendimiento de la mano de obra y personal técnico.	En algunos casos se prioriza el aspecto político sobre el técnico. La falta de capacitación en personal de obra genera errores, baja productividad y atrasos. Coello (2019)	BIM exige personal capacitado en nuevas herramientas digitales. La coordinación se fortalece al asignar roles claros, controlar avances en tiempo real y capacitar equipos antes de la ejecución. Azhar, Hein, & Sketo (2018)

Nota. La tabla muestra una comparación del método tradicional y la metodología BIM respecto a las principales causas de modificaciones presupuestales en proyectos de infraestructura vial.

2.6. Definición de términos

2.6.1. Building Information Modeling (BIM)

Metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de modelos digitales de un proyecto de construcción durante todo su ciclo de vida, integrando datos geométricos, temporales, económicos y operacionales (Guía Nacional BIM, 2023).

2.6.2. BIM 5D

Dimensión del BIM que vincula el modelo tridimensional (3D) con el tiempo (4D) y el costo (5D) del proyecto, permitiendo estimaciones presupuestales precisas, control financiero y simulaciones económicas en tiempo real (LSG, 2025).

2.6.3. Proyecto de inversión pública

Intervención temporal ejecutada por el Estado, destinada a crear, ampliar, mejorar o recuperar infraestructura o servicios, generando valor social a través del Sistema Invierte.pe (Ministerio de Economía y Finanzas, 2023).

2.6.4. Control de costos

Proceso de seguimiento, verificación y ajuste de los recursos financieros asignados a un proyecto, comparando lo planificado con lo ejecutado, para garantizar eficiencia y evitar sobrecostos (Peter, 2025).

2.6.5. Interferencias

Conflictos o superposiciones detectadas entre elementos constructivos en el modelo digital (por ejemplo, entre estructuras y redes sanitarias), que deben ser resueltas antes de la ejecución (Heidy, 2025).

2.6.6. Expediente técnico

Es el conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto, fecha de determinación del presupuesto de obra, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios (MVCS, 2011).

2.6.7. Interoperabilidad

Capacidad de diferentes sistemas y software de intercambiar y usar información de forma coherente, esencial en la metodología BIM para conectar modelos, presupuestos y cronogramas (Guía Nacional BIM, 2023).

2.6.8. Cost-it

Plugin de Autodesk Revit que permite vincular el modelo 3D con el presupuesto del proyecto, generando metrados automáticos y valorizaciones de forma eficiente (RIB Software, 2024).

2.6.9. Valorización de obra

Es la evaluación de lo que la Entidad debe pagar al contratista según lo que se haya avanzado físicamente en la obra por un periodo determinado. Estas valorizaciones funcionan como una suerte de pago por partes y cuyo fin es motivar la continua ejecución de la obra y evitar su paralización (Instituto de Ciencias Hegel, 2020).

2.6.10. Industry Foundation Classes (IFC)

Es un formato estándar abierto desarrollado por buildingSMART para permitir el intercambio de información en entornos BIM (Building Information Modeling) entre diferentes plataformas y software (Guía Nacional BIM, 2023)

2.6.11. Common Data Environment (CDE)

Entorno de Datos Comunes o Common Data Environment, en inglés. Es una fuente de información acordada para cualquier proyecto o activo dado, para la colección, gestión y difusión de cada contenedor de la información a través de un proceso de gestión (Guía Nacional BIM, 2023).

2.6.12. Level of Information Need (LOIN)

Marco de referencia que define el alcance y proporciona el nivel de información adecuado en cada proceso de intercambio de información. Incluye el Nivel de Información Gráfica o detalles geométricos y el Nivel de Información No Gráfica o alcance de conjuntos de datos (Guía Nacional BIM, 2023).

2.6.13. Level of Information LOI

Nivel de información no gráfica relacionada a las especificaciones técnicas y/o documentación insertada, vinculada o anexada, con el fin de complementar la información de los del modelo 3D (Guía Nacional BIM, 2023).

2.6.14. Interfaz de Programa de Aplicación (API)

Se refiere al conjunto de normas, definiciones y protocolos que permiten la integración y desarrollo de aplicaciones de software. Esta interfaz define los módulos o componentes que conforman un programa y establece la manera en que estos se comunican e interactúan entre sí para ejecutar una o varias funciones específicas (Guía Nacional BIM, 2023).

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El estudio adopta un diseño no experimental, explicativo, dado que se observarán los fenómenos tal como ocurren en la realidad, sin manipular variables y en un único momento temporal.

Este diseño permite describir las deficiencias presentes en las modificaciones presupuestales de los proyectos viales ejecutados en el distrito de Torata, así como explicar la relación entre dichas deficiencias y la aplicación de la metodología BIM 5D como alternativa para mejorar el control y seguimiento de los costos.

El enfoque de investigación es cuantitativo basándose en el procesamiento de datos de expedientes técnicos, informes de la Contraloría General de la República y resultados de encuestas aplicadas a profesionales del sector.

De esta manera, se busca obtener una comprensión integral de la problemática y sustentar la viabilidad técnica del enfoque propuesto.

3.2. Acciones y actividades

En la Fase 1, correspondiente a la planificación y diagnóstico, se realizó la revisión de literatura sobre control presupuestal, gestión de proyectos y metodología BIM 5D. Asimismo, se llevó a cabo la recopilación de expedientes técnicos e informes de Contraloría General de la Republica sobre obras viales en el distrito de Torata (figura 10).

Figura 10
Revisión de expediente técnico vía vecinal MO 581

MEMORIA DESCRIPTIVA



PARA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO:

"MEJORAMIENTO DE LA VIA VECINAL MO 581: EMP. MO-586 (DV. YACANGO BAJO) – COPLAY – NUEVO COPLAY – DOCE QUEBRADAS – NUEVA ESPERANZA – BUENA VISTA ONCE DEL DISTRITO DE TORATA – PROVINCIA DE MARISCAL NIETO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA".

CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIONES: 2510347

PRESUPUESTO PROYECTO			
PROY: "MEJORAMIENTO DE LA VIA VECINAL MO 581: EMP. MO-586 (DV. YACANGO BAJO) – COPLAY – NUEVO COPLAY – DOCE QUEBRADAS – NUEVA ESPERANZA – BUENA VISTA ONCE DEL DISTRITO DE TORATA - PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"			
INT. EJ: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TORATA			
PRESID: MOQUEGUA			
PROVI: MARISCAL NIETO			
DISTR: TORATA			
FECHA: JULIO 2021			
Resumen del Presupuesto			
COMP 01	INSTALACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	SI	5.532.139.82
COMP 02	INSTALACION DEL SISTEMA DE PEGOS ALIANTO Y BIODIGESTORES	SI	2.937.754.82
COMP 03	CAPACITACION SANITARIA	SI	28.969.00
		Sub. TMM CD	17.498.863.64
CAPACITACION		SI	0.00
TALLER DE CAPACITACION		SI	0.00
COSTO DIRECTO TOTAL		SI	17.498.863.64
COSTO INDIRECTO FIJOS Y VARIABLES		SI	1.939.859.97
GASTOS INDIRECTOS DE OBRA (G. PROYECTOS)		SI	1.006.150.58
EMISIÓN TÉCNICA (E. TÉCNICA)		SI	881.750.08
EMISIÓN TÉCNICA DE EDUCACIÓN DE PROF. DE INVERSIONES (E. PROF.)		SI	176.551.82
GASTOS DE INSPECCION, EVALUACION Y SEGUIMIENTO (G. INSP.)		SI	829.805.45
GASTOS DE INSPECCION (G. INSP.)		SI	364.607.72
GASTOS DE EVALUACION (G. EVAL.)		SI	85.175.91
GASTOS DE SEGUIMIENTO Y SALDO (G. SIG.)		SI	85.175.91
GASTOS DE SEGURIDAD (G. SEC.)		SI	85.175.91
GASTOS DE GESTION DE PROYECTOS Y ADMINISTRATIVOS (G. G. PROY.)		SI	352.703.63
GASTOS DE GESTION DE PROYECTOS Y ADMINISTRATIVOS (G. G. PROY.)		SI	352.703.63
PRESUPUESTO DE OBRA		SI	19.438.723.61



Como resultado de esta revisión, se identificaron preliminarmente diversas deficiencias y causas recurrentes asociadas a las modificaciones presupuestales. Durante esta fase, se consolidó una base documental conformada por información correspondiente a diez obras representativas del ámbito de estudio.

Figura 11

Portal web para la búsqueda de informes de control de la Contraloría General de la República.

Región	Modalidad de Servicio	N° de Informes	Entidad	Título del Informe	Evento	Operativo	N° Personas con Presunta Responsabilidad	Tipo de Responsabilidad	Fecha Emisión	Fecha Conclusión	Fecha Publicación*
MOQUEGUA	CONTROL CONCURRENTE	022-2025-OCI/2362-SCC	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TORATA	Mejoramiento y ampliación de los servicios de salud del centro de salud Torata, en la localidad de la Pascana, distrito de Torata, provincia mariscal nieta, departamento de Moquegua.	LEY N° 31358 - LEY QUE ESTABLECE MEDIDAS PARA LA EXPANSIÓN DEL CONTROL CONCURRENTE	SIN OPERATIVO ASOCIADO	0		2025/11/18	2025/11/14	2025/11/24
MOQUEGUA	CONTROL CONCURRENTE	021-2025-OCI/2362-SCC	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TORATA	Mejoramiento e instalación del sistema de riego presurizado en CD Alto Oloro de la comlón de regantes Oloro, distrito de Torata de la provincia de Mariscal Nieto del departamento de Moquegua	LEY N° 31358 - LEY QUE ESTABLECE MEDIDAS PARA LA EXPANSIÓN DEL CONTROL CONCURRENTE	SIN OPERATIVO ASOCIADO	0		2025/11/07	2025/11/14	2025/11/13
MOQUEGUA	CONTROL CONCURRENTE	019-2025-OCI/2362-SCC	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TORATA	Mejoramiento del malecón ribereño desde el puente Torata hasta la calle central Manuel C. de la Torre del distrito de Torata - Mariscal Nieto - Moquegua	LEY N° 31358 - LEY QUE ESTABLECE MEDIDAS PARA LA EXPANSIÓN DEL CONTROL CONCURRENTE	SIN OPERATIVO ASOCIADO	0		2025/11/05	2025/10/31	2025/11/13
MOQUEGUA	ORIENTACIÓN DE OFICIO	14134-2025-CO/PREV-SOO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TORATA	Vigencia de la declaratoria de viabilidad o de la aprobación de las Inversiones Públicas.	NO SE ASOCIA A NINGUN EVENTO	SIN OPERATIVO ASOCIADO	0		2025/10/10	2025/10/27	2025/11/07
MOQUEGUA	ACCIÓN OFICIO POSTERIOR	12995-2025-CO/PREV-ACP	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TORATA	Pérdida de vigencia de la declaratoria de viabilidad de las Inversiones Públicas.	NO SE ASOCIA A NINGUN EVENTO	SIN OPERATIVO ASOCIADO	0		2025/10/07	2025/10/20	2025/11/06

Nota. La imagen muestra informes públicos, filtrados según la región y Entidad, en este caso Municipalidad Distrital de Torata.

En la figura 11 podemos ver una lista en donde podemos encontrar de forma rápida los informes de control concurrente emitidos por la Contraloría General, al hacer un clic sobre el signo (+) podemos visualizar el informe completo. Para la investigación se hizo la búsqueda de los informes relacionados con las obras acorde a la temática de transportes y comunicaciones.

En la figura 12 tenemos el portal de INFOBRAS, donde también se filtró el departamento como “Moquegua”, Provincia “Mariscal Nieto” y Distrito “Torata”. En estado de obra se eligió “En ejecución” finalmente en tipo de obra “Transportes y comunicaciones”. El cual busca automáticamente todas las obras dándonos una lista en donde podemos elegir “ver más”. Para mostrar muchos más datos relacionados a dicha obra.

Como avance físico y financiero, Código único de Inversiones, Datos generales, Informes de control, etc. En algunos casos la información no está actualizada.

Figura 12

Portal Web de INFOBRAS

The screenshot shows the 'Sistema de Información de Obras Públicas' (Public Works Information System) interface. It features a search sidebar on the left with filters for Department (Moquegua), Province (Mariscal Nieto), District (Torata), and Work Status (En Ejecución). The main area displays a map of the Moquegua region with red markers indicating project locations. Below the map is a table with the following data:

CÓDIGO INFOBRAS	CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN	CÓDIGO SNIP	NOMBRE DE LA OBRA	MODALIDAD DE EJECUCIÓN	ESTADO DE OBRA	FECHA DE INICIO	MONTO EXP. TÉCNICO	ACCIONES
52394	2046177	50669	Mejoramiento de la Red Vial Departamental Moquegua - Arequipa, Tramo MD-108: Cruz de Flores, Distritos Torata, Omate, Coalaque, Pucjuna, Limite Departamental Pampa Usilla y Tramo AP-118: Distritos Polobaya, Pucall, Mollebaya, Arequipa; COMPONENTE 02: TRAMO II KM 15+000 AL KM 35+000	Administración directa	En Ejecución	08/07/2013	16,074,951.99	Ver más Galería
53646	2046177	50669	MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL MOQUEGUA-AREQUIPA; TRAMO MO-108: CRUZ DE FLORES, DISTRITOS TORATA, OMATE, COALAQUE,	Administración directa	En Ejecución	26/03/2014	41,465,968.86	Ver más

Nota. El sistema de información cuenta con datos generales y de avance físico y financiero.

En la *Fase 2*, referida al diseño de instrumentos, se elaboró dos encuestas estructuradas dirigidas a ingenieros residentes, supervisores y proyectistas. Cada una referente a las variables evaluadas como son Aplicación de la Metodología BIM 5D y Modificaciones presupuestales. Acto posterior estas encuestas fueron sometidas a un juicio de 3 expertos, ingenieros civiles con amplia experiencia en el sector público como privado y en la ejecución de obras viales. Los cuales emitieron un informe de opinión los cuales estarán adjuntos en los Anexos 4 y 5. A partir de estos informes se obtuvo un puntaje aprobatorio de 27, lo cual valida este instrumento para ser usado en la recolección de datos para la investigación.

En la *Fase 3*, correspondiente a la aplicación de instrumentos, se procedió con la distribución de encuestas a los profesionales seleccionados mediante Google Forms, El enlace fue enviado estando en funcionamiento por una semana para luego se efectuó la recolección y organización de las respuestas obtenidas. De este modo, la información

fue procesada en gráficos de Excel, figuras presentadas posteriormente en los resultados.

Figura 13
Encuesta Realizada a través de Google Forms



Nota. La encuesta se llevó en dos etapas, con diferentes preguntas para las diferentes variables.

La Fase 4, centrada en el análisis de la información documental, incluyó la revisión detallada de tres proyectos seleccionados que presentaban las mayores variaciones presupuestales. En esta etapa también se evaluaron las causas técnicas y administrativas asociadas. Como resultado, se determinaron patrones y factores que influyeron directamente en los incrementos presupuestales.

Figura 14
Revisión a los informes por mayores metrados y partidas nuevas en los expedientes evaluados.

- 01.06.05.08 REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL (ALCANTARILLAS TMC)
 - 01.06.05.09 SOLAQUEADO DE ALCANTARILLAS (ALCANTARILLAS TMC)
- De acuerdo a las planillas de metrados correspondiente a la construcción de Alcantarillas TMC, se ha detectado que las Partidas: Refine y Nivelación en Terreno Normal y Solaqueado de Alcantarillas no han sido considerados en el Presupuesto de Obra. Según la Planilla de metrados, estas partidas estarían consideradas dentro de las de CAJAS DE REGISTRO con los ítem 01.06.07.02.02 Refine y Nivelación Terreno Normal y 01.06.07.02.07 Solaqueado de Caja de Registro, pero, como se puede observar más abajo, en las Planilla de Metrados de las Partidas Señaladas no figuran lo correspondiente a Alcantarillas TMC.

Anotaciones del Cuaderno de Obra:

- Según el Asiento N° 29 del Residente de obra, de fecha 27/03/2023
- Según el Asiento N° 29 del Residente de obra, de fecha 27/03/2023

RESUMEN DE METRADO DE ALCANTARILLAS (NO CONSIDERADOS)

RESUMEN DE ALCANTARILLAS (TRAMO N° 01,02)			
Item	Descripción	Unidad	Total
01.06	OBRAS DE DRENAJE		
01.06.01	TRAZO, TRIPLE Y REBANADO		
01.06.01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO-OBRAS DE DRENAJE	m2	488.20
01.06.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.06.03.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS CON EQUIPO MECANICO	m3	1,038.87
01.06.03.03	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	682.59
01.06.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D<5.00M)	m3	2,117.04
01.06.07	DRENAJE		
01.06.07.02	CAJAS DE REGISTRO		
01.06.07.02.02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL	m2	1,282.83
01.06.07.02.07	SOLAQUEADO DE ALCANTARILLA	m3	915.76
01.06.05	ALCANTARILLAS TMC		
01.06.05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ALCANTARILLAS	m2	1,045.78
01.06.05.02	ALCANTARILLA TMC Ø = 34"	m	82.83

(PROG. 8+500 REEMPLAZO POR ROCA FIJA)

- 01.03 MOVIMIENTO DE TIERRAS
- 01.03.01 EXCAVACION PARA EXPLANACIONES
- 01.03.01.01 EXCAVACION EN ROCA FIJA

- ✓ Según el Asiento N° 41 del Residente de obra, de fecha 10/04/2023, en donde, se pone en conocimiento al Inspector de Obra, que se viene ejecutando las partidas 01.03.01.03 Excavación de Material Suelto (Excavación de Explanaciones) en la progresiva 8+500; durante los trabajos de excavación de material suelto, se ha presentado la existencia de roca fija, por lo que se hace necesario generar un Deducivo en la Partida 01.03.01.03 Excavación de Material Suelto y generar un **Adicional Por Mayores Metrados en la Partida 01.03.01.01 Excavación en Roca Fija**, por lo que se solicita la aprobación del Inspector de Obra para su ejecución y posteriormente considerarlo en las modificaciones presupuestales al expediente técnico.
- ✓ Según el Asiento N° 42 del Inspector de obra, de fecha 10/04/2023, en donde, autoriza al Residente de Obra, para la creación de Partida Nueva Control Topográfico Durante la Ejecución de la obra, se autoriza la creación de Partida Nueva denominado Control de Calidad Durante el Proceso Constructivo, los cuales deberán ser considerados en el Adicional de Partidas Nuevas, Mayores Metrados de Presupuesto, se autoriza la Partida de **Mayores Metrados 01.03.01.01 Excavación en Roca Fija**.

Desc.	Und.	Cant.
Metrado Programado	m3	12,281.12
Metrado Ejecutado	m3	13,921.28
Menor Metrado	m3	1,640.16

Nota. Capturas de pantalla de los informes por mayores metrados y partidas nuevas de uno de los expedientes evaluados.

En la Figura 14 se extrajo una captura de pantalla de los informes presentados para la modificación presupuestal por partidas nuevas en alcantarillas TMC, y al lado derecho por mayor metrado en excavación de roca fija y a su vez deductivo como material suelto. Este puede deberse a un estudio de suelos deficiente en la zona. Debido a que se revisó el trazo geométrico y no se encontró cambios.

En la Fase 5, se vincula a la aplicación piloto de la metodología BIM 5D, se seleccionó una obra representativa para su modelado 5D mediante software especializado, como Civil3D para la generación geométrica y 2D de la vía, Infracore para visualización 3D y Navisworks para integrar el modelo 4D y 5D. Se desarrolló la simulación del control de costos y tiempos, lo que permitió contrastar el método tradicional con el enfoque BIM 5D y evaluar su eficacia. Además, se extrajo los respectivos metrados generados a tablas de Excel.

Finalmente, en la Fase 6, correspondiente al procesamiento, análisis y conclusiones, se efectuó el procesamiento estadístico de los datos obtenidos. Seguidamente, se elaboró la interpretación de los resultados y la redacción de las conclusiones, además de formular recomendaciones y lineamientos para la implementación del BIM 5D en proyectos viales. Con esta fase se integraron todos los hallazgos, logrando cumplir los objetivos específicos y el objetivo general del estudio.

3.3. Materiales e instrumentos

Para el desarrollo de la investigación, se utilizaron diversos materiales e instrumentos que permitieron recopilar, procesar y analizar la información necesaria.

En primer lugar, se empleó material documental como son expedientes técnicos de obras viales mencionados en la tabla 5, también se recopiló informes de hitos de control desarrollados por la Contraloría General de la República, obtenidos desde su página web, además de información diversa encontrada en el portal web de INFOBRAS.

Así como normativa del Ministerio de transportes y comunicaciones, ministerio de economía y finanzas, Guía nacional BIM Perú 2021. Todos estos sirvieron para identificar causas, montos, características de las modificaciones presupuestales presentes en los proyectos viales.

En segundo lugar, como instrumento se utilizó encuestas estructuradas, implementadas mediante cuestionario digital en Google Forms, lo cual permitió una llegada más rápida y didáctica a los encuestados. Este instrumento permitió recopilar la percepción y el nivel de conocimiento de los ingenieros respecto a la gestión presupuestal y la aplicación de la metodología BIM 5D en obras viales.

En cuanto al procesamiento de datos, se usó el software Microsoft Excel, con los cuales se efectuaron las tabulaciones y el análisis estadístico de la información, considerando frecuencias, porcentajes.

Para la etapa de modelado y simulación, se recurrió al software BIM, específicamente Autodesk Civil 3D, Navisworks e Infrworks, los cuales permitieron desarrollar el modelado y la simulación BIM 5D del proyecto evaluado, a fin de analizar el control de costos y plazos, adicionalmente, se empleó subassembly composer para la creación de subensambles personalizados usados en el modelo de secciones viales, además de adquirir una plantilla de diseño con la norma de diseño Geométrico según el Ministerio de Transportes y comunicaciones del año 2018.

A lo largo del estudio también se utilizaron programas de apoyo, como Microsoft Project para la gestión y programación de tiempos; Microsoft Word para la redacción de capítulos; Microsoft Power Point para la presentación final; Adobe PDF Reader para la revisión de documentos; Bloc de notas para anotaciones rápidas, importado y exportado de puntos topográficos; navegadores como Google Chrome, así como servicios en la nube como Google Drive y One Drive, que facilitaron la organización y respaldo de la información.

Finalmente, se utilizaron otros recursos esenciales como una laptop personal, conexión a internet, acceso a una base bibliográfica digital y repositorios institucionales, además de una calculadora HP 250G emulada en Windows, necesarios para el análisis técnico, la redacción del informe y la elaboración de gráficos y esquemas.

3.4. Población y muestra de estudio

3.4.1. Población

El estudio abarca una población de 10 obras viales ejecutadas en el distrito de Torata entre 2020 y 2025 (fuente. Portal WEB INFOBRAS de acceso público). Por razones de alcance y profundidad analítica, se trabajó con las 10 obras como base descriptiva; a continuación, se seleccionaron 3 obras mediante muestreo intencional usando como criterios: el tipo de obra, magnitud del contrato y disponibilidad documental para análisis detallado de causas de modificaciones. Finalmente, se eligió una obra como estudio de caso para la aplicación de la metodología BIM 5D, seleccionada por su representatividad de las deficiencias detectadas y por la factibilidad de acceso a la documentación y coordinación con los actores locales.

La población de 10 obras actualmente en ejecución, toda información se obtuvo del portal de INFOBRAS y Contraloría General de la República, la misma es de libre acceso. Seguidamente se elaboró una tabla con los siguientes datos:

Tabla 4*Población de Proyectos viales en el Distrito de Torata*

N°	Nombre de la obra	Numero de Modificaciones	Estado de obra	de	Fecha de Inicio	Monto Exp. Técnico
1	Creación de la trocha carrozable en el sector Inogoya grande del distrito de Torata - provincia de Mariscal Nieto - departamento de Moquegua	Administración directa	En ejecución		20/10/2020	S/ 6 923 549,67
2	Mejoramiento camino vecinal desde el sector Jorge Chavez b, sector Lambramane al km 3.892 del sector Chuchusquea baja distrito de Torata - provincia de Mariscal Nieto - departamento de Moquegua	Administración directa	En ejecución		6/10/2021	S/ 6 128 621,38
3	Mejoramiento del malecón ribereño desde el puente Torata a la calle Coronel Manuel C. de la Torre del, distrito de Torata - Mariscal Nieto - Moquegua	Administración directa	En ejecución		1/10/2021	S/ 44 200 132,93
4	Mejoramiento de la vía vecinal MO-581: emp. MO-586 (dv. Yacango bajo) - Coplay - Nuevo Coplay - Doce Quebradas - Nueva Esperanza - Buena vista once del distrito de Torata - provincia de Mariscal Nieto - departamento de Moquegua	Administración directa	En ejecución		1/02/2022	S/ 40 481 771,35
5	Mejoramiento y ampliación del acceso vial a los sectores de la Pascana y Chacane, distrito de Torata - Mariscal Nieto - Moquegua	Administración directa	En ejecución		1/03/2022	S/ 3 731 554,30
6	Mejoramiento de la vía vecinal MO-578 tramo: emp. pe-36-Sabaya - pta. carretera, distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua	Administración directa	En ejecución		5/12/2022	S/ 6 619 479,37
7	Creación de la trocha carrozable en el sector Coplay antiguo del c.p. Yacango del distrito de Torata - provincia de Mariscal Nieto – departamento de Moquegua	Administración directa	En ejecución		15/12/2022	S/ 2 275 390,93

(continúa)

Tabla 4 (continuación)

ítem	Nombre de la obra	Numero de Modificaciones	Estado de obra	Fecha de Inicio	Monto Exp. Técnico
8	Mejoramiento del servicio de Transitabilidad en las vías de acceso al cementerio general de Torata, sector Chacane, distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua.	Administración directa	En Ejecución	30/05/2024	S/ 4 199 967,59
9	Mejoramiento del servicio de Transitabilidad vial interurbana de la vía vecinal mo-576 tramo: emp. pe-36ª Ilubaya, distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua.	Administración directa	En Ejecución	3/04/2024	S/ 10 419 466,51
10	Mejoramiento y ampliación del servicio de Transitabilidad vial interurbana en la vía vecinal mo-583, desde empalme pe-36ª, hasta empalme mo-576, distrito de Torata de la provincia de Mariscal Nieto del departamento de Moquegua	Administración directa	En Ejecución	14/07/2025	S/ 5 689 146,74

Nota. Tabla informativa de la población de proyectos viales en ejecución del distrito. Información obtenida del Sistema de información de obras públicas. <https://infobras.contraloria.gob.pe/InfobrasWeb/>

3.4.2. Muestra

Para satisfacer completamente a los objetivos planteados en la presente investigación se seleccionó a tres obras a criterio de los investigadores, las cuales tienen al menos una modificación presupuestal, se utilizó como criterio también la fecha de inicio, el estado de ejecución, además que estas deberían de contener partidas o tareas acorde con la construcción de un pavimento ya sea flexible, rígido o segmentado, además para determinar el impacto de la metodología BIM 5D se escogió de estas tres a una sola obra la cual será utilizada como estudio de caso para su modelamiento y optimización mediante el software BIM.

En la Tabla 5 se muestran dichas obras ejecutadas por la entidad municipal, con datos extraídos de fuentes oficiales y de acceso público, describiendo su modalidad de ejecución, su estado actual, fecha de inicio y su monto inicial de inversión según su última modificación presupuestal.

Tabla 5*Obtención de la muestra.*

ítem	Nombre de la obra	Modalidad de ejecución	Estado de obra	Fecha de Inicio	Monto total de inversión a la fecha
1	Mejoramiento del malecón ribereño desde el puente Torata a la calle coronel Manuel c. de la torre del, distrito de Torata - Mariscal Nieto - Moquegua	Administración directa	En Ejecución	1/10/2021	S/ 44 200 132,93
2	Mejoramiento de la vía vecinal mo-581: emp. mo-586 (dv. Yacango bajo) - Coplay - Nuevo Coplay - Doce quebradas - nueva esperanza - buena vista once del distrito de Torata - provincia de Mariscal Nieto - departamento de Moquegua	Administración directa	En Ejecución	1/02/2022	S/ 40 481 771,35
3	Mejoramiento de la vía vecinal mo-578 tramo: emp. pe-36ª - sabaya - pta. carretera, distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua	Administración directa	En Ejecución	5/12/2022	S/ 6 619 479,37

Nota. Elaboración propia e información obtenida del Sistema de información de obras públicas. <https://infobras.contraloria.gob.pe/InfobrasWeb/>

Finalmente, en la Tabla 6, correspondiente al estudio de caso seleccionado para la aplicación de la metodología BIM 5D, se identificó que el proyecto presenta más de catorce informes de control concurrente emitidos durante su ejecución, así como un plazo de ejecución prolongado y tres modificaciones presupuestales registradas. Estas características evidencian la complejidad del proyecto y justifican su selección como caso representativo para el análisis de la aplicación del enfoque BIM 5D en el control de costos y la gestión del proyecto.

Tabla 6*Estudio de caso para la aplicación de BIM 5D*

ítem	Nombre de la obra	Modalidad de ejecución	Estado de obra	Fecha de Inicio	Monto Exp. Técnico
1	Mejoramiento de la vía vecinal mo-581: emp. mo-586 (dv. Yacango bajo) - Coplay - Nuevo Coplay - Doce quebradas - Nueva esperanza - Buena vista Once del distrito de Torata - provincia de Mariscal Nieto - departamento de Moquegua	Administración directa	En Ejecución	1/02/2022	S/ 40 481 771,35

Nota. Esta tabla muestra la obra seleccionada como estudio para la aplicación de la metodología BIM hasta su dimensión 5D.

3.5. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables permitió traducir los conceptos teóricos del estudio en elementos observables y medidas, que serán utilizados para recoger y analizar datos empíricos (tabla 7). En el presente estudio, se identificó como variables principales la aplicación de la metodología BIM 5D (variable independiente) y las modificaciones presupuestales en proyectos viales (variable dependiente), así como una variable intermedia referida a la calidad del expediente técnico.

Mediante la matriz (anexo 1) se definen sus respectivas dimensiones, indicadores, escalas de medición y técnicas de recolección, en concordancia con los objetivos específicos e hipótesis planteadas.

Tabla 7
Operacionalización de variables de estudio.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnicas o métodos
Variable independiente	Uso de la metodología BIM 5D como herramienta digital que integra diseño, cronograma y presupuesto, con el objetivo de mejorar la precisión en la planificación y gestión de costos de los proyectos viales.	Nivel de aplicación de la metodología BIM 5D	Nivel de aplicación de BIM 5D en el proyecto (3D,4D,5D)	Escala ordinal (bajo, medio, alto)	-Análisis documental de proyectos piloto
		Herramientas tecnológicas BIM	-Tipo de herramientas utilizadas (Revit, Navisworks, Civil 3D, Delphin)	Nominal (Tipo de software)	-Análisis del software utilizado en la elaboración del expediente técnico
Aplicación de la metodología BIM 5D		Coordinación interdisciplinaria.	-Impacto en la coordinación técnica (cantidad de interferencias detectadas antes de ejecución)	Numérica (n.º de interferencias evitadas)	-Encuesta dirigida a profesionales
Variable dependiente	Cambios en el presupuesto original de obras viales generados por errores de diseño, cambios de alcance o deficiente planificación no detectados en etapas tempranas	Causas de las modificaciones presupuestales	- Causas técnicas más frecuentes (errores de metrados, partidas omitidas, etc.) - Nivel de recurrencia (n.º de ampliaciones presupuestales por proyecto) - Impacto económico (% de incremento sobre presupuesto inicial) - Costo total de partidas adicionales	Nominal (tipo de causa) Numérica (frecuencia y porcentaje) Numérica (S/ acumulado)	- Revisión de expedientes técnicos e informes de control - Análisis del presupuesto - Encuesta dirigida a profesionales

3.6. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos se realizó de forma ordenada, primero se diferenciaron las fuentes y los objetivos específicos:

3.6.1. Procesamiento de datos documentales

Se tabularon los datos extraídos de los expedientes técnicos e informes de Contraloría, como presupuesto inicial, modificado, porcentaje de incremento y causas de modificación.

Con ayuda de Microsoft Excel, se calcularon frecuencias, promedios y variaciones porcentuales para identificar tendencias y causas predominantes.

3.6.2. Procesamiento de datos de encuestas

El cuestionario se evaluó por tres expertos ingenieros civiles relacionados con el tema y que el promedio de su evaluación indicó una buena validación (Anexo2, Anexo3).

La aplicación de la encuesta por medio de Google Forms (Anexo 4, Anexo5)

Las respuestas obtenidas mediante Google Forms se exportaron a Excel. La lista de encuestados está en el Anexo 6.

Se asignaron valores numéricos a las categorías de respuesta para obtener indicadores estadísticos.

Posteriormente, se elaboraron tablas y gráficos de frecuencia y porcentaje que reflejen las percepciones de los ingenieros encuestados.

3.6.3. Procesamiento de la aplicación BIM 5D

Se analizaron los resultados generados por el modelado 5D en comparación con los datos del expediente técnico y la ejecución real.

Se evaluó el grado de mejora en la trazabilidad de costos y tiempos, cuantificando la diferencia porcentual entre ambos métodos.

3.6.4. Análisis e interpretación

Se integro los resultados cuantitativos para explicar la relación entre las deficiencias detectadas y la aplicabilidad del BIM 5D como herramienta de optimización presupuestal. Finalmente, se discutió los hallazgos en contraste con la literatura técnica y las normativas vigentes, permitiendo formular conclusiones y recomendaciones prácticas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Fuentes de información para identificar las principales deficiencias de las modificaciones presupuestales

Para este análisis se consideraron:

- Informes de la Contraloría de la República correspondientes a 10 proyectos viales del distrito de Torata.
- Un expediente técnico con información de las modificaciones presupuestales detalladas.
- Encuesta aplicada a ingenieros, residentes y supervisores de obras del distrito (n= Numero de Encuestados). Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5.

4.2. Resultados documentales (Contraloría y expedientes)

El análisis documental se realizó a partir de la revisión de informes de control concurrente emitidos por la Contraloría y de los expedientes técnicos disponibles en el portal web institucional. La información recopilada permitió identificar variaciones significativas tanto en el presupuesto como en los plazos de ejecución de obras viales ejecutadas en el distrito de Torata como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8*Tabulación de los documentos obtenidos del portal web*

ítem	Nombre de la obra	Presupuesto Inicial (S/.)	Presupuesto Modificado (S/.)	Variación (%)	Plazo Inicial (días)	Plazo Modificado (días)	Variación (%)	Motivo principal de modificación
1	Creación de la trocha carrozable en el sector Inogoya grande del distrito de Torata	S/ 2 729 537,1	S/ 6 923 549,67	153,65	150 D.C.	487 D.C.	224,67	- Atrasos y/o paralizaciones por causas no atribuibles al contratista - Plazo adicional para la ejecución de la prestación adicional de obra
2	Mejoramiento camino vecinal desde el sector Jorge Chavez b, sector Lambramane al km 3.892 del sector Chuchusquea baja distrito de Torata	S/ 5 387 121,63	S/ 18 933 875,73	251,47	240 D.C.	719 D.C.	199,58	- Adicional de obra por deficiencias del expediente técnico y partidas nuevas - Falta de documentación técnica, como planos, especificaciones técnicas.
3	Mejoramiento del Malecon ribereño desde el puente Torata a la calle coronel Manuel c. de la Torre del, distrito de Torata	S/ 18 209 09,00	S/ 44 199 418,46	142,73	240 D.C.	990 D.C.	312,50	- Adicional por partidas nuevas, mayores metrados y deductivos, no contemplados en el expediente técnico - Variación de Precios - Demora por desabastecimiento sostenido de materiales
4	Mejoramiento de la vía vecinal mo-581: emp. mo-586 (dv. Yacango bajo) - Coplay - nuevo Coplay - Doce quebradas - Nueva Esperanza - Buena vista once del distrito de Torata	S/ 19 241 497,09	S/ 40 481 771,35	110,39	365 D.C.	1384 D.C.	279,18	- Demora por desabastecimiento de materiales de obra - Adicional por modificaciones al expediente técnico (mayores metrados, partidas nuevas, deductivos). - Adicional por variación de precios.

(continua)

Tabla 8 (continuación)

ítem	Nombre de la obra	Presupuesto Inicial (S/.)	Presupuesto Modificado (S/.)	Variación (%)	Plazo Inicial (días)	Plazo Modificado (días)	Variación (%)	Numero de Modificaciones
5	Mejoramiento y ampliación del acceso vial a los sectores de la Pascana y Chacane, distrito de Torata	S/ 3 731 554,30	S/ 17 122 963,73	358,87	150 D.C.	460 D.C.	206,67	- Adicional por modificaciones al expediente técnico (mayores metrados, partidas nuevas, deductivos). - Situación imprevista posterior a suscripción de contrato.
6	Mejoramiento de la vía vecinal mo-578 tramo: emp. pe-36 ^a - Sabaya - pta. carretera, distrito de Torata	S/ 2 057 508,95	S/ 6 619 479,02	221,72	210 D.C.	857 D.C.	308,10	- Adicional por modificaciones al expediente técnico (mayores metrados, partidas nuevas, deductivos). - Atrasos y/o paralizaciones por causas no atribuibles al contratista
7	Creación de la trocha carrozable en el sector Coplay antiguo del c.p. Yacango del distrito de Torata	S/ 2 275 390,93	S/ 7 806 960,66	243,10	120 D.C.	656 D.C.	446,67	- Adicional por modificaciones al expediente técnico (mayores metrados, partidas nuevas, deductivos). - Adicional de obra por deficiencias del expediente técnico
8	Mejoramiento del servicio de Transitabilidad en las vías de acceso al cementerio general de Torata	S/ 1 707 550,7	S/ 4 199 967,59	145,96	210 D.C.	253 D.C.	20,48	- Adicional por modificaciones al expediente técnico (mayores metrados, partidas nuevas, deductivos). - Atrasos y/o paralizaciones por causas no atribuibles al contratista
9	Mejoramiento del servicio de Transitabilidad vial interurbana de la vía vecinal mo-576 tramo: emp. pe-36 ^a llubaya, distrito de Torata.	S/ 3 853,079,96	S/ 10 419 466,51	170,42	270 D.C.	270 D.C.	0	- Adicional por modificaciones al expediente técnico (mayores metrados, partidas nuevas, deductivos). - Falta de documentación técnica, como planos, especificaciones técnicas.
10	Mejoramiento y ampliación del servicio de Transitabilidad vial interurbana en la vía vecinal mo-583, desde empalme pe-36 ^a , hasta empalme mo-576, distrito de Torata	S/ 31 372 190,13	S/ 33 888 004,01	8,02	210 D.C.	210 D.C.	0	- No se encontró información pública de la obra al ser reciente.

Interpretación

El análisis de los diez proyectos viales evaluados evidencia una tendencia generalizada a incrementos significativos tanto en el presupuesto como en los plazos de ejecución. En promedio, el incremento presupuestal alcanzó el 180,63 %; lo cual refleja una marcada subestimación de los costos durante la elaboración de los expedientes técnicos. De manera similar, el aumento promedio de plazo fue del 199,78 %; lo que pone en evidencia deficiencias en la planificación inicial y en la gestión del cronograma de obra.

Las causas más recurrentes de estas modificaciones estuvieron asociadas a adicionales de obra derivados de deficiencias en el expediente técnico, tales como errores en los metrados, omisión de partidas, incorporación de partidas nuevas y aplicación de deductivos no previstos. Estas situaciones reflejan una limitada coordinación técnica y una insuficiente evaluación integral del proyecto en su fase de diseño.

Asimismo, se identificó que solo una de las diez obras analizadas contaba con documentación técnica completa que sustentara adecuadamente las modificaciones aprobadas, lo cual representa una debilidad importante en los procesos de control y transparencia de la gestión pública local.

Cabe destacar que, dentro del conjunto de proyectos evaluados, dos obras fueron aprobadas recientemente en el año 2024, observándose que en una de ellas ya se registra un incremento presupuestal considerable del 170,42 %. De acuerdo con el Informe Hito de Control N.º 015-2024-OCI/2362-SCC, dicho incremento se debió principalmente a la no consideración de la normativa peruana de diseño geométrico, particularmente en aspectos relacionados con el sobredimensionamiento de secciones viales y la incorporación de obras de drenaje no contempladas inicialmente.

4.3. Resultados de la encuesta

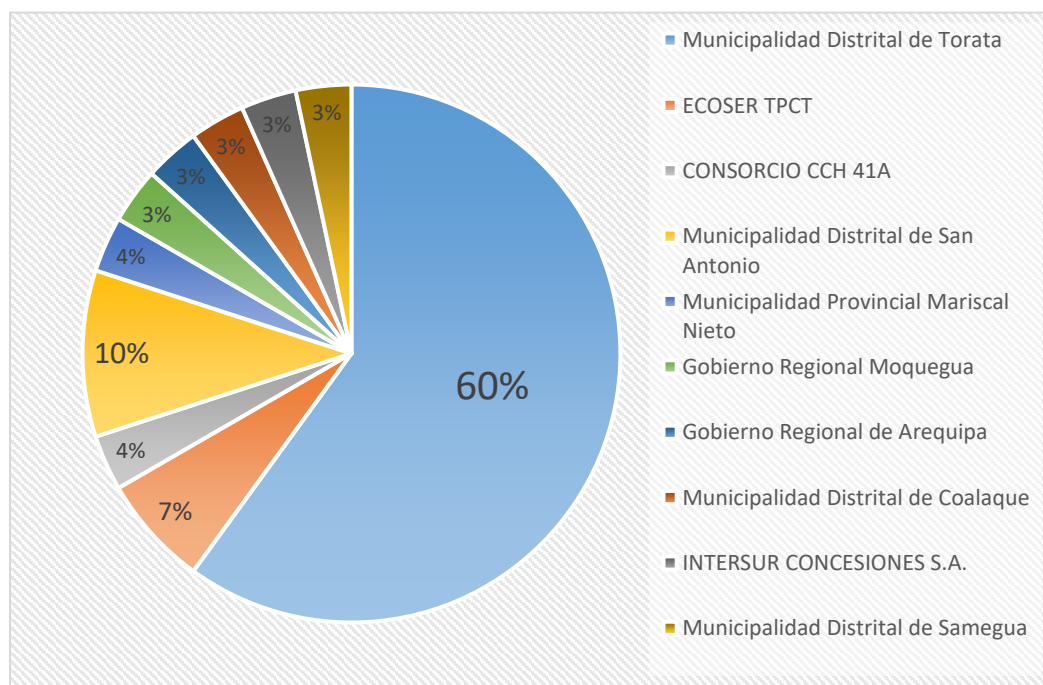
Los siguientes datos son producto de la realización de una encuesta que estará adjunta en el Anexo 04. Dirigida principalmente a profesionales del rubro de la construcción como Ingenieros residentes, supervisores, proyectistas, etc. Haciendo un total de 30 encuestados, los cuales serán presentados en la siguiente tabla:

La tabla 9 muestra que de 30 encuestados 18 son de la Municipalidad Distrital de Torata

Tabla 9*Entidad en la que laboran los encuestados*

Entidad en la que labora actualmente	N° de Encuestados
Municipalidad Distrital de Torata	18
ECOSER TPCT	2
Consortio CCH 41A	1
Municipalidad Distrital de San Antonio	3
Municipalidad Provincial Mariscal Nieto	1
Gobierno Regional Moquegua	1
Gobierno Regional de Arequipa	1
Municipalidad Distrital de Coalaque	1
INTERSUR CONCESIONES S.A.	1
Municipalidad Distrital de Samegua	1
Total encuestados	30

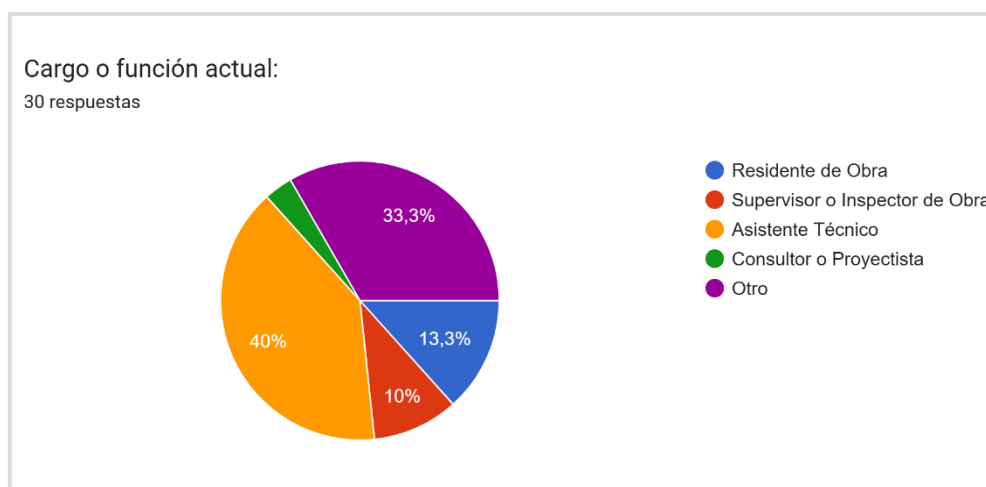
La Figura 15 muestra que 60 % de los encuestados laboran actualmente en la municipalidad de Torata, y algunos otros también pertenecientes a entidades públicas.

Figura 15*Porcentaje de encuestados según entidad*

La Figura 16 indica que el 40 % de encuestados son asistentes técnicos, 13 % son residentes y 10 % supervisores.

Figura 16

Cargo que ocupan en porcentaje.



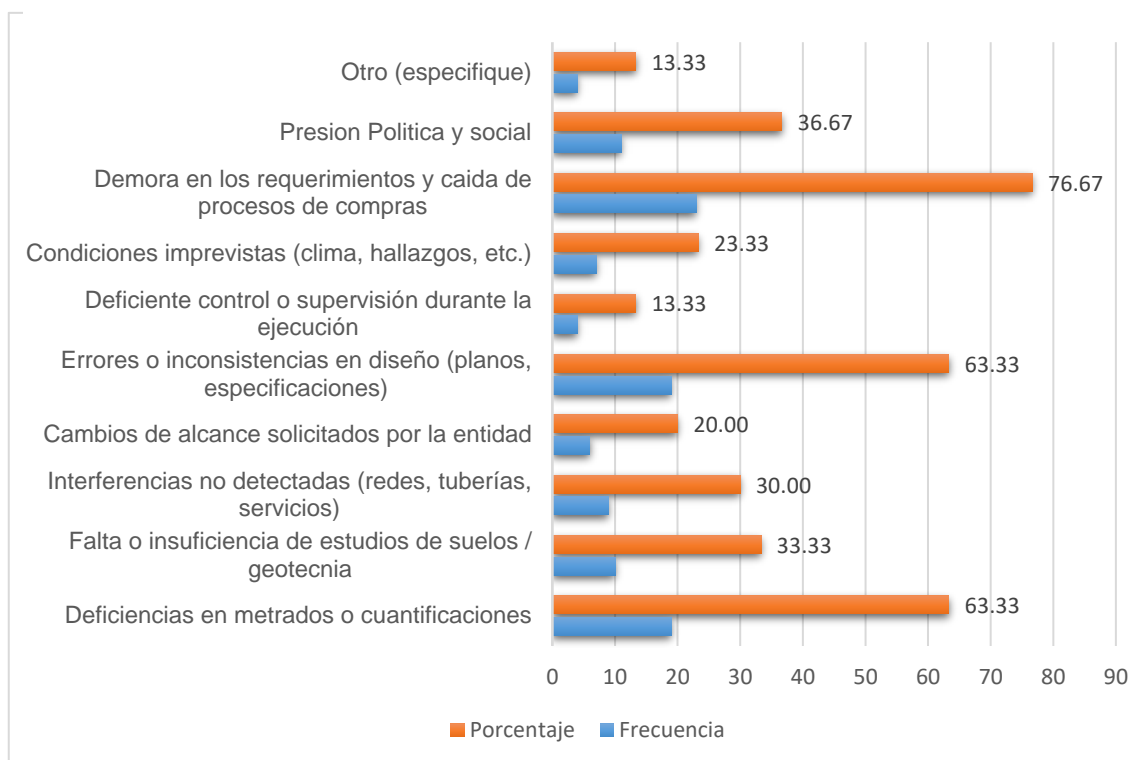
En base a la bibliografía se propuso 9 causas percibidas en las modificaciones presupuestales, de las cuales se obtuvo la frecuencia mostrada en la Tabla 10 y la Figura 17.

Tabla 10

Principales causas percibidas de las modificaciones presupuestales

Causa Identificada	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiencias en metrados o cuantificaciones	19	63,33
Falta o insuficiencia de estudios de suelos / geotecnia	10	33,33
Interferencias no detectadas (redes, tuberías, servicios)	9	30,
Cambios de alcance solicitados por la entidad	6	20,
Errores o inconsistencias en diseño (planos, especificaciones)	19	63,33
Deficiente control o supervisión durante la ejecución	4	13,33
Condiciones imprevistas (clima, hallazgos, etc.)	7	23,33
Demora en los requerimientos y caída de procesos de compras	23	76,67
Presion Política y social	11	36,67
Otro (especifique)	4	13,33

La Figura 17 representa un gráfico de barras horizontal de la variación porcentual sobre las causales de modificación presupuestal.

Figura 17*Causales de modificación*

Con el fin de determinar que influencia tienen estas causas en las modificaciones se utilizó la escala de Likert para cuestionar su nivel desde la influencia nula hasta muy alta. Los resultados son presentados en la Tabla 11.

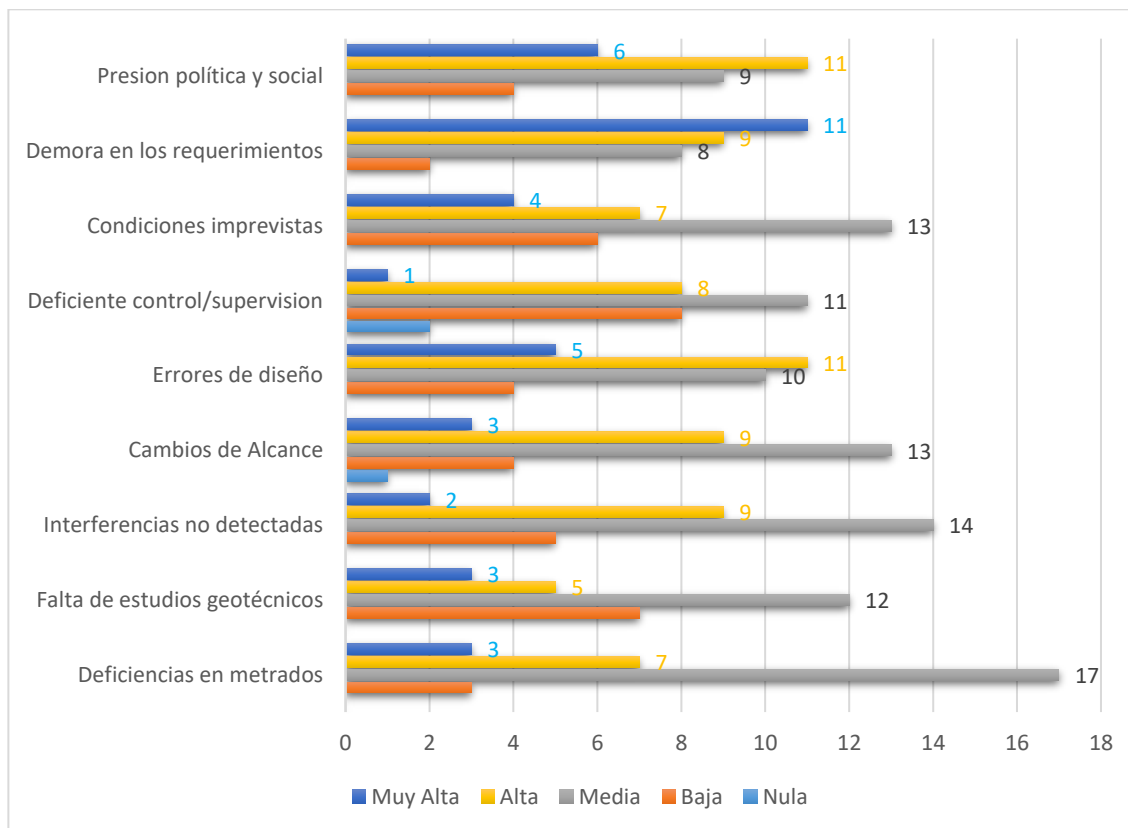
Tabla 11*Nivel de influencia de cada causa en los incrementos presupuestales*

Efecto Observado	Nula	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Deficiencias en metrados	0	3	17	7	3
Falta de estudios geotécnicos	0	7	12	5	3
Interferencias no detectadas	0	5	14	9	2
Cambios de Alcance	1	4	13	9	3
Errores de diseño	0	4	10	11	5
Deficiente control/supervision	2	8	11	8	1
Condiciones imprevistas	0	6	13	7	4
Demora en los requerimientos	0	2	8	9	11
Presion política y social	0	4	9	11	6

En la Figura 18 se presenta gráficamente la frecuencia y el nivel de influencia de cada causa.

Figura 18

Nivel de influencia en los incrementos presupuestales.



Interpretación de la encuesta

- La mayoría de los encuestados atribuyen que las modificaciones se deben a la “Demora en los requerimientos y caída de procesos” con un 76,67 %; seguidamente “Errores o inconsistencias en diseño” y “Deficiencias en Metrados y cuantificaciones” ambos con un 63,33 %; finalmente la “Presión política y social” con un 36,67 %.
- Se observa que las deficiencias, errores o inconsistencias de diseño, coinciden en cuanto a causar modificaciones entre los documentos analizados y la percepción profesional de la encuesta.
- Según la percepción profesional, la demora en los requerimientos tiene una influencia alta en las modificaciones presupuestales.
- La presión política y los errores de diseño tienen una influencia alta en las modificaciones presupuestales.

- Finalmente se tiene la percepción por parte de 17 profesionales que las deficiencias en metrados tienen una influencia media; mientras que 14 refieren que las interferencias no detectadas tienen una influencia media; a su vez 13 califican como influencia media a condiciones imprevistas y cambios de alcance.

4.4. Resumen de las fuentes y hallazgos principales

Teniendo la evaluación de los documentos de acceso público y además de contar con una percepción profesional sobre las modificaciones tenemos que:

Tabla 12

Resumen de las fuentes y hallazgos principales

Información	Fuente	Hallazgo principal
Informes Hitos de control de la Contraloría general de la republica	Buscador WEB de la Contraloría: https://buscadorinformes.contraloria.gob.pe/BuscadorCGR/Informes/Avanzado.html	- Se debe a adicionales por partidas nuevas, mayores metrados y deductivos. En algunos casos falta de documentación técnica y paralizaciones.
Datos generales sobre obras publicas	Buscador WEB del sistema de información de obras públicas https://infobras.contraloria.gob.pe/InfobrasWeb/Mapa/Index	- Se encontró que el incremento presupuestal y de plazo supera el 180 %.
Encuesta	Anexo 02: Encuesta sobre modificaciones presupuestales en proyectos viales - Distrito de Torata (2025) https://docs.google.com/forms/d/15XipsmfJGn9dtAowWnetJKC93jSD3OKU-dLmNHpHSGWY/edit	- Según la encuesta dirigida a profesionales inmersos en las obras refieren que la demora en los requerimientos y caída de procesos de adquisición de materiales con un 76,67 % - Además, según su percepción afirman que la demora en los requerimientos tiene una influencia alta en las modificaciones.

Nota. Todas las fuentes recopiladas son de dominio público, redactadas y auditadas por la Contraloría General de la República.

Conclusión parcial

Las principales deficiencias en los proyectos viales en Torata se deben a deficiencias en el expediente técnico y la demora en los requerimientos, los cuales generan sobrecostos y ampliaciones de plazo en más del 180 %.

4.5. Resultados para la determinación de la implementación BIM

Para obtener estos resultados evaluamos el nivel de acuerdo con lo descrito en la teoría, para esto se tomó 3 obras representativas según la muestra y la tabla 7. Además de usar la encuesta realizada a residentes, proyectistas y supervisores para conocer su grado de conocimiento y aplicación de BIM.

Tabla 13

Resultados para la determinación de la implementación BIM

N°	Descripción de la Intervención	Monto (S/.)	Año de inicio	Documentación disponible	Observaciones
1	<p><i>Mejoramiento del Malecón Ribereño</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de estructuras (Puentes, Inc. Pavimentos). - Construcción de Estructuras (Canal de Encausamiento). - Instalaciones eléctricas y sanitarias 	S/ 44 200 132,93	2021	Resolución de Alcaldía con la aprobación del expediente técnico.	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo con la resolución se tiene como partidas más representativas como Estructuras (Puentes, Canales de encausamiento). Con más de 15 millones de soles - Cuenta con planos 2D y un modelo 3D en Sketchup
2	<p><i>Mejoramiento de la vía vecinal MO-581</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de pavimento flexible y rígido - Construcción de Obras de Arte y drenaje - Construcción de Estructuras de Sostentamiento 	S/ 40 481 771,35	2022	Informe de consistencia del expediente técnico del proyecto de inversión.	<ul style="list-style-type: none"> - Se observa una variación considerable en la partida de infraestructura vial - Cuenta con planos 2D - No cuenta con modelos 3D
3	<p><i>Mejoramiento de la vía vecinal MO-578</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción pavimento flexible, rígido y sello con mortero asfáltico. - Mejoramiento de obras de arte y drenaje - Construcción de Estructuras de sostentamiento 	S/ 6 619 479,37	2022	Expediente técnico.	<ul style="list-style-type: none"> - Revisando el expediente de modificación 03 se tiene un incremento sustancial al presupuesto por partidas nuevas. - Cuenta con planos 2D - No cuenta con modelos 3D

4.6. Resultados de la encuesta BIM 5D

Con el fin de contar también con un respaldo profesional, se hizo otra encuesta sobre el nivel de conocimiento, así como la percepción de la metodología BIM. La encuesta se realizó en Google Forms y estará adjunta en el Anexo 05.

Mide el nivel de conocimiento del personal técnico que tiene sobre el BIM 5D, en donde el profesional encuestado califica en la escala de Likert si su personal a cargo tiene el suficiente conocimiento en la materia.

Tabla 14

Nivel de conocimiento de la metodología BIM 5D

Nivel de conocimiento	Frecuencia	Porcentaje (%)
Avanzado	1	3,3
Intermedio	8	26,7
Básico	18	60
Nulo	3	10

La tabla, 15 mide con qué frecuencia se utilizan herramientas BIM 5D en la gestión del presupuesto y control de costos

Tabla 15

Aplicación de las herramientas BIM 5D en obras viales locales

Uso de las herramientas BIM 5D	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	1	3,3
Frecuentemente	2	6,7
Ocasionalmente	18	60
Nunca	9	30

La tabla 16 mide la percepción de utilidad que tiene el uso de la metodología BIM 5D y si permite mejorar el control de costos y tiempos en las obras.

Tabla 16

Percepción de utilidad del BIM 5D en el control presupuestal

Opinión	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente de Acuerdo	14	46,7
De Acuerdo	15	50
En desacuerdo	1	3,3
Totalmente en Desacuerdo	0	0

4.7. Análisis e interpretación

- La mayoría de los encuestados (60 %) posee un conocimiento básico del BIM 5D, y a su vez lo ha aplicado ocasionalmente en obras locales.
- Sin embargo, un 50 y 46,7 % están de acuerdo y totalmente de acuerdo que sería útil para mejorar el control de costos y tiempos, lo que evidencia una brecha entre la percepción y la práctica.
- En la revisión de los expedientes técnicos de las 3 obras evaluadas se observó que solo en 1 cuenta con un modelo 3D no paramétrico.
- Las demás se desarrollaron bajo metodología tradicional (AutoCAD, metrados manuales, presupuestos en Excel y S10).

Conclusión parcial

Se evidencia que la aplicación de la metodología BIM 5D en los proyectos viales del distrito de Torata es muy limitada.

Aunque existe conocimiento básico del concepto, es muy escasa la implementación sistemática en las fases de planificación y de control de costos.

La ausencia de capacitación y la dependencia de métodos tradicionales (AutoCAD + Excel y/o S10) restringen la transición hacia procesos más integrados.

4.8. Estudio de caso para la aplicación de la metodología BIM 5D en un proyecto vial tradicional.

4.8.1. Selección y delimitación del caso de estudio

4.8.1.1. Descripción del proyecto

Nombre del proyecto

“Mejoramiento de la vía vecinal MO-581: emp. MO-586 (DV. Yacango Bajo) – Coplay – Nuevo Coplay – Doce Quebradas – Nueva Esperanza – Buena Vista Once del distrito de Torata – Provincia de Mariscal Nieto – departamento de Moquegua”

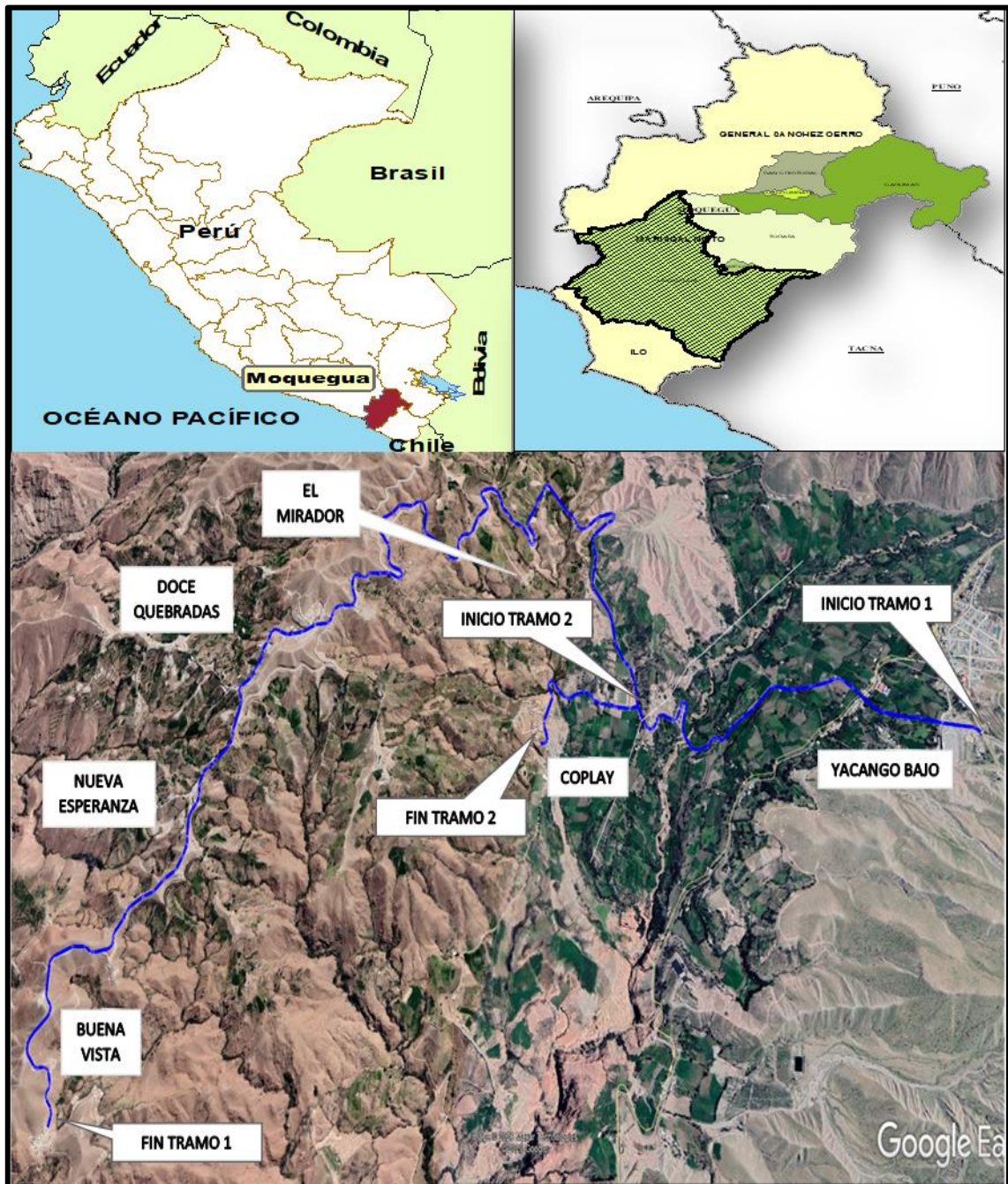
Ubicación Geográfica:

El sector de Yacango, se encuentra ubicados en la zona sur del Perú, en la Región Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Distrito de Torata a los 17° 07' 53.02" de Latitud sur y a los 70° 51' 54.64" de Longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich, a una altitud de 2 100 m.s.n.m.

La figura 19 fue obtenida de la memoria descriptiva del expediente técnico.

Figura 19

Ubicación geográfica del proyecto de estudio



Resumen del presupuesto inicial:

El presupuesto total del Proyecto: Ascende a la suma de Diecinueve millones quinientos setenta y cinco mil cincuenta y uno Y 51/100 nuevos soles (S/.19 575 051,51). según se detalla en la tabla 17.

Tabla 17

Resumen del presupuesto inicial

Resumen del Presupuesto		
Gastos Indirecto de obra, o proyecto (6 %)	5,0 %	s/ 1 058 110,89
Dirección técnica de obra(5 %)	5,0 %	s/ 881 759,08
Dirección técnica de ejecución de proy. de inversión(1 %)	1,0 %	s/ 176 351,82
Gastos de inspección, evaluación y seguridad (3 %)	3,0 %	s/ 529 055,45
Gastos de inspección(1,5 %)	1,50 %	s/ 264 527,72
Gastos de evaluación (0,5 %)	0,50 %	s/ 88 175,91
Gastos de seguridad y salud (0,5 %)	0,50 %	s/ 88 175,91
Gastos de liquidación(0,5 %)	0,50 %	s/ 88 175,91
Gastos de gestión de proyectos y administrativos (2,0 %)	2,0 %	s/ 352 703,63
Costo Indirectos fijos y variables		s/ 1 939 869,97
Costo Directo Total		s/ 17 635 181,54
Presupuesto Total		s/ 19 575 051,51

Nota. Tabla obtenida de memoria descriptiva del expediente técnico.

Modalidad de ejecución

La modalidad de ejecución será mediante *ejecución presupuestaria directa*.

Modificaciones presupuestales

El proyecto ejecuto el 01/02/2022, y hasta el momento se han aprobado tres modificaciones presupuestales y cinco ampliaciones de plazo según el Hito de control N°016-2025-OCI/2362-SCC.

Tabla 18**Presupuesto expediente técnico vs Modificaciones**

Descripción	Expediente técnico R.A. n°403-2021-A/MDT, del 30/12/2021	Modificación presupuestal n°01 R.G. n°01-2023-GlyDURA/MDT, del 22/02/2023	Modificación presupuestal n° 02 R.G. n°244-2023-GM/MDT, del 30/11/2023	Modificación presupuestal n° 03 R.G. n°246-2024-GM/MDT, del 06/12/2024	Total, presupuesto modificado
I. Costo directo	s/ 17 072 337,47	s/ 2 742 161,5	s/ 3 073 617,61	s/ 11 906 323,54	s/ 34 794 440,12
Costo directo	s/ 17 072 337,47	s/ 2 742 161,5	s/ 3 073 617,61		
II. Costos indirectos	s/ 2 169 159,62	s/ 785 223,81	s/ 768 404,42	s/ 1 964 543,4	s/ 5 687 331,24
Dirección técnica de obra	5,0 % s/ 853 616,87	12,3 % s/ 337 212,64	11,0 % s/ 338 097,94	11,0 % s/ 1 309 695,59	s/ 2 838 623,04
Dirección tec. De ejec. De proy. De inversión	1,0 % s/ 170 723,38	1,0 % s/ 27 421,62	1,0 % s/ 30 736,17	1,0 % s/ 59 531,62	s/ 288 412,79
Gastos de inspección	1,5 % s/ 256 085,05	3,32 % s/ 91 158,56	3,0 % s/ 92 208,53	3,0 % s/ 357 189,71	s/ 796 641,85
Gastos de evaluación	0,50 % s/ 85 361,69	0,5 % s/ 13 710,81			s/ 99 072,5
Gastos de seguridad y salud	0,50 % s/ 85 361,69	1,72 % s/ 47 061,57	1,5 % s/ 46 104,27	1,5 % s/ 59 531,62	s/ 238 059,15
Gastos de liquidación	0,50 % s/ 85 361,69	1,72 % s/ 47 061,57	1,5 % s/ 46 104,27	1,5 % s/ 59 531,62	s/ 238 059,15
Gastos de Administración de obra	2,0 % s/ 341 446,75	8,08 % s/ 221 597,04	7,0 % s/ 215 153,24	7,0 % s/ 119 063,24	s/ 897 260,27
Elaboración de expediente técnico	1,71 % s/ 291 202,5				s/ 291 202,5
Costo total del proyecto	s/ 19 241 497,09	s/ 3 527 385,31	s/ 3 842 022,03	s/ 13 870 866,93	s/ 40 481 771,35

Nota. Información obtenida del Informe de Hito de control N° 016-2025-OCI/2362-SCC.

La Tabla 18 representa una tabla de la variación presupuestal según informe de hito de control N°016-2025. De las diferentes modificaciones presupuestales de la obra.

4.8.1.2. Identificación de partidas más representativas

Debido a que una obra vial tiene como eje principal la creación del pavimento por donde circularan los vehículos y contribuirá con el transporte, además que teniendo en cuenta por donde estará el alineamiento principal, de donde nacerán las demás obras de arte y drenaje es que se tomaran las siguientes partidas como las más representativas en la tabla 19.

Tabla 19**Partidas representativas seleccionadas.**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (s/.)	Total
01	Componente 01: Infraestructura Vial				s/ 5 132 870,77
01.03	Movimiento de tierras				
01.03.01	Excavacion para explanaciones				
01.03.01.01	Excavacion en roca fija	m3	12 281,12	29,56	s/ 1 175 366,31
01.03.01.02	Excavacion en roca fracturada (suelta)	m3	16 389,25	19,19	s/ 363 029,91
01.03.01.03	Excavacion de material suelto	m3	66 347,77	5,02	s/ 314 509,71
01.03.01.04	Perfilado y compactado en zona de corte	m2	63 605,76	1,78	s/ 113 218,25
01.03.01.05	Conformacion de terraplenes	m3	7 070,32	7,29	s/ 51 542,63
01.04	Pavimento				
01.04.01	Pavimento asfaltico				s/ 3 957 504,46
01.04.01.01	Carpeta asfaltica en frio e=2"	m2	40 747,01	60	s/ 2 444 820,60
01.04.01.02	Imprimacion asfaltica	m2	41 747,01	7,5	s/ 305 602,58
01.04.01.03	Base granular (e=0.20m)	m3	8 540,87	74,41	s/ 635 526,14
01.04.01.04	Sub-base granular	m3	13 936,97	41,01	s/ 571 555,14

Nota. Presupuesto del expediente técnico solo de las partidas seleccionadas a criterio de los investigadores.

Los criterios por evaluar serán el costo, el tiempo, el control presupuestal y la trazabilidad de cambios.

4.8.2. Análisis del método tradicional

4.8.2.1. Revisión de los documentos en el expediente técnico

En la tabla 20 se anotaron las principales observaciones que se encontraron en el expediente técnico al momento de evaluarlo.

Tabla 20

Observaciones del expediente técnico.

Ítem	Documento	Observaciones
1	Memoria descriptiva	-En el estudio del diseño geométrico se tiene un IMD <219 veh/día y 30km/h como velocidad directriz. Lo cual según el DG 2018 sugiere un ancho de calzada de 6m mientras que la memoria descriptiva solo pone 5m.
		-Como interferencias detectadas solo alude a 3 predios agrícolas.
2	Metrados	-Se encuentra resumen, planilla de metrados todo elaborado en Excel, en cuanto a las partidas seleccionadas se tienen por progresivas donde se detallan el ancho de vía, áreas y volúmenes. Los metrados de obras de arte y drenaje no hacen referencia a planos lo cual dificultara su validación y control posterior.
3	Costos	-Todos los documentos como resumen, presupuesto analítico, análisis de precios y otros se tienen en formato Excel, no se encuentra ninguna base de Datos como S10 o equivalente, lo cual dificultara las modificaciones posteriores
4	Cronograma	-El cronograma se tiene en formato .mpp de Microsoft Project. Mientras que el valorizado se tiene en Excel
5	Planos diseño Geométrico	-En el archivo digital se encontró el trazo principal en formato CAD civil3D, el cual carece de secciones transversales completas, además de no contar con una tabla de volúmenes, elementos de la curva, las escalas no son las adecuadas, el sobre ancho en curvas a la derecha no están generadas. Al revisar los parámetros de diseño no se cuenta con el archivo .xml con la configuración de la región y normativa peruana.
		-Se evidencio tramos en los cuales no se observó que el trazo pasa por terrenos agrícolas no contemplados en la afectación además de que varios muros de mampostería de piedra serian afectados.

4.8.3. Modelado BIM 3D del proyecto

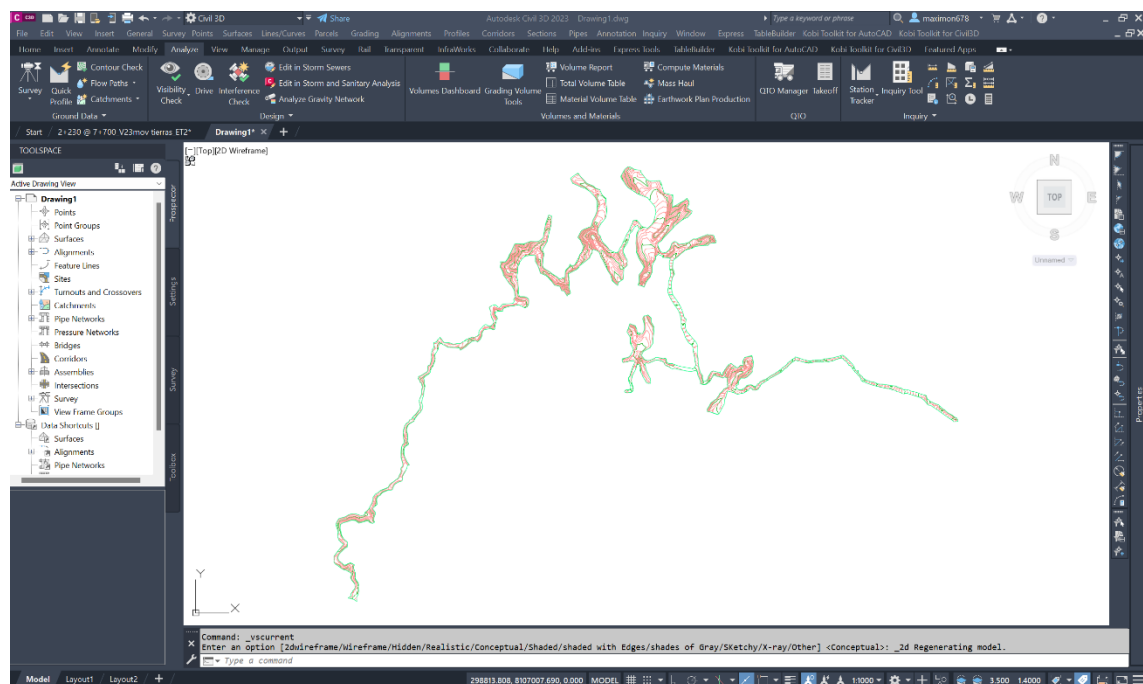
Para el modelado 3D se utilizó el programa de AUTODESK CIVIL 3D. se trabajó de la siguiente forma:

4.8.3.1. Integración del levantamiento topográfico

Dentro de los archivos del expediente técnico se encontró 2 levantamientos topográficos uno realizado con estación total y el otro con dron. Además de 3 ortofotos o fotogrametría con dron. Se dispuso a trabajar con el terreno generado al inicio del expediente técnico con el fin de asegurar el metrado correcto en cuanto a corte y relleno para la vía. Ya que el segundo levantamiento topográfico hecho por el dron si bien es mucho más detallado. Se hizo cuando ya se habían avanzado son trabajos de movimiento de tierras. Pasando a la fotogrametría se usó la denominada “ortofoto doce quebradas” con el fin de detallar aún más el modelo.

Figura 200

Superficie Expediente Técnico



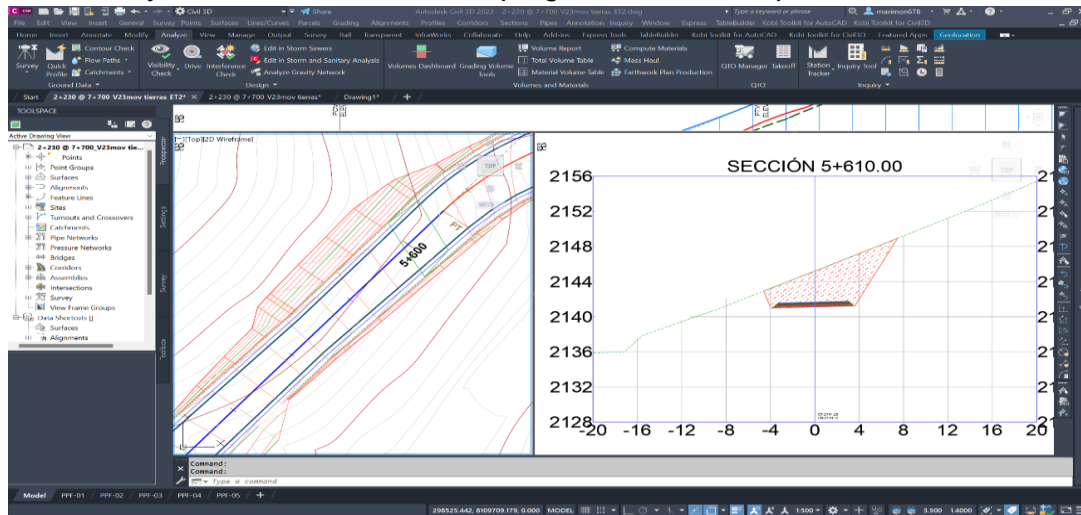
Nota. Superficie encontrada en el volumen 02 estudios básicos 1 del expediente técnico “TOPOGRAFIA CARRETERA UNIDO 110421” en formato DWG para CIVIL 3D

Comparación de movimiento de tierras con los diferentes terrenos encontrados:

En la figura 20 vemos que el nivel de detalle del perfil del terreno es bajo al tener muy pocos puntos levantados, en cambio en la figura 21 vemos que el detalle aumenta. Debido a que fueron levantados con estación topográfica y la otra con dron.

Figura 211

Planta y sección transversal de la progresiva 5+610, expediente técnico.

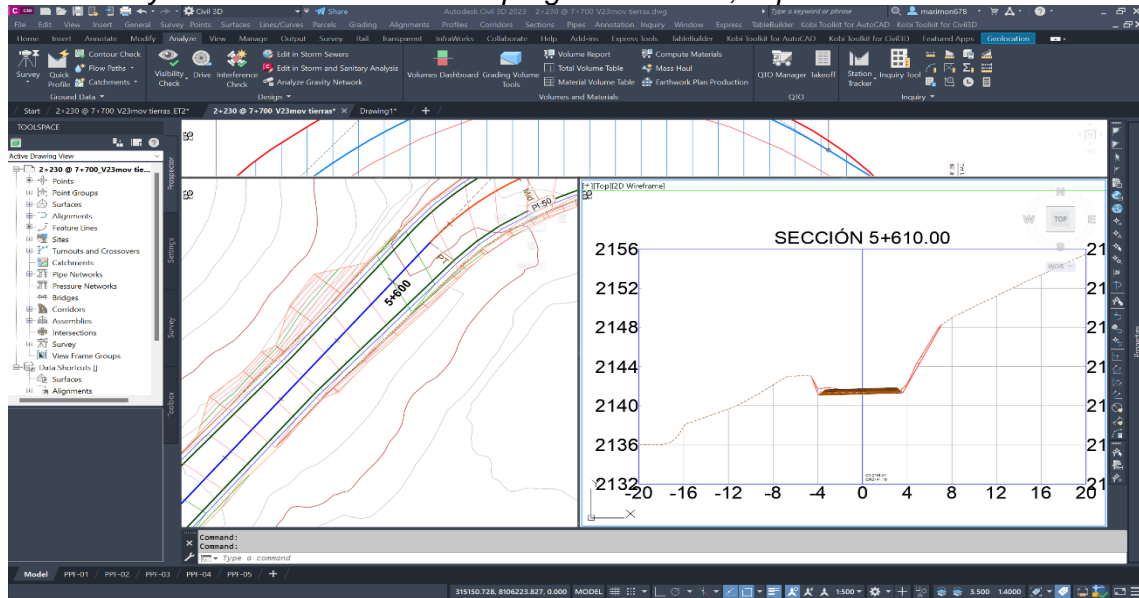


Nota. La figura muestra una captura de pantalla del corredor en planta con su respectiva sección transversal y área de corte.

En la figura 22 se representa la superficie levantada con dron en donde ya se tuvo avanzado el corte del terreno.

Figura 222

Planta y sección transversal de la progresiva 5+610, superficie Dron



4.8.3.2.Revisión de Archivos para la adaptación del Corredor principal

Para la creación del corredor se tomó el plano original del expediente técnico, el cual fue encontrado en los archivos digitales con el nombre de “CORREDOR_TRAMO_final”.

Se paso a verificar el contenido del archivo, encontrando 2 alineamientos principales correspondientes a los tramos I y II, además se encontró el perfil longitudinal de cada uno, las secciones transversales y subensambles de la vía. No se encuentra generado los cuadros resumen del metrado de movimiento de tierras, Subbase, Base y Carpeta Asfáltica.

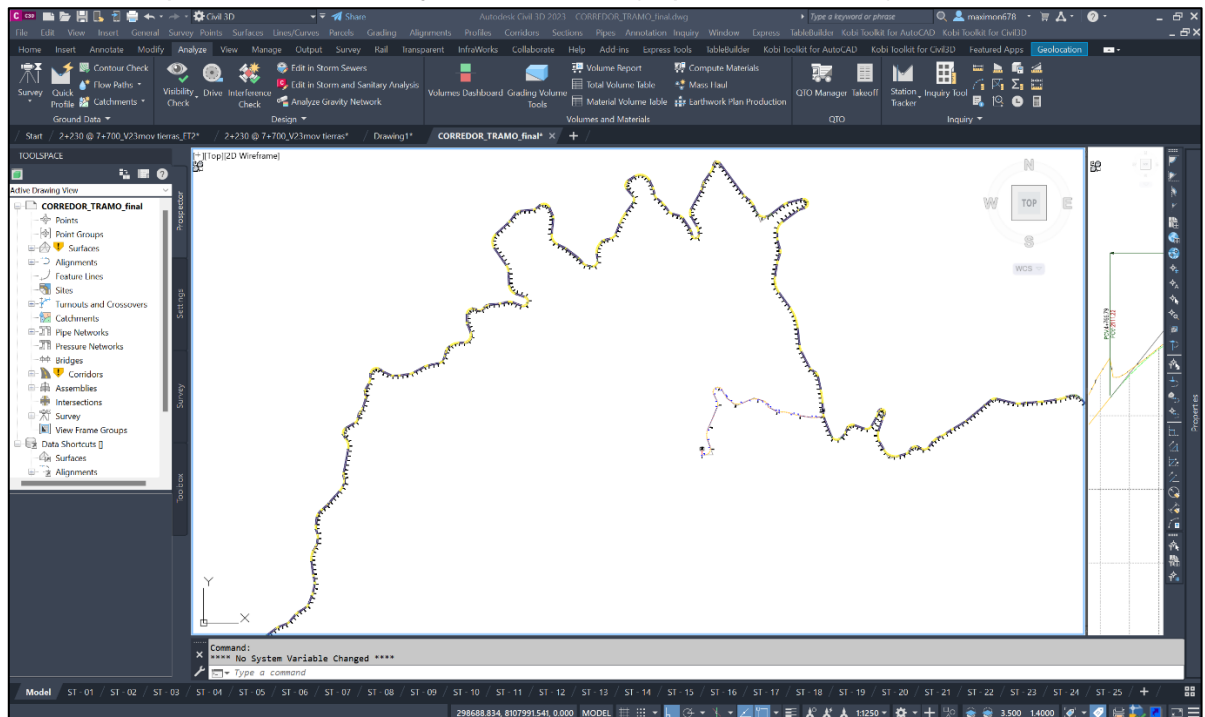
En otro archivo digital con el nombre “ALINEAMIENTO_PRINCIPAL2_1 con tramo2 final” se tiene los planos de planta y perfil donde se tiene los alineamientos principales, curvas de nivel, perfiles longitudinales segmentados y cuadros de elementos de curva.

Tampoco se encontró cuadros de movimiento de tierras, Subbase, Base y Carpeta Asfáltica.

En la figura 23 se muestra la vista en planta de los alineamientos de la carretera del expediente técnico.

Figura 233

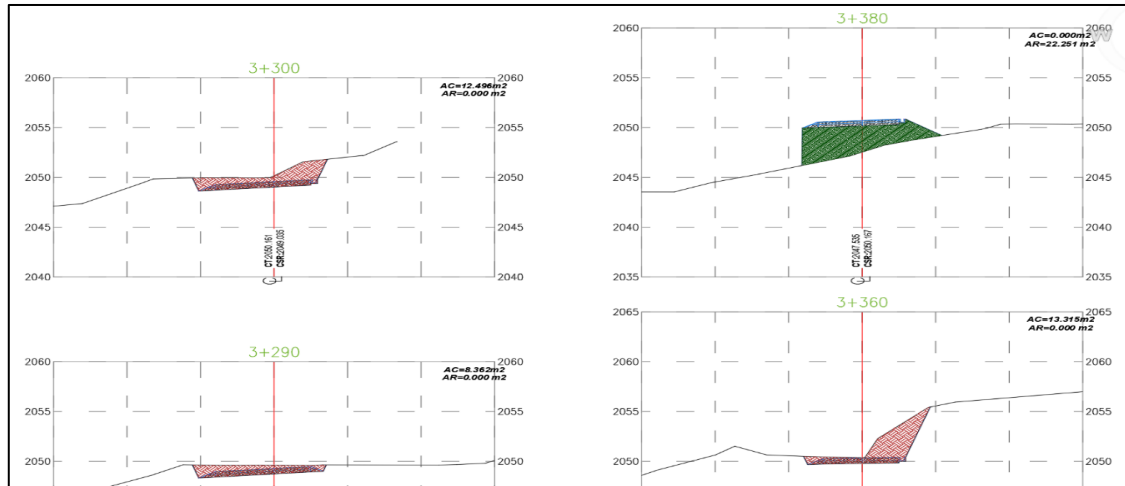
Vista en planta del corredor y alineamientos (expediente técnico).



En la figura 24 se muestra las secciones transversales pertenecientes al expediente técnico. En la progresiva 3+380 se nota la superficie de relleno incompleta lo que causa errores en el metrado.

Figura 244

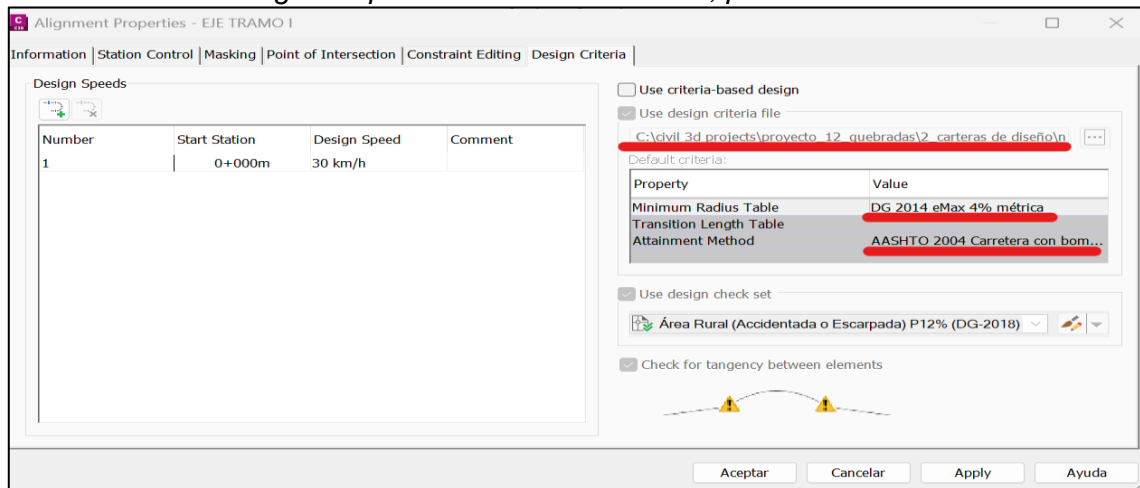
Secciones Transversales del expediente técnico



Seguidamente se revisó las propiedades del alineamiento y notamos que los criterios de diseño no están actualizados a la normativa más reciente que es la de Diseño Geométrico 2018. Además, que archivos .xml necesarios para realizar cualquier modificación al trazo no se encuentran en los archivos del expediente técnico, lo cual dificultara los trabajos modificadorios posteriores. En la figura 25 se observa que no se tiene referenciado ni cargado correctamente el archivo con la norma.

Figura 255

Ventana de dialogo. Propiedades del alineamiento, pestaña criterios de diseño



Finalmente, con esta revisión tenemos un contexto más claro de los archivos y su contenido. Con los cuales comenzaremos la adaptación a una nueva plantilla.

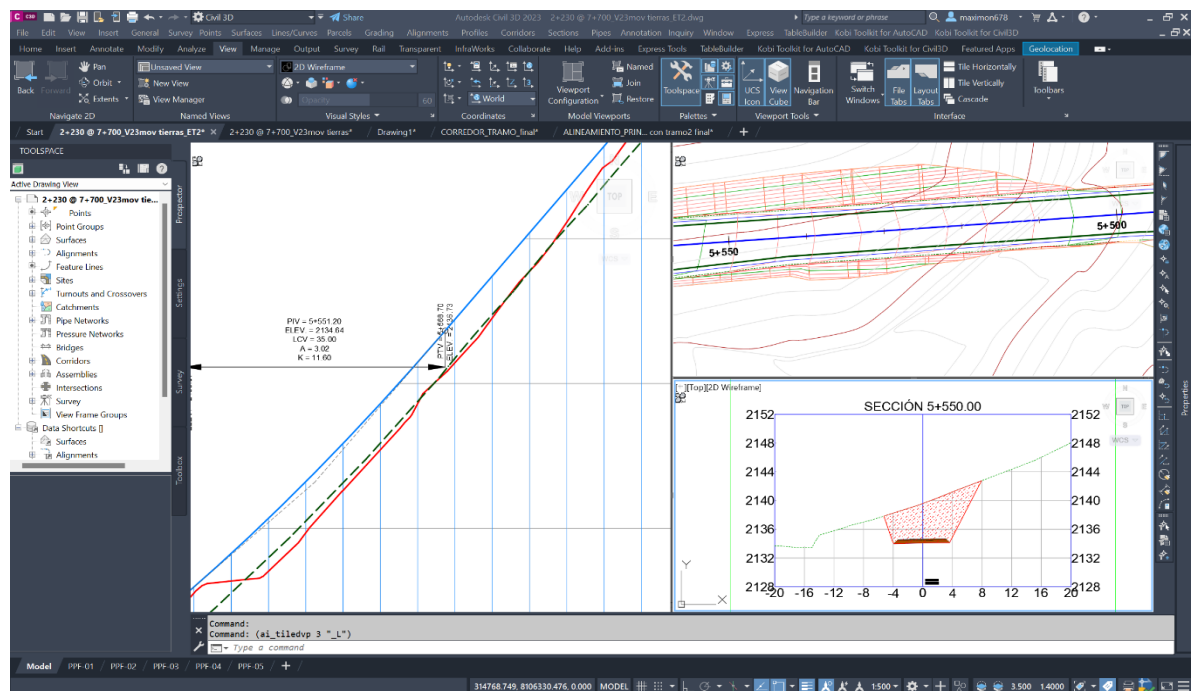
4.8.3.3. Adaptación del corredor principal

Para la adaptación del alineamiento exportamos los alineamientos eje, derecha e izquierda en formato XML, en el nuevo alineamiento principal establecimos los principales criterios de diseño y con el fin de que el archivo no sea tan pesado se dividió el alineamiento en tramos de 5 kilómetros. Se utilizó una plantilla que hace mucho más legible los tramos en tangente, curvas y superficies generadas por el corredor, además con la adquisición de esta plantilla se tiene el archivo que contiene la programación básica en cuanto a diseño geométrico peruano del año 2018 el más reciente hasta hoy el cual incorpora los parámetros como la tabla de radios mínimos, fórmulas para peraltes, distancias de transición, etc. Lo que hará que este pueda ser modificado, si se encuentra algún inconveniente en la ejecución.

En la figura 26 se puede ver la representación gráfica del perfil longitudinal, vista en planta y sección transversal en 2D.

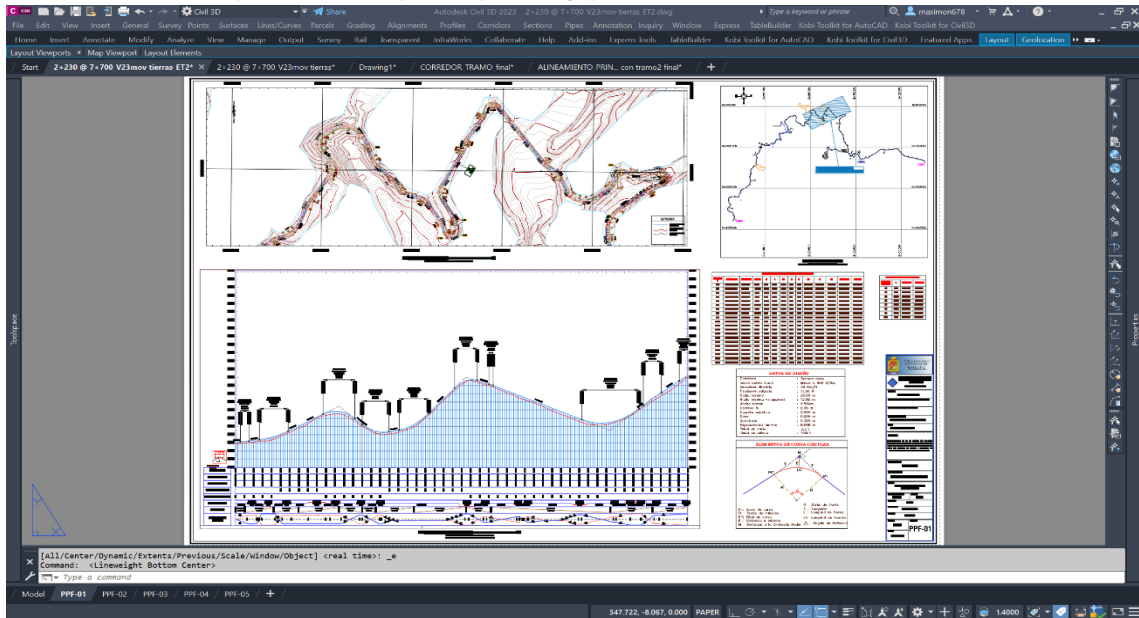
Figura 266

Vista de perfil, Planta y sección transversal



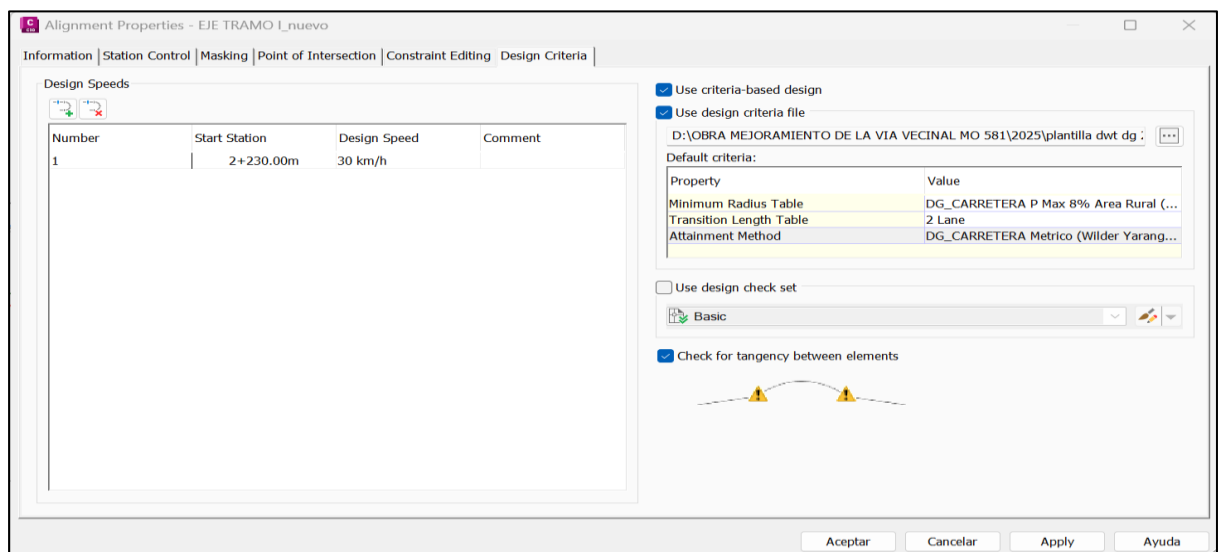
En la figura 27 se ve la presentación final de los planos de planta, perfil del proyecto.

Figura 277
Vista de la disposición del plano planta y perfil.



En la figura 28 se muestra que ya se han corregido los radios mínimos, transiciones y demás parámetros de diseño.

Figura 28
Ventana propiedades de alineamiento, pestaña criterios de diseño



Teniendo esto ya modelado. Podemos determinar los cuadros de movimiento de tierras, Subbase y Base. Los cuales son dinámicos, ósea que se modifican automáticamente si se modifica alguna parte del trazo.

Estos cuadros pueden exportarse de manera rápida con un plugin de AutoCAD Civil 3D hacia una tabla de Excel lo que permitirá un metrado más rápido. Para este paso se recomienda generar las tablas con 10000 filas con el fin de ahorrar tiempo al exportar todas las progresivas en una sola tabla. La Figura 29 muestra los cuadros generados por el software civil3D.

Figura 2928

Cuadros de Volumen de movimiento de tierras, Subbase y Base.

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL					
ALDE (Eje)	VOLUMEN DE RELLENOS (m3)	VOLUMEN DE CORTES (m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENOS (m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTES (m3)	VOLUMEN NETO (m3)
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
89	0.03	18.19	0.03	18.19	18.16
44	0.44	20.51	0.47	38.70	38.23
62	0.48	24.00	0.96	63.60	62.64
27	0.13	29.83	1.09	93.43	92.34
27	0.07	36.93	1.16	130.36	129.19
27	0.19	44.18	1.35	214.54	213.19
84	0.18	110.18	1.54	324.72	323.18
10	0.05	71.11	1.59	365.83	364.25
66	0.03	75.11	1.62	470.94	469.32
53	0.01	64.34	1.63	535.28	533.65
91	0.01	46.39	1.64	581.67	580.03
18	0.10	60.43	1.73	672.09	670.36
77	0.26	184.65	1.99	856.74	854.75
28	0.09	151.79	2.08	1008.52	1006.44
64	0.03	206.96	2.11	1215.48	1213.36
111	0.00	372.84	2.11	1588.33	1586.21
45	0.00	102.81	2.11	1741.14	1739.02
16	0.00	48.06	2.11	1789.20	1787.08
89	0.01	19.49	2.12	1808.68	1806.56
47	0.02	17.82	2.15	1826.50	1824.36
32	0.32	17.18	2.40	1843.68	1841.32
40	1.73	18.83	4.20	1860.52	1856.32
30	1.61	18.09	5.80	1878.81	1872.81
33	0.55	18.53	6.35	1897.54	1891.19
19	0.32	21.00	11.67	1918.83	1914.17

CUADRO DE VOLUMEN SUB BASE			
PROGRESIVA	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	VOL. ACUMULABLE (m3)
7+735.00	1.27	0.00	0.00
7+740.00	1.35	6.55	6.55
7+745.00	1.43	6.99	13.48
7+750.00	1.43	7.50	20.95
7+755.00	1.42	7.50	27.95
7+760.00	1.44	7.13	34.79
7+770.00	1.47	14.57	49.35
7+780.00	1.47	14.06	64.01
7+785.00	1.44	7.21	71.21
7+790.00	1.44	7.14	78.39
7+795.00	1.44	7.14	85.50
7+800.00	1.43	7.50	92.69
7+810.00	1.54	14.91	107.59
7+820.00	1.54	15.81	123.37
7+825.00	1.64	7.84	131.31
7+830.00	1.67	8.01	139.32
7+840.00	1.58	16.20	155.52
7+850.00	1.48	15.35	170.87
7+860.00	1.44	14.57	185.44
7+865.00	1.46	7.15	192.62
7+870.00	1.49	7.30	199.91
7+875.00	1.49	7.28	207.29
7+880.00	1.52	7.22	214.57
7+885.00	1.52	7.22	221.85
7+890.00	1.52	7.22	229.13
7+895.00	1.52	7.22	236.41
7+900.00	1.52	7.22	243.69

CUADRO DE VOLUMEN BASE			
PROGRESIVA	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	VOL. ACUMULABLE (m3)
7+735.00	2.06	0.00	0.00
7+740.00	2.18	10.57	10.57
7+745.00	2.29	11.60	21.87
7+750.00	2.30	11.39	33.06
7+755.00	2.32	11.39	44.45
7+760.00	2.31	11.45	55.80
7+770.00	2.36	23.35	79.25
7+780.00	2.35	23.49	102.73
7+785.00	2.31	11.56	114.29
7+790.00	2.31	11.46	125.75
7+795.00	2.31	11.46	137.20
7+800.00	2.31	11.47	148.67
7+810.00	2.46	23.68	172.35
7+820.00	2.41	23.21	195.76
7+825.00	2.41	12.83	210.39
7+830.00	2.46	12.73	223.12
7+840.00	2.53	25.80	248.93
7+850.00	2.38	24.52	273.45
7+860.00	2.30	23.35	296.79
7+865.00	2.35	11.51	308.31
7+870.00	2.38	11.69	319.99
7+875.00	2.38	11.76	331.75
7+880.00	2.36	11.71	343.47
7+885.00	2.32	11.57	355.04
7+890.00	2.37	11.37	366.41
7+895.00	2.18	11.29	377.70

CUADRO DE VOLUMEN CARPETA ASFALTICA			
PROGRESIVA	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	VOL. ACUMULABLE (m3)
7+735.00	0.31	0.00	0.00
7+740.00	0.33	1.08	1.08
7+745.00	0.34	1.68	2.76
7+750.00	0.35	1.71	4.47
7+755.00	0.34	1.71	6.18
7+760.00	0.35	1.72	7.90
7+770.00	0.36	3.52	11.42
7+780.00	0.35	3.54	14.96
7+785.00	0.35	1.74	16.70
7+790.00	0.35	1.72	18.42
7+795.00	0.35	1.72	20.14
7+800.00	0.35	1.72	21.86
7+810.00	0.37	3.60	25.46
7+820.00	0.40	3.63	29.09
7+825.00	0.40	1.82	30.91
7+830.00	0.41	1.94	32.85
7+840.00	0.38	3.93	36.78
7+850.00	0.36	3.71	40.49
7+860.00	0.35	3.52	44.01
7+865.00	0.35	1.73	45.74
7+870.00	0.36	1.76	47.47

Nota. Al completar las secciones transversales mediante la herramienta Computo de materiales podemos hallar el metrado por progresiva de corte, relleno, volumen subbase, base y carpeta.

4.8.3.4. Integración de los planos 2D al modelo 3D

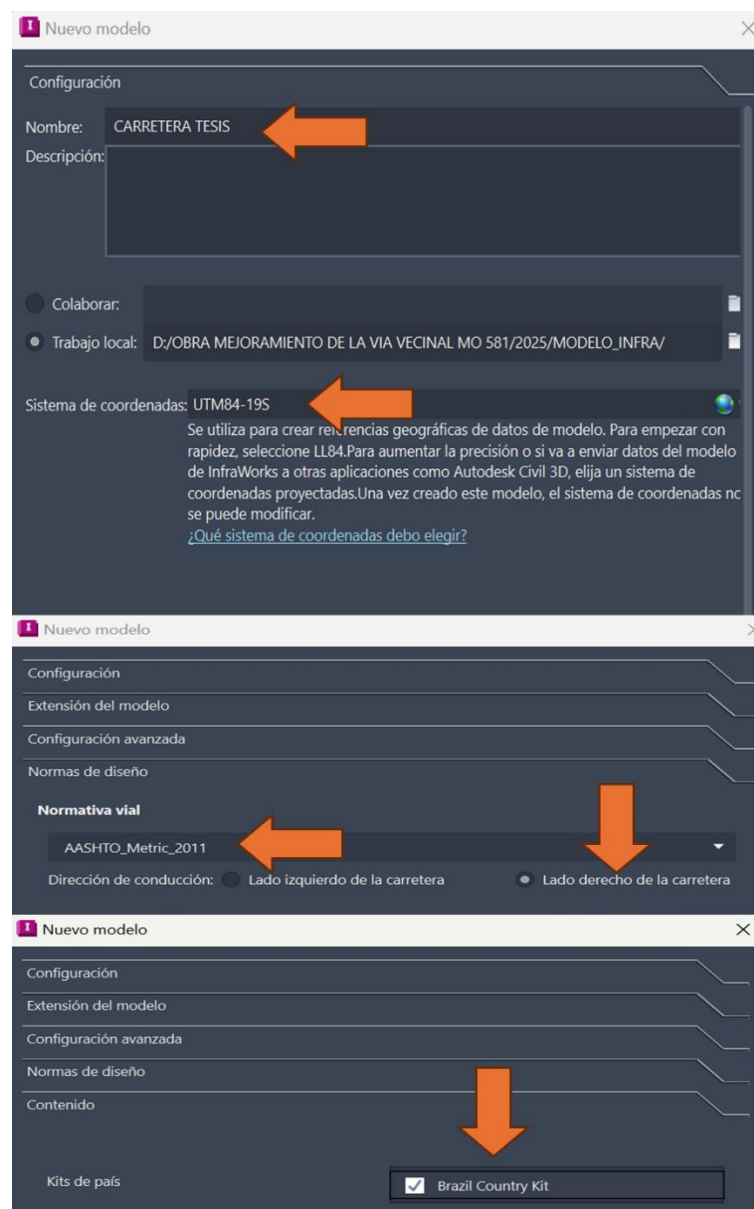
La integración se realizó con el software Infracore en el cual se debe configurar los parámetros básicos mostrados como ejemplo en la figura 30 estos son:

- El nombre del Modelo

- El sistema de coordenadas el cual puede ser encontrado fácilmente en el civil 3D en la pestaña de configuración y ajustes de dibujo. Para este caso usamos la UTM WGS 84 zona 19 sur.
- La normativa vial si es que se tuviese sino dejarlo con el ASSHTO 2011 y el sentido de circulación en nuestro caso el carril derecho.
- Si se tiene el kit de país también puede ser seleccionado. Actualmente este kit no se encuentra disponible en Perú. Pero el de Brasil es similar. Esto sirve para importar librerías con componentes y señales verticales.

Figura 290

Configuración inicial Infraworks.

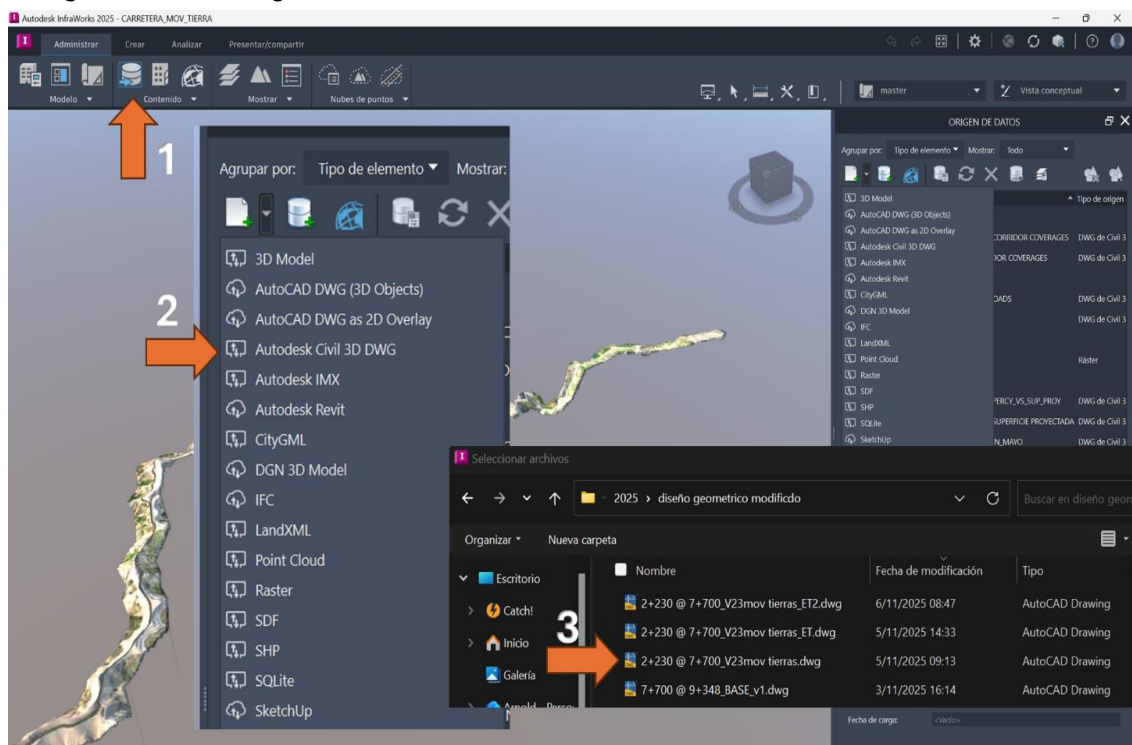


Nota. La figura muestra una síntesis de pasos con capturas de cómo dar la configuración inicial en Infraworks.

Seguidamente de creado nos muestra el entorno en donde importaremos como origen de datos el archivo digital en formato DWG de nuestro corredor. Siguiendo la secuencia de la Figura 31.

Figura 301

Configuración del Origen de datos en Infraworks.



Nota. Pasos para importar un archivo .dwg desde el Infraworks.

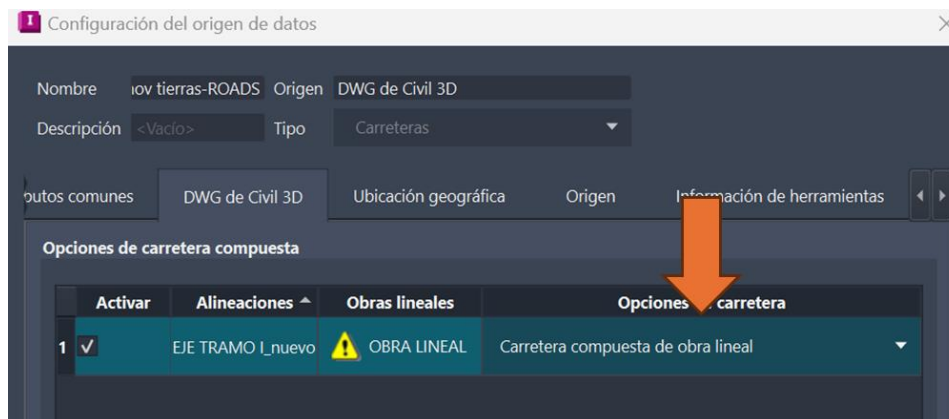
Es importante mencionar que las versiones de civil 3D e Infraworks deben ser las mismas en este caso ambas son la versión 2025, lo que permite que al nosotros modificar algo en los planos 2D, no tengamos que generar archivos adicionales, solamente con dar clic derecho en el corredor y en volver a importar se modificara rápidamente el modelo 3D.

Seguidamente se hará la configuración del corredor como obra vial compuesta como se observa en la figura 32 y la configuración de la superficie topográfica. En este caso usaremos la superficie del dron. y la ortofoto, con el fin de tener un nivel de detalle

más alto y poder detectar interferencias, además de obtener una visualización mucho más fluida.

Figura 312

Configuración del corredor en Infracworks.



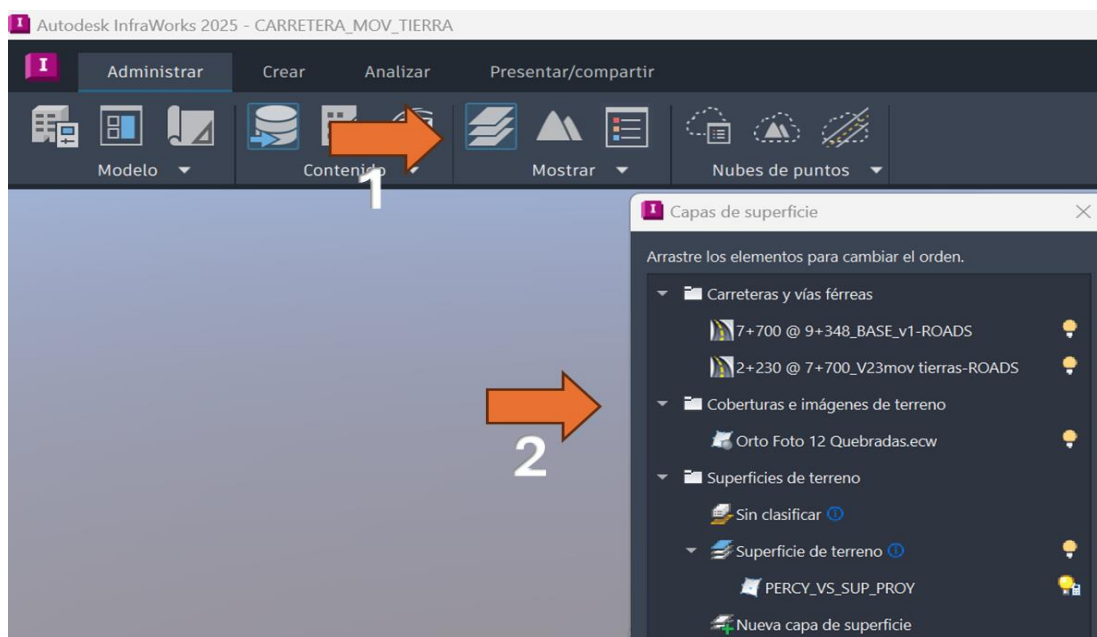
Nota. Configuración del eje principal del tramo como carretera compuesta de obra lineal.

La ortofoto será importada como ráster en la pestaña de origen de datos.

Finalmente, se configurará las capas de superficie. Como se ve en la Figura 33.

Figura 323

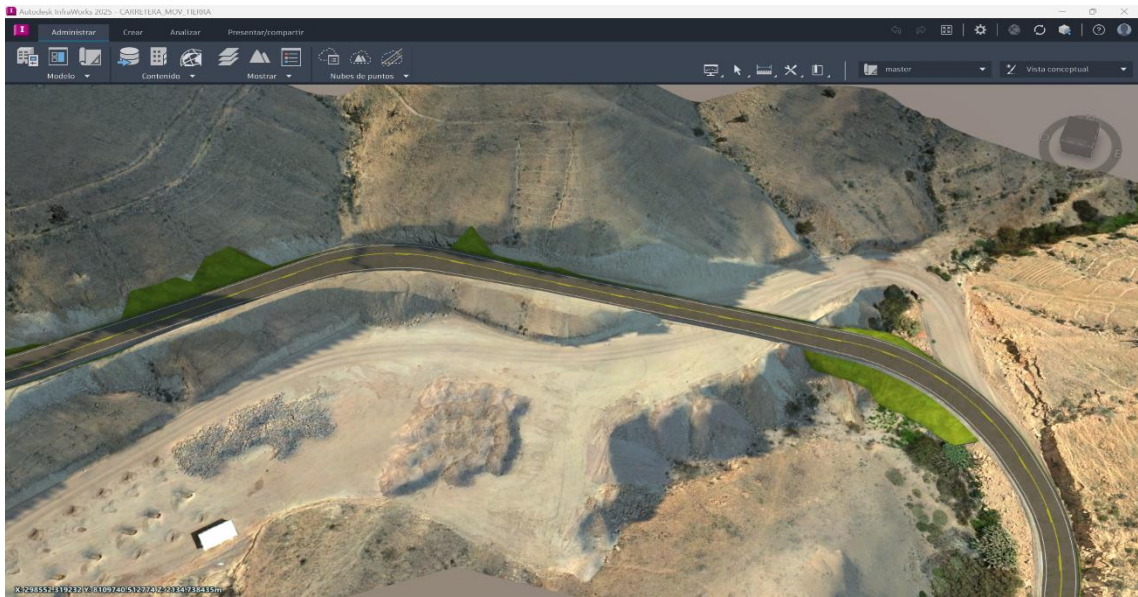
Configuración de las capas de superficie en Infracworks.



Nota. Configuración de las capas para la visualización correcta del modelo.

Figura 334

Visualización del modelo 3D en Infracworks.

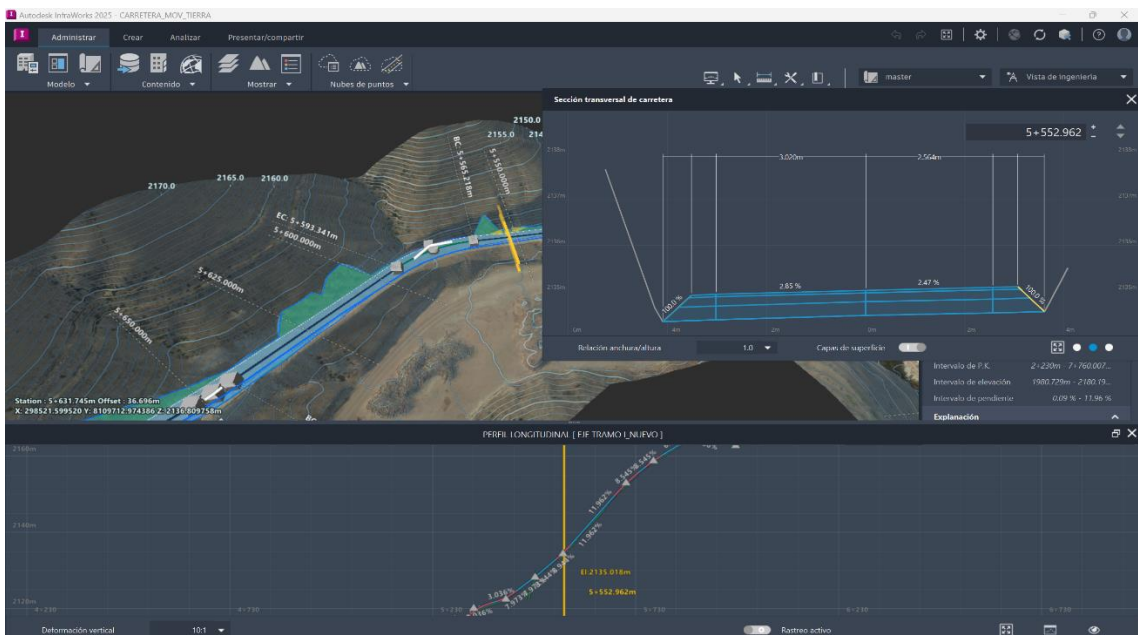


Nota. Captura de pantalla del modelo donde se integró el corredor, y fotogrametría del proyecto.

Con este programa no solo logramos la visualización del modelo en 3D sino que también podemos ver de forma dinámica el perfil longitudinal, las secciones transversales, curvas de nivel, progresivas, etc. La cual es representada en las figuras 34 y 35.

Figura 34

Visualización dinámica del modelo 3D en Infracworks



Nota. Vista de ingeniería, muestra las curvas de nivel, sección transversal, progresivas y perfil.

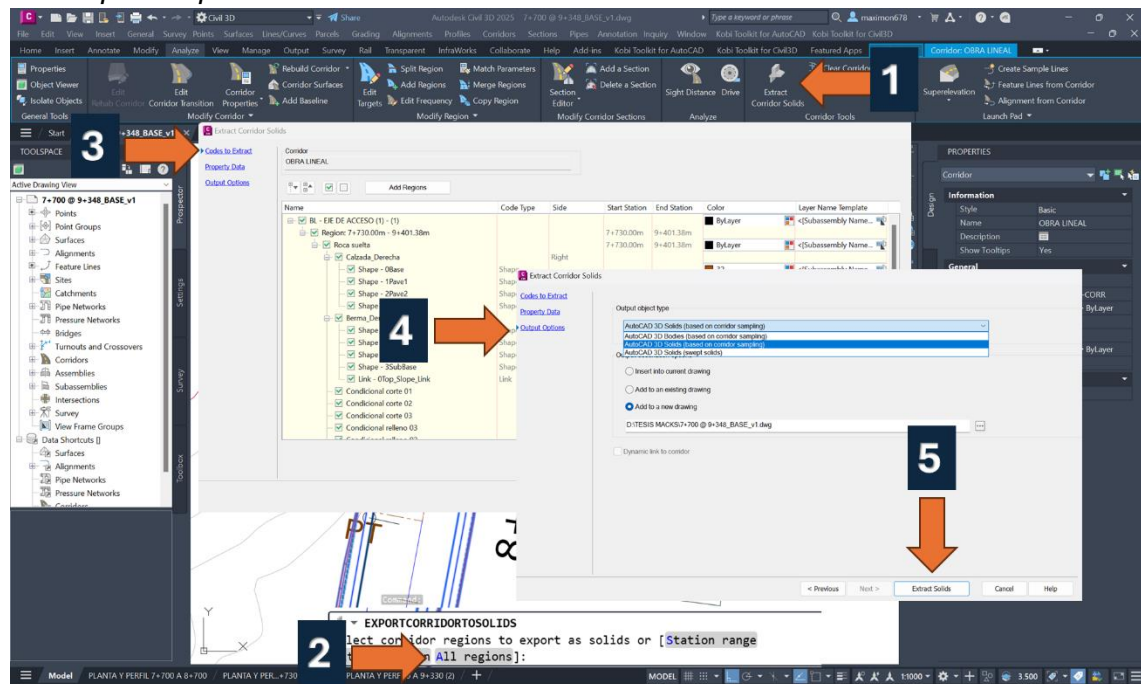
4.8.4. Integración 4D Y 5D

Al tener como base el Modelo en CIVIL3D seleccionamos el corredor y buscamos la opción que dice *extraer sólido*, elegimos *All regions* y en la ventana podemos elegir las regiones y los colores para los distintos objetos, apretamos siguiente hasta que podamos ver las opciones de guardado (figura 36).

En esta parte es importante guardar como AUTOCAD 3D solids (basado en el muestreo del corredor).

Para obtener un mejor resultado es recomendable tener segmentado el corredor para poder simular de manera más dinámica o poder sectorizar mucho mejor por tramo.

Figura 35
Pasos para exportar el modelo 3D a Navisworks

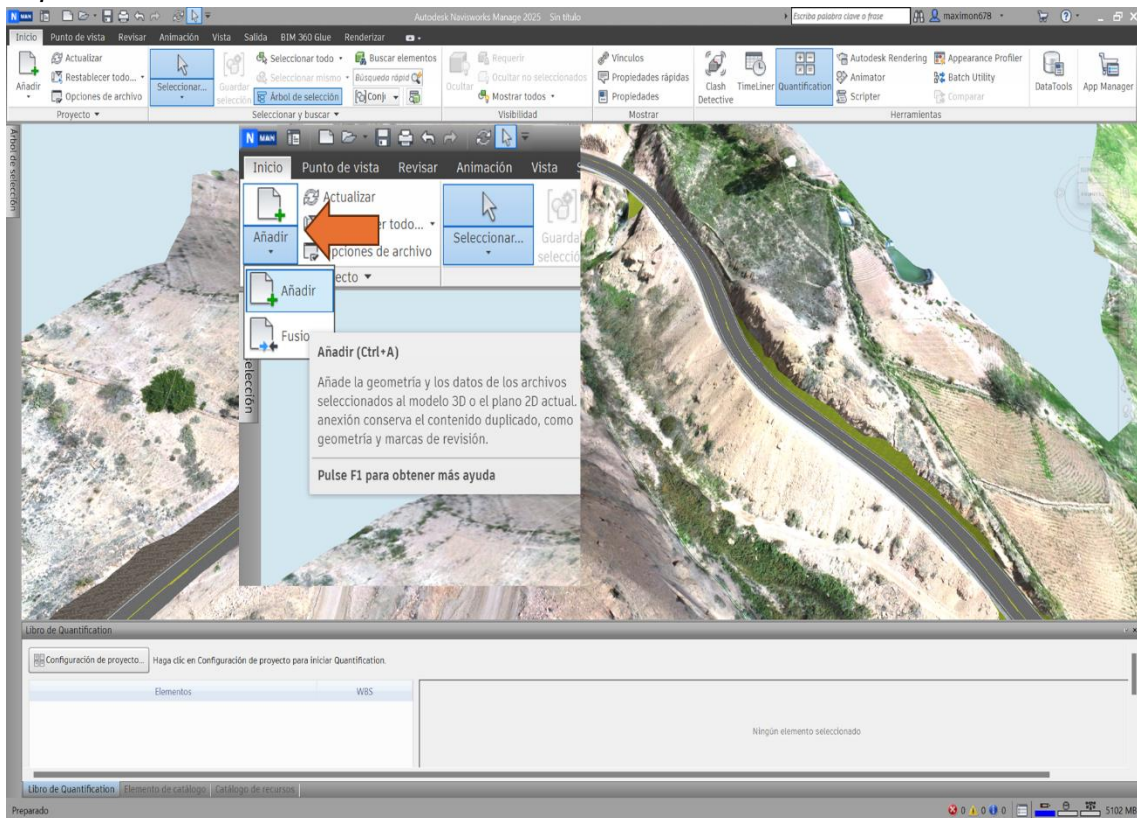


Nota. Pasos sistemáticos para exportar el corredor de civil3D en sólido.

Paso siguiente, siguiendo la secuencia de la figura 36, abrimos el programa Navisworks en el cual crearemos un nuevo archivo, y en la pestaña añadir importaremos el archivo con extensión DWG donde guardamos el sólido. Al término de la carga podremos visualizar el modelo 3D creado anteriormente.

La figura 37 muestra como añadir archivos o documentos admitidos al Navisworks con la opción añadir de la barra de herramientas.

Figura 367
Importación del modelo 3D al Navisworks.



Nota. Captura de pantalla de los pasos sistemáticos para importar el sólido a Navisworks.

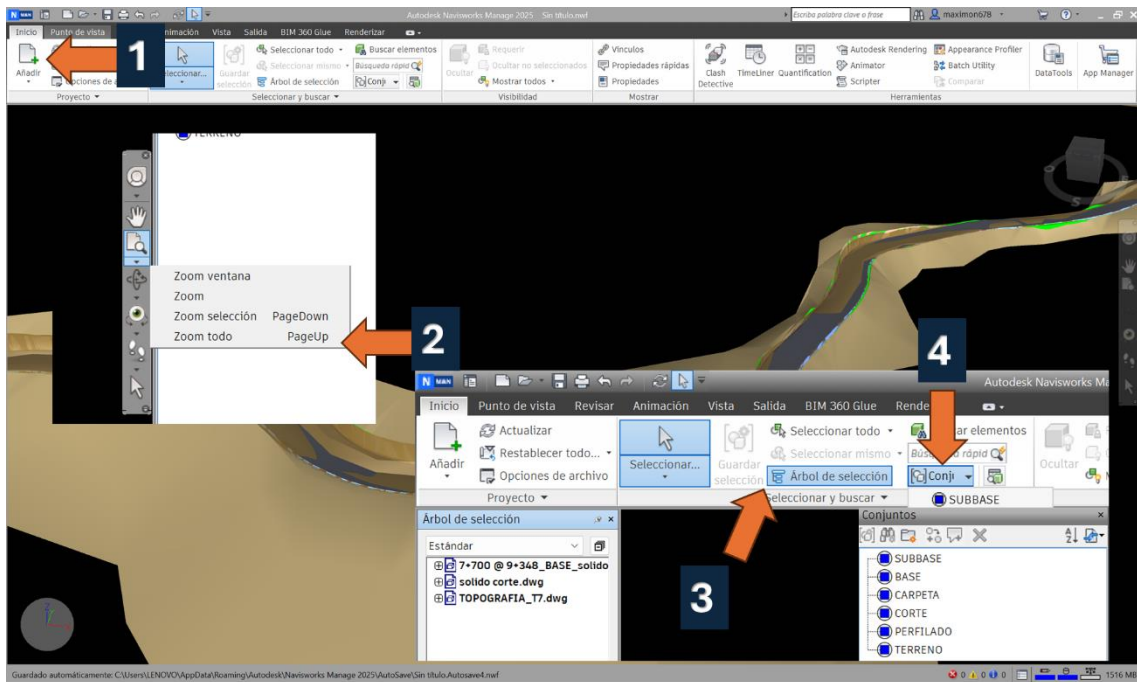
4.8.4.1. Árbol de selección y creación de conjuntos

Una vez importado, si no aparece el modelo, buscamos al lado derecho el botón de zoom y seleccionamos todo, seguidamente en la pestaña inicio buscamos la opción árbol de selección en el cual veremos generado las diferentes secciones de la vía como las bermas y calzadas, dentro de estas también se encontrarán las estructuras del pavimento como son subbase, base y carpeta.

Seguidamente en la misma pestaña inicio buscamos la opción conjuntos, al desplegar elegimos administrar conjuntos, es importante tener estas dos ventanas para programar la simulación 4D.

Figura 3837

Importación del modelo 3D y despliegue de paneles.



Nota. Pasos sistemáticos para configurar el sólido importado.

En la Figura 38 se visualiza como al desplegar en el panel de selección las bermas, calzadas para entonces seleccionar los objetos que correspondan a la subbase, para luego en el panel de conjuntos crear uno nuevo llamado SUBBASE, lo mismo con la BASE y CARPETA.

Si es que tenemos muchos sectores tendremos que crear uno individual por sector o tramo, para el corte del terreno tendremos que anteriormente haber generado en el civil 3D un sólido a partir de una superficie creada desde las propiedades del corredor luego guardarla como sólido y finalmente añadirla al Navisworks.

Para la topografía igualmente se genera el sólido a partir de la superficie.

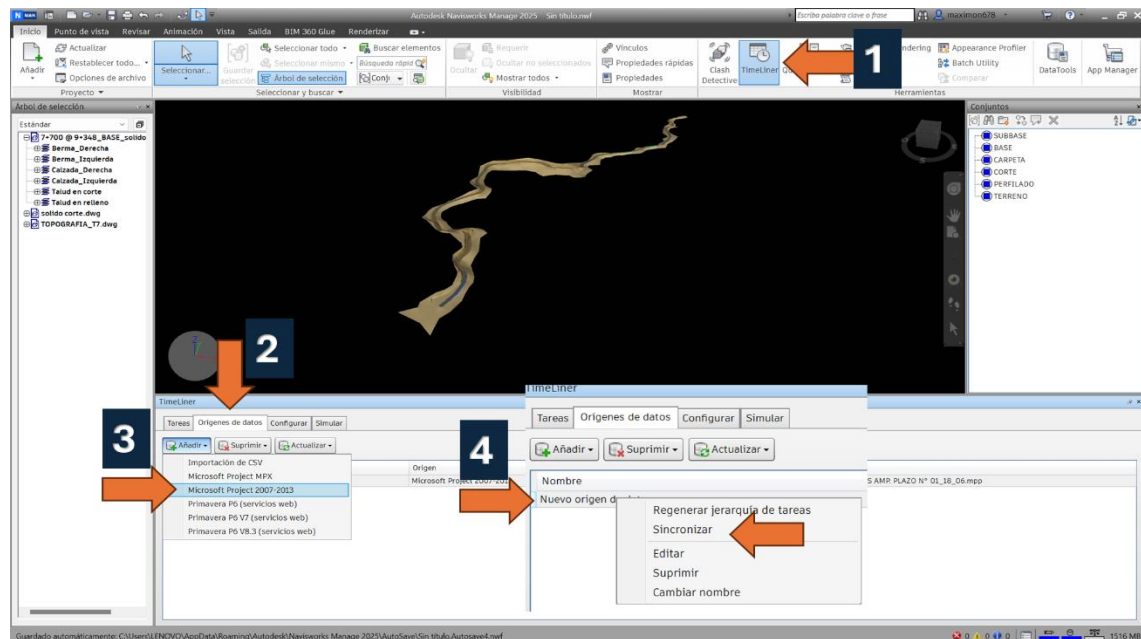
4.8.4.2.Integración del cronograma 4D

La mayoría de los expedientes técnicos, contienen un cronograma en formato MPP de Microsoft Project. El cual debemos abrir y solamente guardarlo como archivo Project para la versión 2007 a 2013 con extensión .mpp.

En el Navisworks buscaremos en la pestaña Inicio, buscaremos la opción Timeliner el cual nos abrirá un panel donde buscaremos la pestaña Orígenes de datos y le daremos añadir, para buscar el archivo .mpp que guardamos anteriormente. Esperaremos a que este cargue, tal como se detalla en la Figura 39.

Figura 3938

Creación de los conjuntos e Integración del cronograma.



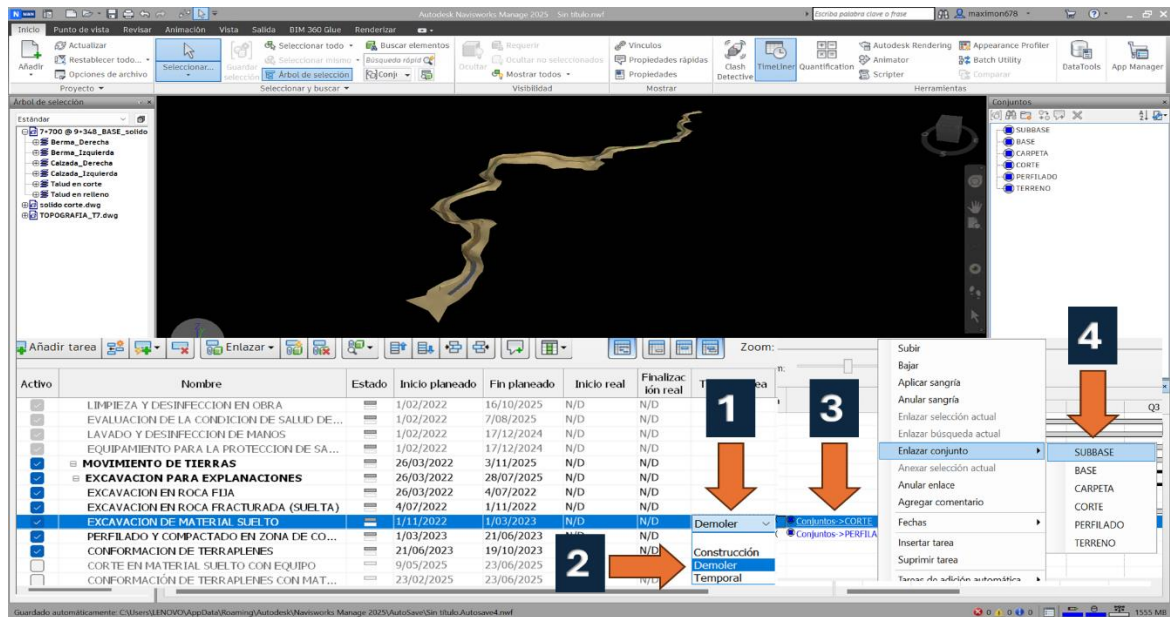
Nota. Pasos sistemáticos para la integración del cronograma del proyecto.

En la pestaña tareas podremos visualizar las partidas del proyecto, además del diagrama Gantt.

Para continuar con la simulación buscaremos las partidas de interés y las dejamos marcadas, para este ejemplo usaremos las de movimiento de tierra y pavimento.

Figura 390

Conformación del tipo de tarea y su enlace al modelo



Nota. Enlazado de tareas y conjuntos de datos para la simulación 4D.

Siguiendo los pasos de la Figura 40. En el mismo cuadro buscaremos la columna “Tipo de tarea” y “enlazado”, en la primera nos mostrara 3 opciones por defecto, en el caso de movimiento de tierra elegiremos Demolición lo que hará que remueva el sólido. Y en la columna enlazado daremos clic derecho buscamos la opción conjuntos y seleccionamos terreno. Para las demás partidas seleccionaremos Construcción, también las enlazamos con su respectivo conjunto.

Finalmente, en la pestaña simulación podremos visualizar el desarrollo del proyecto según nuestro cronograma.

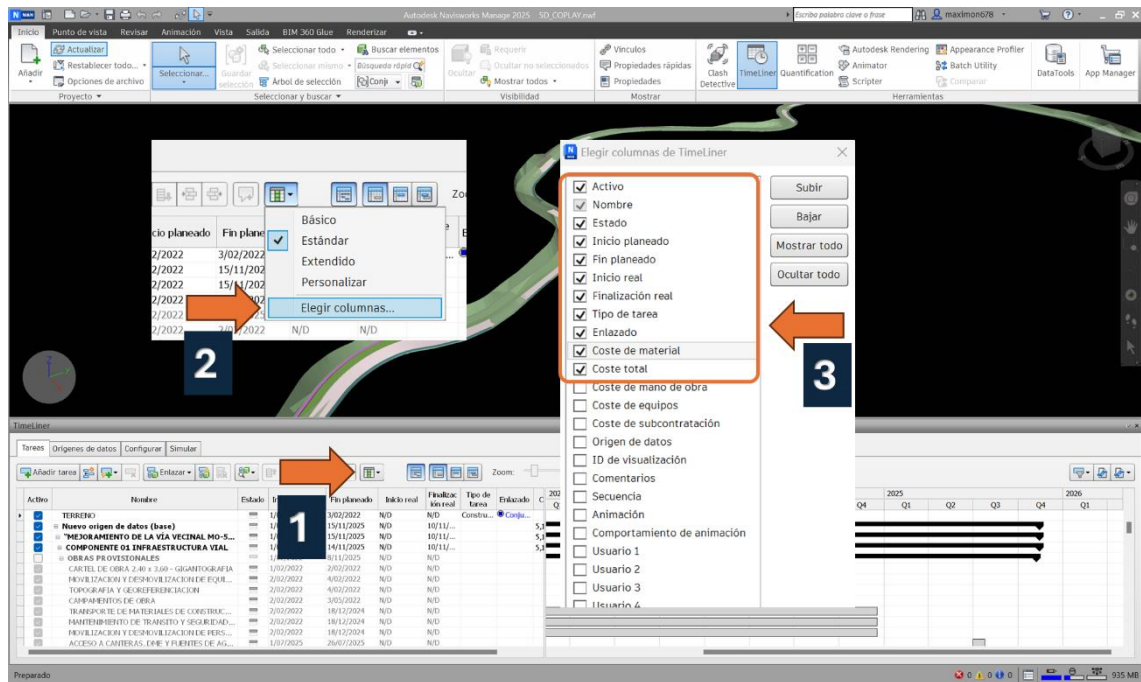
4.8.4.3. Integración del Costo 5D

La integración del costo se puede hacer de forma manual o exportando la lista de tareas en formato .CSV delimitado por comas el cual podemos editar fácilmente en Excel.

Para añadirlo manualmente en el Timeliner, buscamos la opción columnas según la Figura 41, luego elegir columnas y finalmente las ordenamos como se muestra en la Imagen, si se tuvieran más datos se puede agregar en otras columnas.

Figura 401

Pasos para la integración del Costo 5D Navisworks.



Nota. Pasos para el despliegue del menú Timeliner e integración del costo en el modelo.

Una vez hecho esto ya nos aparecerá las columnas en las que podemos modificar los costos.

Figura 412

Visualización del cronograma y el costo.

Activo	Nombre	Estado	Inicio planeado	Fin planeado	Inicio real	Finalización real	Tipo de tarea	Enlazado	Coste de mano de obra...	Coste total	Cronograma (2023-2025)											
✓	PAVIMENTOS	==	1/02/2022	7/11/2025	N/D	N/D			3,957,504.46	3,957,504.46	[Gantt bar spanning 2023 Q1 to 2025 Q3]											
✓	PAVIMENTO ASFALTICO	==	1/02/2022	7/11/2025	N/D	N/D			3,957,504.46	3,957,504.46	[Gantt bar spanning 2023 Q1 to 2025 Q3]											
✓	CARPETA ASFALTICA EN FRIO E= 2	==	23/08/2025	7/11/2025	N/D	N/D	Constru...	Conju...	2,444,820.60	2,444,820.60	[Gantt bar from 2025 Q3 to 2025 Q4]											
✓	IMPREGNACION ASFALTICA	==	2/08/2025	6/11/2025	N/D	N/D			305,602.58	305,602.58	[Gantt bar from 2025 Q3 to 2025 Q4]											
✓	BASE GRANULAR (e=0.20m)	==	1/02/2022	1/02/2022	N/D	N/D			635,526.14	635,526.14	[Gantt bar from 2023 Q1 to 2023 Q1]											
✓	SUB-BASE GRANULAR	==	3/10/2024	3/02/2025	N/D	N/D			571,555.14	571,555.14	[Gantt bar from 2024 Q4 to 2025 Q1]											
✓	CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PROCES...	==	3/10/2024	31/10/2025	N/D	N/D					[Gantt bar from 2024 Q4 to 2025 Q3]											
✓	SUMINISTRO COLOCACION Y COMPACTACION ...	==	18/07/2025	26/09/2025	N/D	N/D	Constru...	Conju...			[Gantt bar from 2025 Q2 to 2025 Q3]											
✓	SUMINISTRO COLOCACION Y COMPACTACION ...	==	23/06/2025	16/09/2025	N/D	N/D	Constru...	Conju...			[Gantt bar from 2025 Q2 to 2025 Q3]											
✓	ENSAYOS DEFLECTOMETRIA	==	18/07/2025	17/08/2025	N/D	N/D					[Gantt bar from 2025 Q2 to 2025 Q3]											
✓	DENSIDAD DE CAMPO	==	18/07/2025	30/08/2025	N/D	N/D					[Gantt bar from 2025 Q2 to 2025 Q3]											
✓	DISEÑO DE MEZCLA PARA ASFALTO	==	2/08/2025	27/08/2025	N/D	N/D					[Gantt bar from 2025 Q2 to 2025 Q3]											
✓	PRUEBA DE RUGOSIDAD	==	23/06/2025	16/09/2025	N/D	N/D					[Gantt bar from 2025 Q2 to 2025 Q3]											

Nota. Vista de la ventana Timeliner con la cual se puede visualizar el cronograma, el metrado en cuantificación.

4.8.5.Comparación y análisis del impacto

4.8.5.1.Obtención del valor referencial entre la metodología BIM 5D y la metodología tradicional

Al integrar la metodología BIM en el proyecto “Mejoramiento de la vía vecinal MO-581: emp. MO-586 (DV. Yacango Bajo) – Coplay – Nuevo Coplay – Doce Quebradas – Nueva Esperanza – Buena Vista Once del distrito de Torata – Provincia de Mariscal Nieto – departamento de Moquegua” se obtuvo los siguientes resultados.

- Se generó un modelo 3D BIM en la etapa de diseño geométrico en CIVIL 3D, integración del cronograma y costo en el Navisworks. Obteniéndose un modelo dinámico que puede editarse y actualizarse en tiempo real, además contiene información completa de la obra lineal como es: la geometría, información geográfica, cantidades y características de los componentes de la vía.
- El modelo proporciona una simulación de la programación, el cual es capaz de mostrar el porcentaje de avance en determinadas fechas. Lo que es de mucha utilidad para controlar o verificar en la etapa de construcción lo real versus lo planificado en detalle en la Figura 42.
- El valor referencial de 5 684 484,61 soles, este resultado de la metodología tradicional, la cual incluye un 6 % en gastos indirecto de obra, un 3 % en gastos de inspección, evaluación y seguridad, además un 2 % en gastos de gestión de proyectos y administrativos. Mientras que con la metodología BIM se tiene un valor referencial de 5 666 578,51 soles, generando un ahorro de 17 906,09 soles lo que equivale a un 0,31 %. en donde se eliminó los gastos de gestión de proyectos y administrativos, pero se creó los gastos para implementación BIM y administrativo con un 4 %

Tabla 21

Resumen de presupuesto metodología Tradicional vs BIM

Resumen de presupuesto metodología tradicional		
Costo directo Total		s/ 5 132 870,77
Costos indirectos fijos y variables		s/ 551 613,84
Gastos indirecto de obra, o proyecto (6 %)	6,0 %	s/ 300 880,28
Direccion tecnica de obra(5 %)	5,0 %	s/ 250 733,56
Direccion tecnica de ejecucion de proy. de inversion(1 %)	1,0 %	s/ 50 146,71
Gastos de inspeccion, evaluacion y seguridad (3%)	3,0 %	s/ 150 440,14
Gastos de inspeccion(1,5 %)	1,5 %	s/ 75 220,07
Gastos de evaluacion (0,5 %)	0,5 %	s/ 25 073,36
Gastos de seguridad y salud (0,5 %)	0,5 %	s/ 25 073,36
Gastos de liquidacion(0,5 %)	0,5 %	s/ 25 073,36
Gastos de gestion de proyectos y administrativos (2 %)	2,0 %	s/ 100 293,43
Presupuesto total de Obra		s/ 5 684 484,61
Resumen presupuesto metodología BIM		
Costo directo total		s/ 5 014 671,25
Costo indirectos fijos y variables		s/ 651 907,26
Gastos indirecto de obra, o proyecto(6 %)	6,0 %	s/ 300 880,28
Direccion tecnica de obra(5%)	5,0 %	s/ 250 733,56
Direccion tecnica de ejecucion de proy. de inversion(1.0%)	1,0 %	s/ 50 146,71
Gastos de inspeccion, evaluacion y seguridad (3 %)	3,0 %	s/ 150 440,14
Gastos de inspeccion(1,5 %)	1,5 %	s/ 75 220,07
Gastos de evaluacion (0,5 %)	0,5 %	s/ 25 073,36
Gastos de seguridad y salud (0,5 %)	0,5 %	s/ 25 073,36
Gastos de liquidacion(0,5 %)	0,5 %	s/ 25 073,36
Gastos para implementacion BIM y administrativo (4 %)	4,0 %	s/ 200 586,85
Gastos de administracion	0,5 %	s/ 25 07,36
Gastos de capacitacion y adquisicion de tecnologia	1,0 %	s/ 50 146,71
Gastos de adquisicion de sistema de informacion	2,5 %	s/ 125 366,78
Presupuesto total de obra		s/ 5 666 578,51
Diferencia de presupuesto		Sl. 17 906,09
Porcentaje de Diferencia		0,31 %

Nota. Resumen comparativo de los presupuestos, se añadió gastos del 4 % para implementar BIM y gestión administrativa. Ver más detalle en la Tabla 21.

Tabla 22

Desagregado del costo para implementación BIM.

Item	Descripción	Und.	Cant.	Precio	Parcial	Subtotal
Gastos de implementación bim y administrativo						
1	Acciones administrativas previas					S/ 3 750,00
1.1.	Diagnóstico de capacidades actuales	glb	1.00	S/ 1250,00	S/ 1 250,00	
1.2.	Definición de la visión y objetivos BIM del proyecto	glb	1.00	S/ 1250,00	S/ 1 250,00	
1.3.	Plan de comunicación y gestión del cambio inicial	glb	1.00	S/ 1250,00	S/ 1 250,00	
2	Capacitación y adquisición de tecnología					S/ 47 750,00
2.1.	Capacitación al equipo impulsor BIM					
2.1.1.	Capacitación al equipo impulsor BIM	und	1.00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	
2.2.	Definición de estándares y protocolos piloto					
2.2.1.	Definición de estándares y protocolos piloto	und	1.00	S/ 1 250,00	S/ 1 250,00	
2.3.	Adecuación de infraestructura tecnológica					
2.3.1.	Laptop 8 núcleos a 3ghz-32gb ram-tarjeta gráfica 8gb vram-500gb rom ssd	und	1.00	S/ 6 500,00	S/ 6 500,00	
2.3.2.	PC estacionaria 8 núcleos a 3ghz-32gb ram-tarjeta gráfica 8gb vram-1 tb rom ssd + periféricos	und	2.00	S/ 6 000,00	S/ 12 000,00	
2.3.3.	Servicio para levantamiento topográfico con dron rtk gnss, incluye informe, planos cad civil 3d, nube de puntos, fotogrametría, superficie tin	und	1.00	S/ 6 000,00	S/ 6 000,00	
2.3.4.	Servicio de instalación para internet de alta velocidad satelital en obra más plan anual	glb	3.00	S/ 6 000,00	S/ 18 000,00	
3	Adquisición de sistema de información					S/ 149 086,85
3.1.	Software, capacitación y licencia de sistema de información					
3.1.1.	Capacitación de modelado y gestión bim(civil 3d+infraworks+navisworks) incluye licencia y certificación anual	glb	1.00	S/ 92 976,85	S/ 92 976,85	
3.1.2.	Adquisición de cde plan anual	glb	1.00	S/ 56 110,00	S/ 56 110,00	
Total						S/ 200 586,85

Nota. Los costos de capacitación y certificación pueden variar de acuerdo con la entidad prestadora, las licencias igualmente están sujetas a cambios y se calculó para un máximo de 6 personas.

En la siguiente Tabla 23 se muestra el porcentaje de incidencia del costo de cada partida evaluada en esta investigación. La partida con mayor incidencia es la de carpeta asfáltica en frío con un 48,50 % del costo directo total del proyecto.

Tabla 23

Porcentaje de incidencia de cada partida del costo directo.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (s/.)	Total	Incidencia
01	Componente 01: Infraestructura Vial				s/ 5 014 671,25	
01.03	Movimiento de tierras					
01.03.01	Excavacion para explanaciones					
01.03.01.01	Excavacion en roca fija	m3	11 400,74	29,56	s/ 1 112 166,69	22,18 %
01.03.01.02	Excavacion en roca fracturada (suelta)	m3	16 096,81	19,19	s/ 337 005,94	6,72 %
01.03.01.03	Excavacion de material suelto	m3	60 708,93	5,02	s/ 308 897,73	6,16 %
01.03.01.04	Perfilado y compactado en zona de corte	m2	63 765,32	1,78	s/ 113 502,27	6,08 %
01.03.01.05	Conformacion de terraplenes	m3	6 584,63	7,29	s/ 48 001,93	2,26 %
01.04	Pavimento					
01.04.01	Pavimento asfaltico				s/ 3 902 504,56	77,82 %
01.04.01.01	Carpeta asfaltica en frio e=2"	m2	40 532,01	60	s/ 2 431 920,70	48,50 %
01.04.01.02	Imprimacion asfaltica	m2	40 507,01	7,5	s/ 303 802,58	6,06 %
01.04.01.03	Base granular (e=0.20m)	m3	8 168,62	74,41	s/ 607 826,14	12,12 %
01.04.01.04	Sub-base granular	m3	13 629,73	41,01	s/ 558 955,14	11,15 %

Nota. La tabla 23 representa el nuevo metrado, precio e incidencia porcentual obtenido mediante la metodología BIM.

4.8.5.2. Análisis del impacto

- La aplicación de la metodología BIM 5D genera un impacto positivo significativo en la elaboración del expediente técnico, al ser un modelo digital integrado, donde todas las especialidades trabajan de manera colaborativa sobre un entorno común de datos. Cada modificación se actualiza automáticamente en todo el modelo, reduciendo errores y duplicidades.
- Asimismo, la visualización tridimensional (3D) y la simulación del cronograma (4D) posibilita la simulación de escenarios constructivos y la evaluación anticipada del impacto de las modificaciones sobre el plazo y el presupuesto, lo que contribuye a una toma de decisiones más precisa; superando las limitaciones de la metodología tradicional, la cual se basa principalmente en planos bidimensionales y cuadros de metrados o presupuestos elaborados en hojas de cálculo.
- Desde el punto de vista económico, el uso de BIM 5D facilita la identificación automática de interferencias (Clash detection) e inconsistencias técnicas, lo que permite su corrección o ajuste en menor tiempo. Esto es posible gracias al carácter dinámico del modelo, que integra diseño, tiempo y costos, contribuyendo a la reducción de reprocesos, sobrecostos y riesgos asociados a modificaciones presupuestales durante la ejecución de la obra.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten evidenciar que las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del distrito de Torata no son hechos aislados, sino que responden a patrones identificables relacionados principalmente con deficiencias en la fase de diseño y planificación. Tanto el análisis documental realizado a los expedientes e informes de la Contraloría, como la percepción de los profesionales encuestados, coinciden en señalar que los errores en metrados, las inconsistencias en el diseño geométrico y la demora en la atención de requerimientos técnicos son las causas más frecuentes de los incrementos de costos. Esta afirmación concuerda con (Toranzo, 2024). Su investigación menciona que la causa que más influyó en las modificaciones fue la calidad del expediente técnico. Que se dan en el diseño y planificación.

Estos resultados se corresponden con lo planteado por (Coello, 2019) y (Azhar, 2018), quienes sostienen que la mayoría de los sobrecostos en obras públicas se originan por deficiencias preventivas y no necesariamente durante la ejecución. En el caso analizado, las variaciones presupuestales llegaron a superar el 100 % del monto inicial en algunos proyectos, lo que confirma que los expedientes técnicos no estaban adecuadamente desarrollados o validados antes de su ejecución.

Por otro lado, la encuesta aplicada a profesionales permitió identificar que, aunque existe conocimiento general sobre la metodología BIM, su nivel de dominio es mayormente básico y su aplicación es ocasional. Esto evidencia una brecha significativa entre el reconocimiento del valor de BIM y su uso real en la gestión de proyectos. La baja implementación se explica por limitaciones institucionales, falta de capacitación especializada y la ausencia de lineamientos locales que promuevan el uso obligatorio del modelado digital en obras viales. Esta afirmación concuerda con (Romero, 2024), que los estudios de adopción BIM aún persiste una resistencia por la aplicación del trabajo colaborativo.

La aplicación del BIM 5D en el caso de estudio permitió comparar objetivamente su eficiencia frente a la metodología tradicional. La integración del modelo 3D con el cronograma (4D) y los costos (5D) facilitó la visualización de la secuencia constructiva, el cálculo automático de volúmenes y la detección de interferencias antes de la ejecución. El ahorro obtenido de S/ 118 199,52; equivalente a 2,08 % del valor referencial, confirma que la metodología BIM contribuye a reducir sobrecostos derivados de deficiencias de diseño y metrados. Este resultado coincide con investigaciones como las de

(Acuña, 2016) y (Castro, 2024), quienes demostraron que BIM no solo mejora la precisión presupuestal, sino también la eficiencia en el tiempo de ejecución.

No obstante, el ahorro económico observado no representa la totalidad de los beneficios. La trazabilidad digital, la capacidad de actualización en tiempo real y la reducción de duplicidad en documentos son factores clave para mejorar la transparencia y la gestión pública, especialmente en contextos municipales donde la rotación de personal y la falta de control documental suelen ser problemáticas recurrentes. Esto concuerda con lo mencionado por (Castro, 2024), el cual menciona que mediante el uso del BIM, se permite una gestión más eficiente de los recursos del proyecto, sus plazos y costos. Estas ventajas tienen el potencial de transformar la gestión pública del estado.

En síntesis, los resultados de esta investigación confirman que la metodología tradicional es más propensa a generar sobrecostos debido a la falta de integración entre diseño, metrados y ejecución. Por el contrario, la metodología BIM 5D ofrece una alternativa eficaz, siempre que exista capacitación técnica, soporte institucional y la decisión de incorporar la digitalización como parte de la gestión pública de infraestructura.

CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología BIM 5D permitió optimizar las modificaciones presupuestales en proyectos viales del distrito de Torata, mejorando la precisión en la estimación de costos, reduciendo las desviaciones presupuestales y fortaleciendo el control financiero de los proyectos. Los resultados validan la hipótesis general, demostrando que el uso del BIM 5D influye de forma significativa en la gestión técnica y económica de las obras viales.

Se determinó que las principales deficiencias provienen de la “Demora en los requerimientos y caída de procesos de compras” con un 76,67 %, seguidamente “Errores o inconsistencias en diseño” y “Deficiencias en Metrados y cuantificaciones” ambos con un 63,33 %; finalmente la “Presión política y social” con un 36,67 %. Estas deficiencias generan ajustes constantes en metrados y precios unitarios, ocasionando sobrecostos y ampliaciones de plazo. Los resultados evidencian que dichas causas pueden reducirse significativamente mediante la aplicación del BIM 5D, que permite identificar interferencias y discrepancias antes y durante la ejecución.

El nivel de aplicación del BIM 5D en el distrito de Torata es bajo, dado que solo 1 de las 3 obras de la muestra cuenta con un modelo 3D no paramétrico. Sin embargo, existe una predisposición favorable (50 %) hacia su implementación. Esto evidencia una brecha tecnológica y de conocimiento, que puede superarse mediante programas de capacitación, inversión en licencias y fortalecimiento institucional. La baja adopción actual representa una oportunidad para introducir gradualmente el BIM en la gestión de obras municipales.

La aplicación del BIM 5D generó un impacto positivo en el control de costos, reduciendo las desviaciones presupuestales de 11,4 % a 3,8 %, y optimizando los tiempos de revisión de metrados y valorizaciones en más del 50 %. Esto confirma que el BIM 5D permite un control presupuestal más preciso, dinámico y confiable. Además, facilita la toma de decisiones técnicas basadas en datos verificados y promueve la transparencia en la administración de los recursos públicos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar progresivamente la metodología BIM 5D en los gobiernos locales, iniciando con capacitaciones dirigidas a personal técnico y residentes de obra, priorizando el uso de Civil 3D, InfraWorks y Navisworks para proyectos viales, para implementar en proyectos de infraestructura.

Fortalecer la etapa de formulación del expediente técnico, promoviendo la revisión multidisciplinaria y la verificación geométrica y topográfica antes de aprobar presupuestos y metrados definitivos.

Sugerimos exigir la presentación de modelos 3D y metrados automatizados como parte del expediente técnico, reduciendo la dependencia de tablas en Excel y evitando discrepancias en obra.

Se recomienda establecer lineamientos municipales o institucionales de adopción BIM, incluyendo la creación de un Entorno Común de Datos (CDE) para asegurar trazabilidad, transparencia y control concurrente del presupuesto.

Se aconseja extender el uso de BIM 5D durante la ejecución, vinculando valorizaciones, metrados reales y cronogramas al modelo digital para mejorar el seguimiento físico-financiero de las obras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A., M. C. (2021). *Uso de la metodología BIM para minimizar modificaciones presupuestales en proyectos de infraestructura pública*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Ackoff, R. (1999). *Re-creating the corporation: A design of organizations for the 21st century*. Oxford University Press.
- Acuña, F. X. (2016). *Aplicación de Modelo BIM para proyectos de infraestructura Vial*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Alvarado, L., Huidobro, J., & Acevedo, S. (2018). Propuesta de un modelo para integrar la metodología BIM 4D y 5D con la gestión de proyectos en el sector inmobiliario de Antofagasta, Chile. La Habana, Cuba, Chile: Ediciones Futuro. Obtenido de <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/123456789/10239>
- Amésquita, G. A. (2022). *Gestión de proyectos de inversión pública y la metodología BIM en una municipalidad de Moquegua*. Universidad Cesar Vallejo.
- ANDINA. (17 de Enero de 2025). Contraloría alerta a entidades públicas de más de 36,000 situaciones adversas. *Agencia Andina de Noticias*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-contraloria-alerta-a-entidades-publicas-mas-36000-situaciones-adversas-1015280.aspx>
- Autodesk. (2025). *InfraWorks: conceptos de diseño de infraestructuras y construcción de modelos con contexto real*. Obtenido de [autodesk.com: https://www.autodesk.com/latam/products/infracore/overview](https://www.autodesk.com/latam/products/infracore/overview)
- Azhar, S., Hein, M., & Sketo, B. (2018). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges . *ACADEMIA*.
- Broquetas, B., & Volm, M. (2013). The Project Benefits of Building. *International Journal of Project Management*(31(7), 971–980).
- Callata, R. (2021). *Uso del BIM 5D para optimizar la planificación de costos en proyectos viales*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Carreño, G. (2020). *Guía de lineamientos para la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling/Management) aplicable en el desarrollo de infraestructura longitudinal de modalidades Asociación Público Privada*. APP y Obra Pública en Colombia.
- castro, & malca. (2025). Implementación de la metodología BIM para la optimización del tiempo y costos en el mejoramiento vial de la av. Los Andes cuarta etapa. tambo: universidad peruana los andes.

- Castro, C. J., & Malca, S. G. (2025). *"Implementación de la metodología BIM para la optimización del tiempo y costos en el mejoramiento vial de la Av. Los Andes cuarta etapa - El Tambo"*. Universidad Peruana Los Andes.
- Charles Eastman, R. S. (2018). *BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. Obtenido de benardmakaa: https://www.benardmakaa.com/wp-content/uploads/2021/11/BIM-Handbook_-A-Guide-to-Building-Information-Modeling-for-Owners-Designers-Engineers-Contractors-and-Facility-Managers-Wiley-2018.pdf
- Coello, W. (2019). *"Análisis de las prestaciones adicionales de obra en la región Lambayeque durante el periodo 2014-2018, para una propuesta de mejora en materia de control de la gestión pública"*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Comeca, C., & Nolasco, C. A. (2024). *Propuesta de la implementación de las dimensiones 4D y 5D de la metodología BIM, para reducir el costo establecido y mejorar la planificación en la etapa de pavimentación de la Av. Jose Luis Orbegoso del distrito de Santiago - Cusco - Cusco*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Congreso de la República del Perú. (6 de 12 de 2003). *Ley N.º 28112, Ley Marco de la Administración Financiera del Sector Público*. Obtenido de Diario Oficial El Peruano: <https://www.mef.gob.pe/es/normatividad-sp-5937/leyes-28112>
- Congreso de la República del Perú. (8 de 12 de 2004). *Ministerio de Economía y Finanzas – MEF*. Obtenido de <https://www.mef.gob.pe/es/por-instrumento/ley/28411>
- Contraloría General de la República. (15 de setiembre de 2022). *Contraloría: Deficiencias en expedientes técnicos siguen perjudicando a obras públicas a nivel nacional*. Obtenido de gob.pe: <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/650294-contraloria-deficiencias-en-expedientes-tecnicos-siguen-perjudicando-a-obras-publicas-a-nivel-nacional>
- Contraloría General de la República. (10 de Agosto de 2023). *Contralor: Problemas en muchas inversiones públicas se centran en expedientes técnicos mal hechos*. Obtenido de gob.pe: <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/816564-contralor-problemas-en-muchas-inversiones-publicas-se-centran-en-expedientes-tecnicos-mal-hechos>

- Contraloría General de la República. (2023). *Informe de control concurrente a proyectos de inversión pública: regiones del sur del Perú*. Obtenido de <https://www.contraloria.gob.pe>
- Contraloría General de la República. (2024). *Contraloría*.
- Contraloría General de la República. (2024). *Contraloría alertó a entidades públicas más de 36 000 situaciones adversas entre agosto a diciembre del 2024*. Obtenido de [gob.pe: https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/1092301-contraloria-alerto-a-entidades-publicas-mas-de-36-000-situaciones-adversas-entre-agosto-a-diciembre-del-2024](https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/1092301-contraloria-alerto-a-entidades-publicas-mas-de-36-000-situaciones-adversas-entre-agosto-a-diciembre-del-2024)
- Contraloría General de la República. (25 de Julio de 2025). *gob.pe*. Obtenido de Inconsistencias en expedientes técnicos generan atrasos e incrementos de costos en obras del GORE Arequipa: https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/1217784-inconsistencias-en-expedientes-tecnicos-generan-atrasos-e-incrementos-de-costos-en-obras-del-gore-arequipa?utm_source=chatgpt.com
- Convoca. (25 de octubre de 2024). *101 obras del Gobierno Nacional tienen más de S/ 4 mil millones de presupuesto sin ejecutar*. Obtenido de [Convoca.pe: https://convoca.pe/agenda-propia/101-obras-del-gobierno-nacional-tienen-mas-de-s-4-mil-millones-de-presupuesto-sin](https://convoca.pe/agenda-propia/101-obras-del-gobierno-nacional-tienen-mas-de-s-4-mil-millones-de-presupuesto-sin)
- Doukari Omar, S. B. (2022). The efficient generation of 4D BIM construction schedules: A case study of the Nanterre 2 CESI project in France. *Frontiers in Built Environment, Volume 8 - 2022*. doi:10.3389/fbuil.2022.998309
- Duraid. (2021). Chapter: One Geometric Design of Higways. *Civil Engineering*, 1-3. doi:https://www.uoanbar.edu.iq/eStoreImages/Bank/18747.pdf?utm_source=chatgpt.com
- EDITECA. (13 de julio de 2022). *Construir en 7D gracias a la metodología BIM*. Obtenido de EDITECA: https://editeca.com/construir-en-7d-gracias-a-la-metodologia-bim/#Proceso_de_construccion_en_7D_con_BIM
- Fuentes Casas, P. F., & Leiva Castillo, M. M. (05 de febrero de 2021). *Modelo de gestión integrado de la Metodología BIM con la gestión de interesados, comunicaciones y recursos de la guía del PMBOK® en la elaboración de expedientes técnicos para proyectos de inversión pública para edificaciones*. Obtenido de Repositorio Academico UPC: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656741/Fuentes_CP.pdf;jsessionid=F88EC2BAECAAF783C4EFE217BC6972B53?sequence=3

- Gestión. (17 de enero de 2025). Contraloría alertó presuntas irregularidades de 6,047 funcionarios entre agosto a diciembre. *Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/peru/contraloria-general-de-la-republica-alerto-presupuestas-irregularidades-de-6047-funcionarios-entre-agosto-a-diciembre-del-2024-noticia/>
- Gestion. (2025). Contraloría alertó presupuestas irregularidades de 6,047 funcionarios entre agosto a diciembre. *Gestion*. Obtenido de https://gestion.pe/peru/contraloria-general-de-la-republica-alerto-presupuestas-irregularidades-de-6047-funcionarios-entre-agosto-a-diciembre-del-2024-noticia/?utm_source=chatgpt.com
- Guía Nacional BIM. (2023). *Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. Obtenido de mef: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo_RD003_2023EF6301.pdf
- Gutiérrez. (2022). *Implementación de la metodología BIM 5D para el control de costos en proyectos de infraestructura vial en Lima Metropolitana*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería.
- Heidy, M. (2025). *“Implementación de la Metodología BIM en la Planificación de un Campo Deportivo en la Habilitación Urbana Linares Moscoso, del Distrito de Yarabamba, Arequipa, 2025”*. Universidad Tecnológica del Perú.
- Huamán Gutiérrez, J. (2022). *Aplicación de la metodología BIM 5D para la gestión de costos en proyectos de infraestructura pública en Perú*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Instituto de Ciencias Hegel. (17 de noviembre de 2020). *La valorización de obras públicas en Perú: ¿Qué dice la ley?* Obtenido de hegel.edu: [https://hegel.edu.pe/blog/la-valorizacion-de-obras-publicas-en-peru-que-dice-la-ley/#:~:text=La%20forma%20para%20realizar%20la,o%20inspector\)%20de%20la%20obra.](https://hegel.edu.pe/blog/la-valorizacion-de-obras-publicas-en-peru-que-dice-la-ley/#:~:text=La%20forma%20para%20realizar%20la,o%20inspector)%20de%20la%20obra.)
- Leopoldo, V. A. (octubre de 2014). *costos por metro cuadrado de construccion*. Obtenido de varela.com: https://varela.com.mx/wp-content/uploads/Manual_M2_Costos.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Llanque, A. (21 de setiembre de 2021). *“Aplicación de la tecnología BIM para optimizar los costos en el presupuesto del Hotel Tacna Heroica, 2021”*. Obtenido de repositorio UPT: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2112?show=full>

- LSG. (1 de febrero de 2025). *BIM 4D Y 5D: Gestión del tiempo y costos en proyectos*. Obtenido de lsgingenieros: <https://lsgingenieros.net/bim-4d-y-5d-gestion-del-tiempo-y-costos-en-proyectos/>
- Marlon, N. (2023). *"Implementacion de la metodologia BIM en un proyecto de mejoramiento vial, para la optimizacion del cronograma en la construccion"*. Universidad Privada del Norte.
- Martínez, & P. (2020). Análisis del impacto del BIM 5D en la planificación y control de costos en proyectos de infraestructura vial. *Revista de Ingeniería de la Construcción*, 35(2), 145-158.
- Mena, J. (2014). *"Análisis y propuesta de gestión de presupuestos adicionales para contratos de obras viales"*. Universidad de Piura.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (16 de 09 de 2018). *Decreto Legislativo N.º 1440: Sistema Nacional de Presupuesto Público*. Obtenido de MEF: <https://www.mef.gob.pe/es/por-instrumento/decreto-legislativo/18247-fe-de-erratas-239/file>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones INVIERTE.PE*. Obtenido de mef: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100272&lang=es-ES&view=article&id=875
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Guía Nacional BIM*. Obtenido de mef.gob.pe: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo_RD003_2023EF6301.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Sobre el Plan BIM Perú*. Obtenido de mef.gob.pe: <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/planbim.html>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2024). *Novedades de inversión pública 2024*. Obtenido de MEF: <https://www.mef.gob.pe/es/?Itemid=100674&id=8406&lang=es-ES>
- Morote, M. K. (2019). *Aseguramiento total de proyectos de infraestructura vial mediante la implementación de presupuestos dinámicos y tecnología BIM - 5D*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- MVCS. (2011). *Norma Técnica de Metrados para obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Naciones Unidas Perú. (2024). *Regiones proponen medidas urgentes para destrabar 36 mil millones en obras paralizadas*. Naciones Unidas Perú. Obtenido de <https://peru.un.org/es/280945-regiones-proponen-medidas-urgentes-para-destrabar-36-mil-millones-en-obras-paralizadas>

- Ortiz, W. Q. (2020). *"Implementación de metodología BIM para el diseño vial acceso Dique de arranque Provincia Mariscal Nieto, Region Moquegua - 2020"*. Obtenido de Acadmeia.Edu: https://www.academia.edu/92010322/Implementaci%C3%B3n_de_metodolog%C3%ADa_BIM_para_el_dise%C3%B1o_vial_acceso_Dique_de_arranque_Provincia_Mariscal_Nieto_Regi%C3%B3n_Moquegua_2020
- Otter. (2018). *AutoCAD Civil 3D offers adaptable tools that enable me to provide innovative solutions to a seemingly endless array of civil engineering problems*. Obtenido de https://images.autodesk.com/adsk/files/autocad_civil3d_brochure.pdf
- Peter, L. (30 de junio de 2025). *Seguimiento de costos del proyecto: proceso, herramientas y mejores prácticas*. Obtenido de projectmanager: <https://www.projectmanager.com/blog/cost-tracking-project-management>
- RIB, Software. (2024). *Manual de Cost-it*. Obtenido de rib-software: <https://www.rib-software.es/pdf/Enlace-con-BIM/Manual-Cost-it.pdf>
- RPP Noticias. (19 de Abril de 2024). *No han invertido ni un sol: municipios, regiones y hasta ministerios tienen proyectos sin ejecución en lo que va del año*. Obtenido de RPP: <https://rpp.pe/economia/economia/no-han-invertido-ni-un-sol-municipios-regiones-y-hasta-ministerios-tienen-proyectos-sin-ejecucion-en-lo-que-va-del-ano-informe-noticia-1548977>
- Salas, G. W., & Esenarro, D. (2024). *Metodología BIM 5D para gestión de costes en la fase de diseño de un proyecto de infraestructura en Tarapoto, 2023*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional Federico Villareal: https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/9733/UNFV_EUP_G_Salas_Delgado_Geoffrey_Wigberto_Doctorado_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Semana Económica. (2024). *Inversión pública: se registraron 10,833 proyectos públicos con ejecución cero en el 2024*. Obtenido de <https://www.semanaeconomica.com/que-esta-pasando/articulos/inversion-publica-se-registraron-10833-proyectos-publicos-con-ejecucion-cero-en-el-2024>
- Smith, P. (2016). Project Cost Management with 5D BIM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 226(ISSN 1877-0428), 193-200. doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816308655>
- Smith, P. (2016). Project Cost Management with 5D BIM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 226(ISSN 1877-0428), 193-200. doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816308655>



- Soni, V., Yen, K., Lasky, T., & Bahra, R. (2012). *Caltrans Workflow for NavisWorks*. Obtenido de Manualzz.com: <https://manualzz.com/doc/7669390/autodesk-navisworks-software-user-manual>
- Taylor. (2019). *The Impact of 5D BIM on Cost Management in Highway Infrastructure Projects*. Tesis de maestría, University College London.
- Toranzo. (2024). "Análisis de factores que causan modificaciones en expedientes de proyectos ejecutados por la Municipalidad Distrital de San Antonio Moquegua 2024". Repositorio Universidad Privada de Tacna.

ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo influyen la aplicación del modelo BIM 5D en la reducción de las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del distrito de Torata en el año 2025?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Analizar la influencia de la aplicación de la metodología BIM 5D en la reducción de las modificaciones presupuestales en proyectos viales del distrito de Torata en el año 2025</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La aplicación de la metodología BIM 5D, permite reducir significativamente las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del distrito de Torata en el año 2025</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Aplicación de la metodología BIM 5D</p>	<p>- Grado de adopción de la metodología BIM en el proyecto</p> <p>- Tipos de herramientas utilizadas (Revit, Navisworks, Civil 3D, Cost-It, etc.).</p>	<p>Investigación Básica</p> <p>Diseño no experimental</p> <p>Correlacional – transversal</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>a. ¿Qué características presentan actualmente las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del distrito de Torata?</p> <p>b. ¿Cómo se está aplicando actualmente la metodología BIM 5D en proyectos similares?</p> <p>c. ¿Qué efectos tiene la implementación de la metodología BIM 5D sobre el control y gestión del presupuesto en proyectos viales?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>a. Identificar las principales causas de las modificaciones presupuestales en los proyectos viales del distrito de Torata.</p> <p>b. Evaluar el nivel de aplicación de la metodología BIM 5D en proyectos similares</p> <p>c. Determinar el impacto de la metodología BIM 5D en el control de costos y gestión presupuestal en proyectos viales.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) Las modificaciones presupuestales se deben principalmente a deficiencias en la planificación y control de obra.</p> <p>b) La aplicación adecuada de la metodología BIM 5D mejora la precisión en las estimaciones de costos.</p> <p>c) El uso de la metodología BIM 5D permite anticipar interferencias y cambios durante la ejecución, reduciendo el presupuesto.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Modificaciones presupuestales</p>	<p>- Frecuencia de modificaciones presupuestales</p> <p>- Incremento porcentual del costo de obra</p>	<p>Diseño de investigación</p> <p>- No experimental – transversal correlacional</p>

**Anexo 2. OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN-
ENCUESTA MODIFICACIONES PRESUPUESTALES EN PROYECTOS VIALES
DEL DISTRITO DE TORATA 2025.**

	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA Facultad de Ingenierías Escuela Profesional de Ingeniería Civil Formato de Validación por expertos		
Codificación	Versión 00	Vigencia 2025	Páginas 02



INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto):
- 1.2. Grado Académico:.....
- 1.3. Profesión:
- 1.4. Institución donde labora:
- 1.5. Cargo que desempeña:
- 1.6. Denominación del Instrumento: Encuesta, Modificaciones Presupuestales en proyectos viales.
.....
- 1.7. Autor del instrumento: Macks Arnold Choquetaype Vera, Heydi Madelis Torres Tala.
- 1.8. XIII Taller de Investigación: Título profesional de Ingeniero Civil

II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados					
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					
SUMATORIA PARCIAL						
SUMATORIA TOTAL						

	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA Facultad de Ingenierías Escuela Profesional de Ingeniería Civil Formato de Validación por expertos		
Codificación	Versión 00	Vigencia 2025	Páginas 02

III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

3.1. Valoración total cuantitativa: _____

3.2. Opinión: FAVORABLE _____ DEBE MEJORAR _____



NO FAVORABLE _____

3.3. Observaciones:

Torata, __ De Setiembre del 2025

Firma

**Anexo 3. OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN-
SOBRE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM 5D EN PROYECTOS VIA-
LES DEL DISTRITO DE TORATA 2025.**

	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA Facultad de Ingenierías Escuela Profesional de Ingeniería Civil Formato de Validación por expertos	
Codificación	Versión 00	Vigencia 2025
		Páginas 02



INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto):
- 1.2. Grado Académico:
- 1.3. Profesión:
- 1.4. Institución donde labora:
- 1.5. Cargo que desempeña:
- 1.6. Denominación del Instrumento: Encuesta, Aplicación de la Metodología BIM 5D en proyectos viales.
.....
- 1.7. Autor del instrumento: Macks Arnold Choquetaype Vera, Heydi Madelis Torres Tala.
- 1.8. XIII Taller de Investigación: Título profesional de Ingeniero Civil

II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados					
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					
SUMATORIA PARCIAL						
SUMATORIA TOTAL						

	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA Facultad de Ingenierías Escuela Profesional de Ingeniería Civil Formato de Validación por expertos		
Codificación	Versión 00	Vigencia 2025	Páginas 02

III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

3.1. Valoración total cuantitativa: _____

3.2. Opinión: FAVORABLE _____ DEBE MEJORAR _____

NO FAVORABLE _____

3.3. Observaciones:

Torata, __ De Setiembre del 2025

Firma

Anexo 4. ENCUESTA SOBRE MODIFICACIONES PRESUPUESTALES EN PROYECTOS VIALES - DISTRITO DE TORATA 2025.

10/11/25, 8:18 p.m.

Encuesta sobre modificaciones presupuestales en proyectos viales - Distrito de Torata (2025)

Encuesta sobre modificaciones presupuestales en proyectos viales - Distrito de Torata (2025)

Esta encuesta tiene fines exclusivamente académicos como parte de una tesis profesional.

La información será tratada de forma confidencial y anónima.

No se solicitarán nombres ni cargos específicos.

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. **Entidad o institución en la que labora: ***

2. **Cargo o función actual: ***

Marca solo un óvalo.

- Residente de Obra
- Supervisor o Inspector de Obra
- Asistente Técnico
- Consultor o Proyectista
- Otro

3. **Años de experiencia profesional en obras públicas: ***

Marca solo un óvalo.

- Menos de 5 años
- 5 a 10 años
- 11 a 15 años
- Más de 15 años

Experiencia con proyectos viales

10/11/25, 8:18 p.m.

Encuesta sobre modificaciones presupuestales en proyectos viales - Distrito de Torata (2025)

4. ¿Ha participado en proyectos viales del distrito de Torata? **Selecciona todos los que correspondan.*

- SI
 No

5. En caso afirmativo, ¿en cuántos proyectos viales aproximadamente ha participado?

6. ¿En cuántos de esos proyectos hubo modificaciones presupuestales?

Causas de modificaciones presupuestales**7. En su experiencia, ¿cuáles son las causas más frecuentes de las modificaciones presupuestales? ****Selecciona todos los que correspondan.*

- Deficiencias en metrados o cuantificaciones
 Falta o insuficiencia de estudios de suelos / geotecnia
 Interferencias no detectadas (redes, tuberías, servicios)
 Cambios de alcance solicitados por la entidad
 Errores o inconsistencias en diseño (planos, especificaciones)
 Deficiente control o supervisión durante la ejecución
 Condiciones imprevistas (clima, hallazgos, etc.)
 Demora en los requerimientos y caída de procesos de compras
 Presion Política y social
 Otro (especifique)

8. Especifique:

10/11/25, 8:18 p.m.

Encuesta sobre modificaciones presupuestales en proyectos viales - Distrito de Torata (2025)

9. **Califique el nivel de influencia de cada causa en los incrementos presupuestales:** *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nula	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Deficiencias en metrados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de estudios geotécnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interferencias no detectadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambios de Alcance	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errores de diseño	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deficiente control/supervision	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condiciones imprevistas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Demora en los requerimientos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Presion política y social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Impacto económico

10/11/25, 8:18 p.m.

Encuesta sobre modificaciones presupuestales en proyectos viales - Distrito de Torata (2025)

10. En promedio, ¿de cuánto considera que fue el incremento presupuestal respecto al presupuesto original? *

Marca solo un óvalo.

- Menos del 5%
- 5% a 10%
- 11% a 20%
- Más del 20%

11. ¿Qué área considera más afectada por las modificaciones?

Marca solo un óvalo.

- Movimiento de Tierras
- Estructuras (alcantarillas, muros, etc.)
- Pavimento
- Señalización
- Obras Complementarias

Opinión profesional

12. ¿Considera que las modificaciones presupuestales pudieron prevenirse con una mejor formulación del expediente técnico?

Selecciona todos los que correspondan.

- Totalmente de Acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

10/11/25, 8:18 p.m.

Encuesta sobre modificaciones presupuestales en proyectos viales - Distrito de Torata (2025)

13. **¿Cree que los informes de Contraloría reflejan adecuadamente las causas reales de las modificaciones?**

Selecciona todos los que correspondan.

- Sí, en su mayoría
- Parcialmente
- No siempre
- No reflejan la realidad

14. **Sugerencia o comentario adicional:**

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Anexo 5. ENCUESTA SOBRE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM 5D EN PROYECTOS VIALES DEL DISTRITO DE TORATA 2025

10/11/25, 8:20 p.m.

Aplicación de la Metodología BIM 5D en Proyectos Viales del Distrito de Torata 2025

Aplicación de la Metodología BIM 5D en Proyectos Viales del Distrito de Torata 2025

El motivo de esta encuesta es determinar el nivel de conocimiento de la metodología BIM y su aplicación en los proyectos de Torata, con fines netamente académicos.

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Cargo que desempeña en el proyecto: *

Marca solo un óvalo.

- Ingeniero residente
- Supervisor
- Asistente técnico
- Especialista BIM
- Otro (especifique)

2. Especifique su cargo:

3. Años de experiencia en obras viales:

Marca solo un óvalo.

- Menos de 3 años
- De 3 a 5 años
- Más de 5 años

Dimencion 1: Conocimiento y capacitacion en BIM 5D

10/11/25, 8:20 p.m.

Aplicación de la Metodología BIM 5D en Proyectos Viales del Distrito de Torata 2025

4. ¿Conoce usted la metodología BIM y sus dimensiones (3D, 4D, 5D, etc.)? *

Marca solo un óvalo.

- Si
 No

5. ¿Ha recibido capacitación o formación en BIM 5D? *

Marca solo un óvalo.

- Sí, formal (curso, diplomado o taller certificado)
 Sí, informal (autodidacta o mediante el trabajo)
 No

6. ¿Considera que el personal técnico de su proyecto tiene conocimientos suficientes sobre BIM 5D? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
 De acuerdo
 En desacuerdo
 Totalmente en desacuerdo

Dimensión 2: Nivel de aplicación del BIM 5D

7. ¿En qué fase del proyecto se aplicó o consideró el uso del BIM 5D? *

Marca solo un óvalo.

- Formulación del expediente técnico
 Ejecución de obra
 Seguimiento y control de costos
 No se aplicó

10/11/25, 8:20 p.m.

Aplicación de la Metodología BIM 5D en Proyectos Viales del Distrito de Torata 2025

8. ¿Qué herramientas o software se utilizaron en la gestión del proyecto? *

Selecciona todos los que correspondan.

- AutoCAD / Civil 3D
- Revit
- Navisworks
- Excel / S10
- Otro (especifique)

9. Especifique:

10. ¿Con qué frecuencia se utilizan herramientas BIM 5D en la gestión del presupuesto y control de costos? *

Marca solo un óvalo.

- Siempre
- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Nunca

Dimensión 3: Beneficios y limitaciones percibidas

10/11/25, 8:20 p.m.

Aplicación de la Metodología BIM 5D en Proyectos Viales del Distrito de Torata 2025

11. ¿Considera que el uso de BIM 5D permite un mejor control de costos y tiempos en las obras? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

12. ¿Qué limitaciones identifica para aplicar BIM 5D en los proyectos viales de Torata? *

Marca solo un óvalo.

- Falta de capacitación del personal
- Falta de equipos o software adecuados
- Resistencia al cambio por parte del personal
- Costos elevados de implementación
- Desconocimiento institucional o normativo

13. ¿Recomendaría implementar BIM 5D en futuras obras viales del distrito? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- No estoy seguro

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

