

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Plan de ejecución BIM (BEP) para agilizar procesos de diseño en
proyectos de infraestructura vial, Pasco – 2023**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

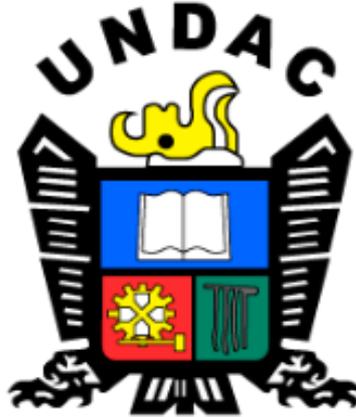
Bach. Yamir Anderley ESPINOZA BAZAN

Asesor:

Mg. José Luis SOSA SÁNCHEZ

Cerro de Pasco - Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Plan de ejecución BIM (BEP) para agilizar procesos de diseño en
proyectos de infraestructura vial, Pasco – 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA
PRESIDENTE

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 040-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Plan de ejecución BIM (BEP) para agilizar procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial, Pasco – 2023.

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. ESPINOZA BAZAN, Yamir Anderley,

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. Sosa Sánchez, José Luis

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

30%

APROBADO

Se informa al decanato para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 6 de febrero del 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villa Reguis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

La presente tesis, dedico a mis padres, Sandro Espinoza Álvarez y Rosana Bazan Ayala, quienes fueron más que una fuente fundamental de apoyo incondicional para alcanzar mis objetivos profesionales; a los familiares y amigos que siempre colaboran conmigo, tanto emocional como económicamente; por último, a mí, por todo el esfuerzo que puse para alcanzar este primer objetivo que tenía planteado.

AGRADECIMIENTO

Al haber logrado los resultados de esta investigación, me es propicio agradecer a Dios por sus bendiciones, seguidamente debo agradecer a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, alma mater que me permitió adquirir todos los conocimientos y ahora, realizar el proceso de titulación. A los docentes que han compartido sus conocimientos de manera desinteresada a lo largo de mi formación profesional. A mi asesor, por brindar su apoyo en esta investigación. A los profesionales expertos que colaboraron con esta investigación. A las empresas que brindaron acceso a softwares para esta tesis. A los familiares, amigos y finalmente, a mis padres, a quienes tengo mucho que agradecer en la vida.

RESUMEN

El objeto principal de esta investigación es la obtención de un “Plan de Ejecución BIM (BEP)”, para agilizar los procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial, teniendo en cuenta los diversos proyectos que se ejecutaron en la región Pasco y considerando las dificultades que tuvieron según criterio y experiencia de distintos expertos y profesionales afines al tema. Lo que hizo necesaria una recolección de datos a través de diferentes técnicas para su posterior análisis, ya que esta información fue meramente importante a la hora de plantear el BEP. Teniendo en cuenta la escasez de información en la zona de ejecución de la investigación, se logró el propósito de la tesis, elaborar un BEP que agilice procesos de diseño en la formulación de proyectos de infraestructura vial en la región Pasco. Tales como, optimización del tiempo, mejor organización de la información, compatibilización de datos por especialidades, detección de interferencia y la obtención de una simulación del proyecto por especialistas en el tema.

En ese sentido, y siendo conocedores de que, el BIM genera un impacto altamente positivo en los proyectos, la obtención de este BEP no es ajena a estos resultados, evidenciado en la contratación de resultados una aceptación de este “Plan de ejecución BIM” altamente positiva, los especialistas consultados analizaron en función a los 5 enunciados que se plantearon en la encuesta en la que debieron evaluar los objetivos de esta investigación, teniendo resultados de aceptabilidad positivos.

Palabras clave: BEP, BIM, gestión, coordinación, interferencias, infraestructura vial, metodología, modelador, eficiencia, colaboración.

ABSTRACT

The main objective of this research is to obtain a “BIM Execution Plan (BEP)”, to streamline the design processes in road infrastructure projects, taking into account the various projects that were executed in the Pasco region and considering the difficulties that they had according to the criteria and experience of different experts and professionals related to the subject. Which made it necessary to collect data through different techniques for subsequent analysis, since this information was merely important when proposing the BEP. Taking into account the scarcity of information in the area of execution of the research, the purpose of the thesis was achieved, to develop a BEP that streamlines design processes in the formulation of road infrastructure projects in the Pasco region. Such as, time optimization, better organization of information, compatibility of data by specialties, detection of interference and obtaining a simulation of the project by specialists in the subject.

In that sense, and being aware that BIM generates a highly positive impact on projects, obtaining this BEP is not unrelated to these results, evidenced in the contracting of results a highly acceptance of this “BIM Execution Plan”. positive, the consulted specialists analyzed based on the 5 statements that were raised in the survey in which they had to evaluate the objectives of this research, having positive acceptability results.

Keywords: BEP, BIM, management, coordination, interferences, road infrastructure, methodology, modeler, efficiency, collaboration.

INTRODUCCIÓN

Muchos de los proyectos de infraestructura vial de la región Pasco, a lo largo de los últimos años, han presentado distintas dificultades de diversos indoles, sin embargo, con la implementación de nuevas metodologías de trabajo colaborativo en tendencia, se pretende reducir incidencias negativas e interferencias interdisciplinarias en cada proyecto.

Teniendo en cuenta que, los ” Planes de Ejecución BIM (BEP)”, son la carta principal para la aplicación de la metodología BIM, es necesario la esquematización adecuada del BEP, acorde a la realidad de los proyectos de infraestructura vial en Cerro de Pasco; sin dejar de lado todo lo que estipula la normativa peruana con relación al tema de esta investigación, llámese así, los profesionales que estarán involucrados, los estudios mínimos para cada proyecto y demás consideraciones que son importantes para el desarrollo óptimo del diseño de un proyecto de infraestructura vial.

En ese sentido, la región de Pasco, ha reconocido la importancia estratégica de fortalecer su infraestructura vial como un motor clave para el desarrollo económico y social. Sin embargo, la ejecución efectiva de proyectos de infraestructura vial sigue siendo un desafío recurrente en esta región y en el país en su conjunto.

La implementación exitosa de proyectos viales implica múltiples etapas, desde la concepción y el diseño hasta la construcción y el mantenimiento. A lo largo de este proceso, la falta de coordinación, la duplicación de esfuerzos y las deficiencias en la comunicación a menudo resultan en demoras, gastos adicionales y, en última instancia, insatisfacción entre los diversos actores involucrados.

En respuesta a estas problemáticas, el Modelado de Información para la Construcción (BIM) ha surgido como una herramienta transformadora para optimizar la gestión de proyectos de infraestructura vial. La metodología BIM ofrece un enfoque

colaborativo e integrado que mejora la eficiencia y la efectividad de los profesionales de la construcción en todas las fases del proyecto, desde el diseño inicial hasta la ejecución y el mantenimiento a largo plazo.

El objetivo central de esta tesis es, abordar este contexto y proponer un Plan de Ejecución BIM (BEP) específicamente diseñado para proyectos de infraestructura vial en Pasco durante el año 2023. El BEP se concibe como una guía estratégica que busca optimizar la coordinación interdisciplinaria y mejorar la calidad de la información generada en todo el ciclo de vida del proyecto, lo que, a su vez, acelera los procesos de diseño y ejecución.

Esta investigación involucra el análisis de casos de estudio, evaluaciones detalladas y la formulación de recomendaciones prácticas para una implementación efectiva del BEP en proyectos viales. El propósito final es contribuir al avance y la mejora de la infraestructura vial en Pasco, lo que impulsará un desarrollo más sostenible y eficiente en la región.

Este trabajo académico representa una convergencia de innovación tecnológica, gestión de proyectos y mejora de la infraestructura, con la aspiración de beneficiar a la comunidad y la economía de Pasco. Su enfoque demuestra que la aplicación de BIM en proyectos viales puede generar un impacto significativo en el ámbito de la construcción y contribuir al desarrollo sostenible de la región.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE ILUSTRACIONES

INDICE DE GRÁFICAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.3. Formulación del problema	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problema específico.....	4
1.4. Formulación de objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación de la investigación	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	10
2.1.1. Antecedentes nacionales:.....	10
2.1.2. Antecedentes internacionales:	12
2.2. Bases teóricas – científicas	12

2.2.1.	Building Information Modeling (BIM):	12
2.2.2.	Eficiencia en Proyectos Viales:	13
2.2.3.	Gestión de Proyectos:	13
2.2.4.	Colaboración y Comunicación:	13
2.2.5.	Impacto del BIM en Proyectos de Infraestructura:.....	14
2.2.6.	Tecnologías BIM y Simulación:.....	14
2.2.7.	Desafíos de Implementación:	14
2.3.	Definición de términos básicos	15
2.4.	Formulación de hipótesis	19
2.4.1.	Hipótesis general	19
2.4.2.	Hipótesis específica	19
2.5.	Identificación de variables	19
2.5.1.	Variable independiente	19
2.5.2.	Variable dependiente	20
2.6.	Definición operacional de variables.....	21

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	23
3.2.	Nivel de investigación.....	23
3.3.	Método de investigación	23
3.4.	Diseño de la investigación	23
3.5.	Población y muestra	23
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.6.1.	Técnicas de Recolección de Datos	24
3.7.	Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	25
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	26
3.9.	Tratamiento estadístico	27

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	28
---	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	31
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.	37
4.3. Prueba de hipótesis.....	71
4.4. Discusión de resultados.....	72

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Matriz de operacionalización de variables.....	21
Tabla N° 2: Estudios de ingeniería básica según DG-2018 / MTC.....	34
Tabla N° 3: Contenido mínimo de los estudios definitivos para carreteras.	35
Tabla N° 4: Profesionales y experiencias según estudios y diseños.	36
Tabla N° 5: Información y datos del proyecto.	39
Tabla N° 6: Objetivos BIM y sus potenciales usos.	41
Tabla N° 7: Funciones de los profesionales en cada rol.....	43
Tabla N° 8: Requisitos de formación y competencias BIM (profesionales).	44
Tabla N° 9: Responsabilidades asignadas.	45
Tabla N° 10: Anexo A (Nivel de detalle).	48
Tabla N° 11: Anexo A (Nivel de información).	48
Tabla N° 12: LOD en proyectos de infraestructura vial.....	49
Tabla N° 13: Hitos de entrega del proyecto.	58
Tabla N° 14: Resultados de la encuesta a los especialistas BIM.	74

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1: Ejemplo de código de proyecto.	36
Ilustración N° 2: Algunos software's para colaboración y entorno común de datos.	50
Ilustración N° 3: Autodesk fusion 360.	53
Ilustración N° 4: Estructura para el ECD en proyectos de infraestructura vial usando Autodesk Docs y BIM Collaborate Pro.	54
Ilustración N° 5 Estructura del ECD para proyectos de infraestructura vial.:	55
Ilustración N° 6: Estructura del ECD para proyectos de infraestructura vial.:	56
Ilustración N° 7: Escala de Likert.	74

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N° 1: Niveles de información necesaria.	46
Gráfica N° 2: Progresividad del LOIN en los proyectos.	47
Gráfica N° 3: Proceso de Gestión de la Información BIM, según la NTP ISO 19650-2:2021.	51
Gráfica N° 4: Relación entre las etapas organizacionales y el proceso de Gestión de la Información BIM durante el diseño, construcción y puesta en servicio de los activos..	52
GRÁFICA N° 5: Cronograma de ejecución de hitos de entrega.	60

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En el contexto actual de la industria de la construcción y la ingeniería civil, los proyectos de infraestructura vial enfrentan desafíos significativos en términos de eficiencia en el diseño . A menudo, se experimentan retrasos, costos excesivos y dificultades en la coordinación entre los diferentes equipos y partes involucradas en el proceso. Además, la falta de colaboración efectiva y la limitada integración de tecnologías avanzadas contribuyen a la complejidad y la falta de agilidad en la ejecución de estos proyectos.

La investigación se centra en la necesidad de desarrollar un Plan de Ejecución BIM (BEP, por sus siglas en inglés) específicamente adaptado para proyectos de infraestructura vial en la región de Pasco - 2023. El Building Information Modeling (BIM) es una metodología que implica la creación y gestión de información digital de un proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Aunque el BIM se ha implementado en diversos sectores de la construcción, su adopción en proyectos viales todavía presenta desafíos.

El problema radica en la falta de un enfoque estructurado y un plan de ejecución adecuado para implementar el BIM en proyectos de infraestructura vial en Pasco. Esto lleva a:

- Ineficiencias en el Diseño : La falta de coordinación y comunicación entre los equipos de diseño, construcción y gestión puede dar lugar a retrasos, cambios de diseño no documentados y problemas de calidad.
- Costos Excesivos: La falta de información precisa y actualizada en todas las fases del proyecto puede llevar a costos imprevistos y a la necesidad de realizar cambios costosos durante la ejecución.
- Baja Calidad en la Ejecución: Sin un enfoque integral que utilice la información digital de manera efectiva, la calidad de la ejecución puede verse comprometida debido a errores y omisiones.
- Falta de Coordinación: La falta de una plataforma centralizada para el intercambio de información dificulta la coordinación entre los diversos actores involucrados, incluidos los ingenieros, arquitectos, contratistas y autoridades reguladoras.
- Escaso Aprovechamiento Tecnológico: La infraestructura vial en Pasco podría beneficiarse de herramientas tecnológicas avanzadas, como el modelado en 3D, la simulación y la gestión de datos en tiempo real, pero la falta de un plan estructurado impide su adopción efectiva.

Por lo tanto, esta investigación busca desarrollar un Plan de Ejecución BIM específico para proyectos de infraestructura vial en Pasco, con el objetivo de agilizar los procesos de diseño , mejorar la colaboración entre los equipos involucrados y optimizar el uso de tecnologías avanzadas.

1.2. Delimitación de la investigación

Esta investigación se enfocará en la elaboración de un Plan de Ejecución BIM (BEP) diseñado para mejorar los procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial en la región de Pasco, específicamente en el año 2023. La delimitación se establecerá en los siguientes aspectos:

- Área Geográfica: La investigación se centrará exclusivamente en proyectos de infraestructura vial ubicados en la región de Pasco, Perú, durante el año 2023. Se excluyen otras regiones geográficas y períodos de tiempo diferentes.
- Tipo de Proyecto: La investigación se enfocará en proyectos de infraestructura vial, que incluyen carreteras, puentes, vías de acceso y cualquier tipo de construcción vial relacionada.
- Metodología BIM: La investigación se limitará a la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) como enfoque principal para abordar los desafíos en el diseño de proyectos viales.
- Beneficios de Implementación: La investigación se centrará en los beneficios y mejoras potenciales que un Plan de Ejecución BIM podría brindar a los procesos de diseño de proyectos viales.

En resumen, la investigación se limitará a la creación de un Plan de Ejecución BIM para proyectos de infraestructura vial en Pasco, Perú, durante el año 2023, con un enfoque en mejorar los procesos de diseño , y sin profundizar en otros aspectos relacionados.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

- ¿Cómo se puede agilizar los procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial?

1.3.2. Problema específico

- ¿Cómo podría el Plan de Ejecución BIM contribuir a una mejor coordinación entre los equipos de diseño, construcción y gestión de proyectos viales en Pasco?
- ¿Cuáles son los elementos clave que debe contener un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial en Pasco, considerando las características específicas de la región?
- ¿Cuáles son las tecnologías y herramientas específicas relacionadas con el BIM que pueden ser implementadas para agilizar la ejecución de proyectos viales en Pasco, considerando su disponibilidad y aplicabilidad en el contexto local?
- ¿Cuáles son los principales desafíos en los procesos de diseño de proyectos de infraestructura vial en Pasco, y cómo impactan en la eficiencia y calidad del resultado final?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Elaborar un plan de ejecución BIM (BEP) para agilizar procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar cómo podría el Plan de Ejecución BIM contribuir a una mejor coordinación entre los equipos de diseño, construcción y gestión de proyectos viales en Pasco.
- Plantear los elementos clave que debe contener un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial en Pasco, considerando las características específicas de la región.

- Evidenciar las tecnologías y herramientas específicas relacionadas con el BIM que pueden ser implementadas para agilizar la ejecución de proyectos viales en Pasco, considerando su disponibilidad y aplicabilidad en el contexto local.
- Determinar cuáles son los principales desafíos en los procesos de diseño de proyectos de infraestructura vial en Pasco, y cómo impactan en la eficiencia y calidad del resultado final.

1.5. Justificación de la investigación

La ejecución eficiente de proyectos de infraestructura vial es fundamental para el desarrollo económico y social de una región. Sin embargo, la industria de la construcción enfrenta desafíos recurrentes que afectan la calidad, el tiempo y los costos de los proyectos. En este contexto, la adopción de la metodología Building Information Modeling (BIM) ofrece un potencial transformador al mejorar la colaboración entre los actores involucrados y optimizar los procesos de diseño. La presente investigación busca justificar su relevancia en el contexto específico de la región de Pasco en 2023, a través de los siguientes puntos clave:

- **Mejora en la Eficiencia:** Los proyectos viales a menudo sufren retrasos y costos excesivos debido a la falta de coordinación y comunicación entre los equipos de diseño y construcción. La implementación de un Plan de Ejecución BIM tiene como objetivo mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos, al proporcionar un marco estructurado para la colaboración y la toma de decisiones informadas.
- **Optimización de Recursos:** La falta de un enfoque integral en la gestión de proyectos puede resultar en la subutilización de recursos y la generación de desperdicios. La adopción de BIM y la creación de un Plan de Ejecución BIM

permiten una planificación más precisa y un uso óptimo de recursos, reduciendo el retrabajo y los costos imprevistos.

- Reducción de Errores y Cambios No Planificados: Los errores en el diseño y la falta de comunicación pueden llevar a cambios no planificados durante la ejecución, lo que afecta la calidad y los tiempos del proyecto. La implementación de BIM y la elaboración de un Plan de Ejecución BIM permiten una visualización y simulación en tiempo real, minimizando errores y permitiendo ajustes anticipados.
- Mayor Colaboración: Los proyectos de infraestructura vial involucran a múltiples actores, desde ingenieros hasta autoridades reguladoras. La metodología BIM facilita la colaboración y el intercambio de información en tiempo real, lo que mejora la toma de decisiones y la coordinación entre los equipos.
- Promoción de Tecnologías Avanzadas: La implementación de BIM impulsa la adopción de tecnologías avanzadas, como la realidad virtual, la simulación y el análisis en 3D. Esto no solo mejora la calidad de los proyectos, sino que también fomenta la capacitación y actualización de habilidades en el sector.
- Impacto Económico y Social: La ejecución exitosa de proyectos viales tiene un impacto directo en el desarrollo económico y la calidad de vida de la comunidad. Al mejorar la eficiencia y la calidad de los proyectos, se promueve un impacto positivo en la economía local y en la seguridad vial de la región.
- Potencial para el Futuro: La implementación de BIM y la creación de un Plan de Ejecución BIM en Pasco pueden sentar las bases para la adopción más amplia de esta metodología en otros proyectos de construcción y en

diferentes regiones del país, generando un efecto multiplicador en la industria.

En resumen, esta investigación justifica la necesidad de desarrollar un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial en Pasco en 2023, como una estrategia para abordar los desafíos presentes en la ejecución de proyectos viales y promover una transformación positiva en la industria de la construcción en la región.

1.6. Limitaciones de la investigación

A pesar de la importancia y el alcance de la investigación propuesta, es fundamental reconocer que existen ciertas limitaciones que podrían afectar la extensión y la generalización de los resultados. Estas limitaciones deben ser consideradas al interpretar los hallazgos y conclusiones de la investigación:

- **Limitaciones Geográficas:**

La investigación se centra exclusivamente en la región de Pasco en el año 2023. Los resultados y recomendaciones generados podrían no ser aplicables en otros contextos geográficos o periodos de tiempo diferentes.

- **Limitaciones de Muestra:**

La selección de expertos en BIM, ingenieros geotécnicos y geólogos para las entrevistas y consultas puede resultar en una muestra sesgada debido a la disponibilidad y accesibilidad de los participantes. Esto podría influir en la representatividad de las perspectivas recopiladas.

- **Limitaciones de Datos:**

La investigación se basará en la disponibilidad y accesibilidad de datos relacionados con proyectos de infraestructura vial en Pasco. La falta de datos completos o precisos podría limitar la profundidad de análisis y la validez de

los resultados. Y siendo realistas, muchas veces la información contenida en los expedientes técnicos resulta no ser real

- **Limitaciones de Tiempo:**

El marco temporal de esta investigación puede ser insuficiente para abordar todos los aspectos relevantes de la implementación de BIM. Algunos efectos a largo plazo podrían no ser capturados debido a las restricciones temporales.

- **Limitaciones de Alcance:**

Dada la complejidad de las disciplinas involucradas y la amplitud del enfoque de BIM, es posible que algunos aspectos específicos no sean profundizados en el grado deseado debido a restricciones de tiempo y recursos.

- **Limitaciones de Acceso a Información:**

La falta de acceso a ciertos documentos técnicos, normativa internacional o datos confidenciales podría limitar la exhaustividad de la revisión de literatura y el análisis de datos.

- **Limitaciones de Validación:**

A pesar de los esfuerzos por validar los resultados mediante técnicas como la revisión por expertos y la triangulación de datos, la interpretación subjetiva y los sesgos inherentes a las metodologías de validación podrían influir en la interpretación de los resultados.

- **Limitaciones Financieras:**

Las limitaciones de financiamiento podrían haber restringido la realización de actividades como pruebas extensivas con software de primera o la adquisición de tecnología de punta, que podrían haber enriquecido aún más la investigación.

Aunque estas limitaciones pueden influir en la amplitud y la generalización de los resultados, se han tomado medidas para minimizar su impacto y asegurar que los hallazgos sean coherentes y confiables dentro del alcance y contexto de esta investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En Pasco, los proyectos de infraestructura vial han sido una parte crucial para el desarrollo de la región. Sin embargo, la ejecución de estos proyectos a menudo ha enfrentado desafíos en términos de coordinación, eficiencia y calidad. La implementación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) ha comenzado a ganar atención debido a su potencial para mejorar la planificación, el diseño y la construcción en la industria de la construcción en Pasco. Aunque se han realizado avances en la adopción de BIM en la región, existe una falta de enfoque específico en la elaboración y aplicación de un Plan de Ejecución BIM para proyectos viales.

2.1.1. Antecedentes nacionales:

Parte de los antecedentes nacionales más importantes y representativos, son las normativas vigentes en nuestro país, tales como el “Plan BIM Perú”, que fue emitido por el DS N° 289-2019 EF. El cual estipula las condiciones mínimas para la implementación BIM en nuestro país.

Díaz Linarez, J. (2019), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil “Gestión de proyectos utilizando las herramientas BIM en la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial”, logra determinar que usando el software Civil3d 2019 se puede usar grandes cantidades de datos con un rendimiento normal de los ordenadores, así mismo, evidenció un ahorro de espacio del 75% en tamaño de archivos BIM.

Por su parte, Díaz Farfán & Rivera Vera (2020), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil “Optimización de costos y tiempos de las partidas de mayor incidencia en proyectos viales de la región sierra centro y sur, mediante la metodología BIM”, logra evidenciar que los procesos BIM en proyectos de infraestructura vial, dan mayor eficiencia al proyecto y se evita los reprocesos e incompatibilidades, optimizando así los costos y tiempos. Asu vez, fomenta la implementación de tecnología innovadoras y competitivas.

Propiamente, Huilcas Lulo (2022), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil “Implementación de la metodología BIM para el mejoramiento del diseño vial de la trocha carrozable Manta - Ccollpa, Huancavelica, 2022” , afirma que la metodología BIM mejora las diferentes fases en la elaboración de proyectos viales, tales como la eficacia de los diseños, transparencia de los procesos, diseños más próximos a la realidad, , identificación de errores, ahorro de tiempo, correcciones inmediatas y verificaciones constantes.

Así mismo, Rodríguez Cabello (2021), en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil “Aplicación de la metodología VDC/BIM para el rediseño y construcción en proyecto de infraestructura vial”, logró determinar una incidencia del 35% con respecto al plazo establecido con la metodología tradicional, lo que le llevó a la conclusión de que la implementación BIM en

proyectos viales aporta una mayor precisión en el presupuesto y el plazo de ejecución, lo que disminuirá el riesgo de fracaso de obra.

2.1.2. Antecedentes internacionales:

A nivel internacional, la aplicación de BIM en proyectos de infraestructura vial ha demostrado ser exitosa en varios países. Por ejemplo, en Estados Unidos, el Departamento de Transporte de Ohio ha implementado exitosamente el uso de BIM en proyectos viales para mejorar la colaboración entre equipos multidisciplinarios y reducir errores de diseño (Miller, 2017). En Australia, el Departamento de Transporte de Victoria ha desarrollado un Plan de Ejecución BIM que establece directrices y protocolos para la implementación efectiva de BIM en proyectos de carreteras (VicRoads, 2019).

En Europa, Noruega ha destacado por su enfoque en BIM en la construcción de carreteras, con iniciativas que promueven la colaboración entre todas las partes involucradas (Kaklauskas et al., 2013). Además, en el Reino Unido, la implementación de BIM en proyectos de infraestructura vial ha llevado a mejoras en la planificación, la gestión de activos y la comunicación entre equipos (Becker, 2019).

Otros de los antecedentes de vital importancia para esta investigación son las Normas ISO 19650, una serie que consta de 4 partes y que con el transcurrir de los años se ha ido incrementando y modificando, cuyo contenido nos será de gran ayuda para esta investigación.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Building Information Modeling (BIM):

El Building Information Modeling (BIM) es una metodología integral que revoluciona la manera en que se conciben, diseñan y ejecutan proyectos de

construcción. Según Eastman, Teicholz, Sacks y Liston (2011), BIM implica la creación y gestión de información digital en un modelo tridimensional colaborativo que abarca todas las fases del ciclo de vida del proyecto. Esta metodología permite la visualización, simulación y coordinación en tiempo real, lo que conduce a una comunicación más efectiva entre los equipos multidisciplinarios involucrados.

2.2.2. Eficiencia en Proyectos Viales:

La ejecución eficiente de proyectos de infraestructura vial es crucial para el desarrollo socioeconómico de una región. En el estudio de González, Frühwirth y León (2016), se destaca cómo los proyectos viales bien planificados y ejecutados mejoran la conectividad, la movilidad y la calidad de vida de la comunidad. La implementación de tecnologías avanzadas como el BIM puede acelerar la coordinación entre los actores, reduciendo los tiempos de ejecución y los costos, y mejorando la eficiencia general del proyecto.

2.2.3. Gestión de Proyectos:

La gestión efectiva de proyectos es esencial para el éxito en la industria de la construcción. Según Kerzner (2017), la planificación, organización y control adecuados son fundamentales para cumplir con los objetivos del proyecto. Un Plan de Ejecución BIM se alinea con los principios de la gestión de proyectos al proporcionar un marco estructurado para la implementación de BIM en todas las etapas del proyecto. Esto permite estandarizar procesos, establecer hitos y optimizar la asignación de recursos.

2.2.4. Colaboración y Comunicación:

La colaboración y la comunicación efectiva son piedras angulares en proyectos de construcción exitosos. Abdelhamid y Everett (2003) han subrayado

cómo la falta de comunicación entre los equipos puede generar retrasos y problemas en la ejecución del proyecto. La metodología BIM y un Plan de Ejecución BIM fomentan la colaboración al proporcionar un espacio centralizado para el intercambio de información en tiempo real. Esto permite a los equipos de diseño, construcción y gestión trabajar de manera conjunta y tomar decisiones informadas.

2.2.5. Impacto del BIM en Proyectos de Infraestructura:

El libro "BIM Handbook" de Eastman, Teicholz, Sacks y Liston (2020) proporciona un análisis exhaustivo del impacto del BIM en proyectos de infraestructura. Mediante estudios de casos, se demuestra cómo la implementación de BIM mejora la coordinación interdisciplinaria, reduce los errores y optimiza la asignación de recursos. Los modelos BIM permiten la detección temprana de conflictos y la simulación de escenarios, lo que contribuye a la planificación más efectiva de los proyectos.

2.2.6. Tecnologías BIM y Simulación:

La tecnología BIM permite la creación de modelos 3D y la simulación de procesos constructivos. Según Succar (2009), la simulación en BIM ofrece la oportunidad de anticipar y prevenir problemas antes de que ocurran en la fase de ejecución. La simulación de actividades viales, como el flujo de tráfico y la disposición de materiales, a través de modelos BIM puede ayudar en la planificación y la toma de decisiones informadas.

2.2.7. Desafíos de Implementación:

La adopción de BIM no está exenta de desafíos. Autores como Arayici, Coates, Koskela y Kagioglou (2011) han identificado barreras que van desde la falta de interoperabilidad entre herramientas BIM hasta la resistencia al cambio

por parte de los profesionales. Estos desafíos deben ser abordados con estrategias específicas para asegurar una implementación exitosa.

2.3. Definición de términos básicos

- **Building Information Modeling (BIM):**

Metodología que involucra la creación y gestión de información digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto, facilitando la colaboración y simulación en tiempo real entre equipos multidisciplinarios (Eastman et al., 2011).

- **Plan de Ejecución BIM (BEP):**

Un conjunto de pautas, estrategias y procesos que regulan la implementación de la metodología BIM en todas las etapas de un proyecto, con el propósito de mejorar la coordinación y la calidad del resultado final.

- **Infraestructura Vial:**

La combinación de estructuras construidas que permiten el tráfico vehicular y peatonal, incluyendo carreteras, puentes y otros componentes del transporte terrestre.

- **Coordinación Interdisciplinaria:**

La colaboración y el intercambio efectivo de información entre diversas disciplinas involucradas en un proyecto, como la ingeniería civil, la arquitectura, la topografía y la gestión de proyectos, para optimizar los procesos y los resultados.

- **Colaboración en Tiempo Real:**

La comunicación instantánea de información entre los equipos de diseño, construcción y gestión, lo que facilita la toma de decisiones informadas y la resolución oportuna de problemas.

- **Simulación de Procesos Constructivos:**

El uso de tecnologías BIM para modelar y simular la progresión de actividades constructivas, permitiendo la anticipación de posibles conflictos, retrasos y la optimización de la planificación.

- **Interoperabilidad:**

La capacidad de distintas herramientas y software BIM para intercambiar información y datos de manera coherente y efectiva, evitando problemas de incompatibilidad.

- **Eficiencia en Proyectos:**

La capacidad de un proyecto para alcanzar sus objetivos con los recursos disponibles y en el menor tiempo posible, minimizando el desperdicio y los costos adicionales.

- **Gestión de Cambios:**

El proceso de identificar, evaluar y documentar las modificaciones realizadas en un proyecto, asegurando que se realicen de manera controlada y documentada.

- **Recursos Tecnológicos:**

Herramientas y software utilizados en la implementación de la metodología BIM, como programas de modelado 3D, simulación y análisis.

- **Calidad de Ejecución:**

El grado en que un proyecto cumple con los estándares y requisitos establecidos, considerando aspectos de diseño, seguridad y funcionalidad.

- **Comunicación Interdisciplinaria:**

El intercambio de información y conocimientos entre diferentes disciplinas y equipos de trabajo involucrados en el proyecto, fomentando la comprensión mutua y la toma de decisiones informadas.

- **Planificación de Proyectos:**

El proceso de establecer objetivos, hitos y recursos para la ejecución de un proyecto, garantizando una distribución eficiente de las tareas y el tiempo.

- **Entorno común de datos:**

Espacio virtual en el que se almacena toda la información de un proyecto.

- **Nivel de Información Necesario (Level of Information Need - LOIN):**

Es el nivel de información gráfica o detalles geométricos de los elementos que componen modelo del proyecto, según el “Plan BIM Perú – V.2023” en función a la necesidad y el tipo de proyectos; la definición del nivel de información gráfico se hará a través del nivel de detalle (LOD) y para definir al nivel de información no gráfico se hará a través del nivel de información (LOI). El grado de importancia es igual para ambos.

- **Roles BIM:**

Son las funciones que desempeñarán los involucrados en el proyecto. Los cuales deberán acreditar experiencia en función a los roles que desempeñarán.

- **Líder BIM:**

De acuerdo con el “Plan BIM Perú – V.2023”, se define como líder a la persona que se encarga de gestionar, liderar y diseñar los procesos y estrategias para la adopción progresiva de BIM a nivel organizacional.

- **Gestor BIM:**

Es la persona que se encarga de gestionar la información BIM y será responsable de establecer los requisitos de información de las inversiones, también tendrá que coordinar con el líder BIM sobre todos estos puntos; de acuerdo con lo que especifica el “Plan BIM Perú-V.2023”.

- **Coordinador BIM:**

De acuerdo con lo que especifica el “Plan BIM Perú-V.2023”; será el encargado de coordinar la ejecución de los modelos de información de todas las especialidades.

- **Modelador BIM:**

Será quien o quienes se encarguen del desarrollo de los modelos de información.

- **Modelo / modelamiento:**

Es el modelo digital que conceptualiza la información de un archivo 3d con la ayuda de un software BIM.

- **Supervisor BIM:**

Es el responsable de realizar las revisiones periódicamente a los contenedores de información, además tendrá que verificar que el modelo de información se realice según los requisitos de información, a su vez, debe coordinar con el coordinador BIM, antes de las entregas del modelo de información al gestor BIM.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- El plan de ejecución BIM (BEP), logrará agilizar procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial.

2.4.2. Hipótesis específica

- El Plan de Ejecución BIM contribuye a una mejor coordinación entre los equipos de diseño, construcción y gestión de proyectos viales en Pasco, al realizar la colaboración de especialidades y detección de interferencias.
- Los elementos clave que debe contener un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial en Pasco, considerando las características específicas de la región, se determinan según la ISO 19650.
- Las tecnologías y herramientas específicas relacionadas con el BIM que pueden ser implementadas para agilizar la ejecución de proyectos viales en Pasco, considerando su disponibilidad y aplicabilidad en el contexto local, son netamente softwares de apoyo en el proceso de diseño .
- Los principales desafíos en los procesos de diseño de proyectos de infraestructura vial en Pasco, que impactan en la eficiencia y calidad del resultado final, son: la falta de coordinación y detección de interferencias en el proceso de diseño .

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Plan de ejecución BIM

2.5.2. Variable dependiente

Proyectos de infraestructura vial en Pasco.

2.6. Definición operacional de variables

Tabla N° 1: Matriz de operacionalización de variables.

TITULO: Plan de ejecución BIM para optimizar procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial, Pasco – 2023.					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEPENDIENTE</p>	<p>"Plan de Ejecución BIM," se refiere a un enfoque estructurado y metodológico que busca optimizar los procesos de diseño, coordinación en proyectos de construcción mediante la utilización de la metodología Building Information Modeling (BIM). Según Eastman, Teicholz, Sacks y Liston (2011), el BIM es un proceso colaborativo que involucra la generación y gestión de información digital en todo el ciclo de vida de un proyecto. Un Plan de Ejecución BIM se define como un conjunto de directrices y estrategias que regulan la implementación y el uso eficiente de BIM a lo largo de todas las etapas del proyecto (Ruiz, Becerril, & Aranda, 2019).</p>	<p>Los Proyectos de Infraestructura Vial en Pasco son definidos operacionalmente como iniciativas de construcción y mejora de carreteras, puentes, accesos y otros componentes viales ubicados en la región de Pasco, Perú. Estos proyectos se caracterizan por su influencia en la conectividad y el movimiento local. En el análisis se abarcan proyectos en diversas etapas, desde la etapa de planificación hasta la culminación, y que involucran a una diversidad de actores, tales como ingenieros, arquitectos, contratistas y autoridades reguladoras.</p>	<p>- Procesos de Diseño</p>	<p>- Tiempo promedio de diseño de proyectos viales en Pasco. - Número de cambios no planificados en el diseño durante la ejecución. - Porcentaje de proyectos viales en Pasco que exceden el presupuesto inicial.</p>	<p>- Meses - Cantidad - Porcentaje - # de interferencias detectadas</p>

<p>PLAN DE EJECUCIÓN BIM. INDEPENDIENTE</p>	<p>"Proyectos de Infraestructura Vial en Pasco," se refiere a las construcciones viales que involucran carreteras, puentes, vías de acceso y otras infraestructuras relacionadas, ubicadas en la región de Pasco, Perú. Según González, Frühwirth y León (2016), los proyectos de infraestructura vial son esenciales para el desarrollo de la conectividad y movilidad en una región. En este contexto, Pasco se refiere a una región geográfica específica en Perú.</p>	<p>El Plan de Ejecución BIM se describe operativamente como una serie de documentos y directrices específicas que detallan la implementación práctica de la metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de infraestructura vial en Pasco. Estos documentos comprenderán roles y responsabilidades detallados de los participantes, secuencias de acciones BIM para diferentes fases del proyecto, criterios de modelado y coordinación, así como las herramientas tecnológicas seleccionadas para promover la colaboración eficiente y la integración continua de datos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.</p>	<p>Elementos Clave del Plan de Ejecución BIM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integración Efectiva de la Metodología BIM - Implementación de Tecnologías y Herramientas BIM 	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de colaboración - Porcentaje de datos compartidos. - Frecuencia de reuniones de coordinación para revisar y ajustar el Plan de Ejecución BIM. - Utilización de modelos BIM en la toma de decisiones y cambios en tiempo real. - Grado de uso de modelos BIM en la simulación y planificación de actividades. - Porcentaje de efectividad de las herramientas BIM en la reducción de errores y retrabajos. 	<ul style="list-style-type: none"> - LOIN - % de colaboración - Cantidad - Cantidad - # de interferencias detectadas - Tiempo reducido
--	--	---	---	--	--

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Aplicada.

3.2. Nivel de investigación

Descriptivo

3.3. Método de investigación

Cuantitativo

3.4. Diseño de la investigación

No experimental

3.5. Población y muestra

En líneas generales, la población viene a ser todos los proyectos de infraestructura vial en la región Pasco.

Y la muestra en sí, son los proyectos netamente de carreteras. Teniendo en cuenta que los proyectos de puentes, y/o similares fácilmente podrían adaptarse a los BEP's de proyectos de edificaciones, en tal sentido, es conveniente que la investigación se centre en proyectos de carreteras y obras viales.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos

- **Entrevistas Semiestructuradas:**

Se realizarán entrevistas en profundidad con un grupo selecto de profesionales de la industria de la construcción y la ingeniería. Estas entrevistas ofrecerán la oportunidad de explorar minuciosamente sus perspectivas, experiencias y entendimientos en torno a la metodología BIM y la factibilidad de un Plan de Ejecución BIM en proyectos viales. Se emplearán cuestionamientos abiertos para incentivar respuestas significativas y enriquecedoras.

- **Encuestas Electrónicas:**

Se diseñarán encuestas electrónicas rigurosamente estructuradas y validadas. Estas serán distribuidas ampliamente entre los diversos actores involucrados en proyectos viales en Pasco, abarcando ingenieros, arquitectos, administradores de proyectos y representantes gubernamentales. Las encuestas abordarán la profundidad del conocimiento acerca de BIM, las percepciones en relación a su influencia en la ejecución de proyectos viales y la viabilidad de un Plan de Ejecución BIM. Se implementarán escalas de medición para cuantificar las respuestas obtenidas.

- **Triangulación:**

Se empleará la triangulación metodológica combinando datos cualitativos de las entrevistas y datos cuantitativos de las encuestas. Esto permitirá una validación cruzada de los resultados, fortaleciendo la credibilidad y robustez de los hallazgos (Denzin & Lincoln, 2005).

- **Revisión por Pares:**

Los hallazgos y las conclusiones preliminares serán sometidos a revisión por pares. Expertos en el campo evaluarán la coherencia de los resultados y la validez de las interpretaciones, brindando una perspectiva adicional y asegurando la calidad del análisis (Patton, 2015).

3.7. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Para entender un poco sobre las opciones para desarrollar este capítulo, se muestra algunas opciones a las cuales recurriremos para el desarrollo de esta investigación.

3.7.1. Selección de instrumentos de investigación

Teniendo en cuenta que, no existe investigaciones similares o parecidas en esta región, se establece como principal recurso, la selección por investigación bibliográfica, los que luego pasarán a su validación por juicio de expertos para desarrollar esta investigación en función a las necesidades de los proyectos de infraestructura vial. Puesto que las investigaciones sobre BIM en proyectos de infraestructura vial no solo esta deficiente en nuestra región, sino también en todo el país.

3.7.2. Validación de instrumentos de investigación

"La validación por juicio de expertos se refiere al proceso de evaluar la calidad y relevancia de datos, resultados o metodologías de investigación mediante la opinión de individuos con experiencia y conocimientos especializados en un campo particular" (Smith, 2020, p. 45).

"La validación por juicio de expertos implica la evaluación crítica de un instrumento de medición por parte de especialistas en el área relevante con

el fin de garantizar su validez y confiabilidad" (García & Pérez, 2019, p. 112).

3.7.3. Confiabilidad de los instrumentos de investigación

Lee J. Cronbach, un influyente psicólogo y estadístico en el campo de la medición y la psicometría. Es especialmente conocido por su trabajo en la teoría de la consistencia interna y su desarrollo del coeficiente Alfa de Cronbach. Aunque no proporcionó declaraciones específicas sobre la confiabilidad de los instrumentos de investigación, su trabajo se centra en este concepto. Cronbach introdujo el coeficiente Alfa de Cronbach, que se utiliza ampliamente para medir la consistencia interna de un conjunto de ítems en un cuestionario o escala de medición.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Guía de Entrevistas Semiestructuradas:

Se confeccionará una guía de entrevistas exhaustiva, compuesta por una secuencia de preguntas abiertas y puntos de discusión específicos. Estas interrogantes penetrarán en ámbitos como la trayectoria con BIM, los retos experimentados en proyectos viales y las perspectivas sobre cómo un Plan de Ejecución BIM podría optimizar la coordinación y los resultados. La guía se diseñará de manera flexible para permitir la exploración de aspectos emergentes durante el diálogo.

- Cuestionario Electrónico Estructurado:

Se generará un cuestionario electrónico utilizando plataformas de encuestas en línea. Este cuestionario estará compuesto por preguntas cerradas y escalas de evaluación, todas ellas meticulosamente formuladas para valorar la comprensión de BIM, las actitudes hacia la colaboración multidisciplinaria y

la disposición para adoptar un Plan de Ejecución BIM. Se llevará a cabo una validación rigurosa y las preguntas serán adaptadas cuidadosamente al contexto específico de la investigación.

- **Codificación y Categorización de Entrevistas:**

Las entrevistas semiestructuradas serán transcritas y luego codificadas utilizando un enfoque inductivo. Se identificarán temas emergentes y se categorizarán las respuestas para obtener una comprensión profunda de las perspectivas de los participantes (Creswell, 2013).

- **Análisis de Contenido de Encuestas:**

Las respuestas de las encuestas electrónicas serán sometidas a un análisis de contenido. Las respuestas cualitativas serán categorizadas y agrupadas según patrones temáticos. Las respuestas cuantitativas serán tabuladas y analizadas estadísticamente para identificar tendencias y patrones (Hsieh & Shannon, 2005).

3.9. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico de los datos se llevará a cabo con el propósito de obtener insights cuantitativos y respaldar tus hallazgos. Para lograr esto, se aplicarán las siguientes técnicas:

- **Análisis Descriptivo:**

Los datos recopilados de las encuestas serán sometidos a análisis descriptivo, lo que permitirá calcular medidas como promedios, desviaciones estándar y distribuciones de frecuencia. Esto ayudará a obtener una comprensión cuantitativa básica de las respuestas y actitudes de los participantes hacia el Plan de Ejecución BIM (Hair et al., 2019).

- **Pruebas de Significación Estadística:**

Las encuestas se medirán en escalas de Likert o similares realizando pruebas de significación estadística para evaluar si hay diferencias significativas en las respuestas entre diferentes grupos de participantes. Esto se realizará mediante pruebas t como la Prueba t de Student o pruebas no paramétricas como la Prueba U de Mann-Whitney (Field, 2013).

- **Análisis de Regresión:**

Se realizará un análisis de regresión para evaluar si existe una relación significativa entre estas variables. Esto podría proporcionar insights sobre qué factores influyen en la disposición de los profesionales a implementar el BIM (Tabachnick & Fidell, 2013).

- **Comparación de Resultados con Estudios Anteriores:**

Se hará una comparación de resultados con investigaciones anteriores relacionadas con la adopción de BIM en proyectos de infraestructura vial. Esto permitirá contextualizar hallazgos y contribuir al corpus de conocimiento existente en el campo (Li et al., 2019).

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La presente investigación se llevará a cabo adhiriendo a los más altos estándares éticos, en línea con las recomendaciones de expertos en el campo de la investigación y la ética. Los siguientes principios fundamentales guiarán esta investigación para asegurar la integridad y la responsabilidad en cada fase del proceso:

- **Consentimiento Informado:** Antes de su participación en entrevistas o encuestas, los participantes serán provistos con información completa sobre los objetivos, procedimientos y alcance de la investigación. Se requerirá su

consentimiento voluntario e informado, garantizando que comprendan cómo se utilizarán sus respuestas y que su participación es confidencial y voluntaria (Smith, 2003).

- **Confidencialidad:** Toda la información recopilada, incluyendo las respuestas de entrevistas y encuestas, se tratará con confidencialidad absoluta. Los datos se utilizarán solo para fines de investigación y se mantendrá el anonimato de los participantes en todos los informes y resultados (American Psychological Association, 2017).
- **Derechos y Bienestar de los Participantes:** Los derechos y el bienestar de los participantes serán respetados en todo momento. Las preguntas y temas sensibles serán tratados con delicadeza y respeto, asegurando que los participantes se sientan cómodos y seguros durante su involucramiento (Bryman, 2016).
- **Integridad de los Resultados:** Los hallazgos serán presentados de manera honesta y precisa, evitando cualquier alteración o distorsión de los datos. Si se identifican limitaciones o desafíos en la investigación, estos serán revelados transparentemente para proporcionar una imagen completa (Creswell & Creswell, 2017).
- **Citas y Reconocimiento:** Todas las fuentes utilizadas en la investigación serán debidamente citadas y referenciadas, siguiendo las convenciones de estilo apropiadas. Se evitará el plagio y se garantizará el reconocimiento adecuado de las contribuciones de otros autores (Association of College & Research Libraries, 2015).
- **Revisión Ética:** Se seguirán las regulaciones éticas establecidas por la institución y se buscará la aprobación de comités de ética si es necesario. Se

garantizará que la investigación cumpla con los estándares éticos requeridos antes de la recolección de datos (Bryman, 2016).

Esta investigación se compromete a honrar los valores fundamentales de la investigación ética, manteniendo la confidencialidad, el respeto y la responsabilidad en todo momento. Cualquier dilema ético que surja será abordado de manera adecuada y se tomarán medidas para garantizar la integridad de los resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

La ISO 19650, titulada "Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling," establece estándares para la gestión de información en proyectos de construcción, incluyendo el uso de Modelado de Información de Construcción (BIM). La estructura de un Plan de Ejecución BIM según la ISO 19650 debe seguir ciertos principios y pautas. A continuación, se describen los elementos clave que deben incluirse en un BEP según la ISO 19650:

- **Portada:**

Debe incluir el título del BEP.

La identificación del proyecto, incluyendo el nombre y la ubicación.

Información de contacto del equipo de proyecto y los responsables del BEP.

Fecha de emisión y número de revisión.

- **Tabla de contenidos:**

Una lista de todos los apartados y secciones del BEP con números de página correspondientes.

- **Introducción:**

Una breve introducción que describa el propósito y alcance del BEP.

- **Resumen del proyecto:**

Una descripción general del proyecto, incluyendo sus objetivos, alcance y características principales.

- **Organización y responsabilidades:**

Detalles sobre la estructura del equipo del proyecto, incluyendo roles y responsabilidades de cada miembro.

Información sobre el coordinador BIM y otros roles clave relacionados con BIM.

- **Niveles de información:**

Especificación de los niveles de detalle y desarrollo de información que se utilizarán en el proyecto.

- **Estándares y pautas:**

Referencia a los estándares, protocolos y pautas de BIM que se aplicarán en el proyecto, como ISO 19650 y otros estándares locales o específicos del proyecto.

- **Protocolos de intercambio de información:**

Descripción de cómo se compartirá la información en el proyecto, incluyendo formatos de archivo, métodos de transmisión y herramientas de colaboración.

- **Coordinación y colaboración:**
Detalles sobre cómo se llevará a cabo la coordinación y colaboración entre los diversos participantes del proyecto.
- **Flujo de trabajo BIM:**
Descripción de los flujos de trabajo específicos de BIM que se utilizarán en el proyecto.
- **Planificación de BIM:**
Información sobre la planificación de BIM a lo largo de las fases del proyecto, incluyendo hitos y entregables BIM.
- **Calidad y control:**
Procedimientos de control de calidad y revisiones de BIM que se implementarán en el proyecto.
- **Seguridad de la información:**
Medidas de seguridad de la información para proteger datos y modelos BIM.
- **Entrega y presentación de información:**
Cómo se entregarán y presentarán los modelos e información BIM al cliente y otros interesados.
- **Requisitos de formación y competencia:**
Detalles sobre la formación y competencia requeridas para el personal del proyecto en relación con BIM.
- **Documentación adicional:**
Cualquier otra documentación relevante relacionada con el proyecto que se adjunte al BEP.

- **Anexos:**

Información adicional que sea necesaria para respaldar los contenidos del BEP.

Es importante destacar que la estructura y el contenido del BEP pueden variar según el proyecto y las necesidades específicas de los participantes, en este caso le daremos una estructura enfocada a proyectos de infraestructura vial. La ISO 19650 proporciona una guía general, pero la adaptación a las circunstancias particulares del proyecto es esencial para un uso efectivo de la metodología BIM.

Concerniente a los profesionales que deben participar como mínimo para la ejecución de la metodología BIM, serán incluidos de acuerdo a los que menciona la “Guía nacional BIM, V.-2023”; el que menciona que se debe contar con los siguientes profesionales mínimamente:

- Coordinador BIM
- Modelador BIM
- Lider BIM
- Gestor BIM
- Supervisor BIM

Ahora, para los estudios básicos en proyectos de infraestructura vial nos ceñimos a lo que estipula el “Manual de diseño geométrico de carreteras - 2018” del MTC en la sección 201; en que se considera lo siguiente.

Tabla N° 2: Estudios de ingeniería básica según DG-2018 / MTC.

INGENIERÍA BÁSICA	1	GEODESIA Y TOPOGRAFÍA
	2	HIDROLOGÍA, HIDRAULICA Y DRENAJE
	3	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
	4	ESTUDIOS AMBIENTALES
	5	ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL

Fuente: Adaptado del “Manual de diseño geométrico de carreteras 2018”.

A día de hoy, resulta indispensable considerar la fotogrametría como uno de los estudios básicos, puesto que en muchos proyectos se opta por desarrollar este estudio.

Además, de acuerdo a lo establecido por el Reglamento Nacional de Gestión de infraestructura vial, aprobado por decreto supremo N° 034-2008-MTC y sus modificatorias, los estudios definitivos de infraestructura vial, contienen como mínimo lo siguiente.

Tabla N° 3: Contenido mínimo de los estudios definitivos para carreteras.

Capítulo I	Resumen ejecutivo
Capítulo II	Memoria descriptiva
Capítulo III	Metrados
Capítulo IV	Análisis de precios unitarios
Capítulo V	Presupuesto
Capítulo VI	Fórmulas polinómicas (según corresponda)
Capítulo VII	Cronogramas
Capítulo VIII	Especificaciones técnicas
Capítulo IX	Estudios de ingeniería básica
	Tráfico
	Topografía y/o fotogrametría
	Suelos, canteras y fuentes de agua
	Hidrología e hidráulica
	Geología y geotecnia (incluye estabilidad de taludes)
	Seguridad vial
Capítulo X	Diseños
	Geométricos
	Pavimentos
	Estructuras
	Drenaje
	Seguridad vial y señalización
Capítulo XI	Plan de mantenimiento
Capítulo XII	Estudios socio ambientales
Capítulo XIII	Planos

Fuente: Adaptado del "Manual de diseño geométrico de carreteras 2018".

Entendiendo que los profesionales a cargo de cada estudio y/o diseño tienen que tener la experiencia suficiente para garantizar la calidad y precisión. En ese sentido los profesionales y experiencia que se recomienda son los siguientes.

Tabla N° 4: Profesionales y experiencias según estudios y diseños.

Estudios de ingeniería básica	Profesional	Especialidad	Experiencia
Tráfico	Ing. civil	Ing. vial	01 año
Topografía y/o fotogrametría	Ing. Civil y/o topógrafo	Topografía y/o fotogrametría	02 años
Canteras y fuentes de agua	Ing. Civil, geólogo y/o hidráulico.	Geología e hidráulica.	01 año
Hidrología e hidráulica	Ing. Civil, hidráulico y/o ambiental.	Hidrología e hidráulica	01 año
Suelos, geología y geotecnia	Ing. Civil o geólogo.	Geología y geotecnia	02 años
Seguridad vial	Ing. civil	Seguridad vial	01 años
Diseños			
Geométricos	Ing. civil	Diseño de carreteras	02 años
Pavimentos	Ing. civil	Diseño de Pavimentos	02 años
Estructuras	Ing. civil	Ing. estructural	01 años
Drenaje	Ing. Civil o hidráulico.	Drenaje vial	01 años
Seguridad y señalización vial	Ing. civil	Ing. vial	01 años

Fuente: Adaptado del “Manual de diseño geométrico de carreteras 2018”.

Para complementar todo lo revisado, y sin dejar de ser un parte fundamental para esta investigación, se usó como recurso las encuestas realizadas a profesionales y expertos en la materia, para poder triangular los datos y teorías necesarias para estructurar el BEP.

En el siguiente apartado se presenta el “Plan de Ejecución BIM”, conforme a los objetivos investigados.

Uno de los puntos iniciales para la esquematización del BEP, es la codificación del proyecto, este código es diferente al código SNIP, pero debe tener el menor número de letras posibles, para facilitar su comprensión.

Ilustración N° 1: Ejemplo de código de proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Para las dos primeras letras de la codificación del proyecto se puede usar las iniciales de “Obras viales” (OV-) o “Infraestructura vial” (IV-); y para la tercera letra, que está representada por la “X” en la tabla número 5, se puede usar las iniciales del tipo de proyecto a ejecutar, pudiendo ser, “Mantenimiento” (-M), “Mejoramiento” (-Me), “Construcción” (-C), entre otros; un proyecto como el “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CARHUAMAYO – PAUCARTAMBO – EL MILAGRO – LLAUPI – OXAPAMPA (TRAMO VI 45+380 – 78+345)-PRIMERA ETAPA, con código único de inversiones: 2029683”, quedaría codificado por “OV-MCCPMLO-I”; lo que se podría reducir a “OV-MCCO-I”, ya que a continuación se tendrá que consignar las iniciales de cada especialidad.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, PASCO -2023.

1. INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Ejecución BIM está desarrollado exclusivamente para proyectos de infraestructura vial, y describe estrategias, el alcances, objetivos y principios que deben cumplir todas las partes involucradas en el desarrollo, redacción y seguimiento del proyecto, como una parte integral del desarrollo del mismo.

Sus principales metas son las siguientes:

- Identificar y definir los requisitos técnicos mínimos que permitan una adecuada supervisión, control, gestión y coordinación del proyecto por parte del promotor.

- Establecer un sistema ágil y rastreable de Control de Coordinación y Comunicación (CCC) que sea interoperable, con el fin de minimizar los errores resultantes de la falta de comunicación y coordinación.
- Delimitar el alcance, los objetivos y las metas del proyecto, tanto en términos de modelado como de colaboración.
- Especificar las responsabilidades de cada uno de los agentes, así como las etapas del proyecto.
- Identificar las necesidades y recursos logísticos, técnicos y humanos.
- Detallar el plan de trabajo y ejecución a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, incluyendo los hitos y la estrategia de entregables del modelo de información del proyecto, en términos de formato, ubicación, periodicidad y niveles de acceso.

Una vez que el proyecto ha sido adjudicado, todos los involucrados en su desarrollo deberán colaborar para acordar el Plan de Ejecución BIM (BEP). Este plan puede ser modificado y adaptado a las necesidades específicas del proyecto, incluso durante su progreso, tanto en la fase de diseño como en la de ejecución. Cualquier modificación se llevará a cabo mediante acuerdo y consenso entre las partes involucradas.

2. MARCO NORMATIVO

Marco normativo internacional:

- ISO 19650 (SERIE 1, 2, 3, 4 Y 5)
- E-AB-BIM España
- BS 1192 UK
- PAS 1192 UK
- NBIMS EE.UU.

- USACE BIM Standard EE.UU.
- AEC BIM Framework Australia
- Canadian BIM Council

Marco normativo local:

- Guía nacional BIM, versión 2023. Resolución Directoral N° 0003-2023-EF/63.01
- NTP ISO 19650-1-2021
- NTP ISO 19650-1-2021
- Decreto Supremo 181-2018-EF
- Norma técnica de introducción BIM. Resolución Directoral N° 0002-2021-EF/63.01
- Lineamientos para la adopción progresiva de BIM en las fases del Ciclo de Inversión. Resolución Directoral N.° 0007-2022-EF/63.01
- Directiva para la selección, desarrollo y acompañamiento de proyectos piloto utilizando BIM. Resolución Directoral N.° 0001-2022-EF/63.01
- Anexos de la Guía Nacional BIM.

3. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Tabla N° 5: Información y datos del proyecto.

NOMBRE DEL PROYECTO:	XXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX
CÓDIGO DE PROYECTO:	“OV-X” “IV-X”
TIPO INFRAESTRUCTURA:	XXXXXXXXXXXX XXXXXX XXX
CÓDIGO SNIP:	#####
UBICACIÓN:	PASCO -----
	REGIÓN PROVINCIA DISTRITO LUGAR
CONTRATISTA:	XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX
PLAZO DE EJECUCIÓN:	#### MESES
MONTO CONTRACTUAL:	S/. ### ###.00 con 00/100 SOLES
ENTIDAD:	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
MODALIDAD DE CONTRATO:	CONTRATO A SUMA ALZADA

Fuente: Elaboración propia.

4. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y SIMBOLOS

En este apartado se debe consignar todos los términos, definiciones y símbolos más representativos para el BEP, en este caso se obviará para evitar duplicidad con la sección inicial de esta investigación.

5. OBJETIVOS DEL BEP

El objetivo fundamental de este documento reside en mejorar la gestión del proyecto de infraestructura vial a ejecutar, teniendo en cuenta los lineamientos que estipula la guía nacional BIM del “Plan de BIM Perú – V.2023”; sin dejar de lado los parámetros y consideraciones que brinda la serie de normas ISO 19650. Con ello, lograr la agilización de procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial.

Dentro de lo mencionado, se puede definir como objetivos a la parametrización para la gestión de la información, determinación de esquemas para control de costos y tiempos en la ejecución del proyecto. Los cuales proporcionan protocolos, especificaciones, esquemas, lineamientos, para la ejecución del proyecto en función a la estandarización de aplicación BIM.

Con todo ello, se pretende mejorar la gestión del proyecto, optimizando la gestión de la información, agudizando el control de tiempos, y un adecuado control de costos; los que serán parte importante para la reducción de incidencias que se presentan en proyectos ejecutados con la metodología convencional.

En un ámbito más específico de la de la metodología, se organizan los objetivos según las fases en las siguientes tablas:

Tabla N° 6: *Objetivos BIM y sus potenciales usos.*

PRIORIDAD (1/2/3)	DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS	POTENCIALES USOS BIM
1 - Comunicación		
1	Utilizar el modelo como fuente principal de información para la toma de decisiones.	Modelado de las condiciones existentes / Estimación de coste / Planificación 4D / Revisión de diseño / Autoría de diseño / Coordinación 3D / Modelo de registro
1	Establecer un entorno de trabajo colaborativo que agilice la comunicación entre los equipos.	
1	Generar y mantener un modelo accesible a todos los agentes implicados, incluyendo al personal no especializado en BIM.	
2 – Gestión de la información		
1	Implementar un sistema de identificación de elementos común que permita gestionar la información de un modo eficaz.	Modelado de las condiciones existentes / Planificación 4D / Revisión de diseño / Autoría de diseño / Coordinación 3D / Modelo de registro / Planificación de mantenimiento / Gestión de espacios
1	Estructurar la información del modelo de manera que se posibilite la gestión del proyecto fuera del software de modelado.	
2	Utilizar el modelo para realizar estudios de optimización de áreas y espacios en el programa funcional del edificio.	
1	Identificar la información de proyecto que no se obtiene del modelo y establecer un método de control para evitar duplicidades.	
1	Generar documentación gráfica (planos) utilizando como base de datos principal el modelo; a excepción de detalles constructivos.	
3 – Diseño (3D) y coordinación		
1	Realizar tomas de datos que permitan obtener un modelo digital del estado actual con precisión milimétrica (escaneado láser)	Modelado de las condiciones existentes / Estimación de coste / Planificación 4D / Revisión de diseño / Autoría de diseño / Análisis estructural / Análisis instalaciones / Coordinación 3D / Gestión de espacios
1	Generar una única base de datos de proyecto cuya representación gráfica sea un modelo tridimensional.	
1	Establecer un sistema de control de interferencias para alcanzar una coordinación espacial de proyecto óptima previa a su ejecución.	
1	Generar y mantener un modelo federado que sirva como punto común de revisión y comunicación entre los diferentes equipos del proyecto.	
2	Generar infografías enfocadas a la explotación comercial del edificio y su proceso constructivo.	
1	Utilizar el modelo tridimensional para llevar a cabo revisiones de diseño que agilicen el trabajo de todas las partes implicadas.	
1	Utilizar el modelo tridimensional como base para software de cálculo de estructura e instalaciones.	
1	Implementar en el modelo los requisitos de diseño de certificaciones medioambientales.	
4 - Planificación y gestión de la ejecución		

1	Analizar las posibles soluciones constructivas, presentar propuestas que las optimicen y facilitar su comprensión al equipo de obra.	Planificación 4D / Coordinación 3D / Modelo de registro
1	Comunicar la previsión de los trabajos de ejecución, de forma periódica, durante la fase de obra.	
1	Actualizar el modelo llevando a cabo un registro preciso de la obra ejecutada.	
5 - Medición y coste		
1	Disponer de un modelo ordenado que posibilite la extracción de determinadas mediciones en caso de ser necesario.	Modelado de las condiciones existentes / Estimación de coste / Planificación 4D
6 - Análisis y optimización de sistemas		
2	Creación de espacios tridimensionales durante la fase de diseño que posibilite la ejecución de análisis con herramientas especializadas.	Modelado de las condiciones existentes / Planificación 4D / Revisión de diseño
7 - Cierre, operación y mantenimiento		
1	Generar y entregar a la propiedad un modelo de registro de obra ejecutada en el momento de finalizar los trabajos de ejecución.	Modelado de las condiciones existentes / Planificación 4D / Modelo de registro / Planificación de mantenimiento
1	Disponer de un modelo ordenado y codificado en base a un estándar de Operación y Mantenimiento útil para el cliente.	/ Gestión de activos / Gestión de espacios

Fuente: Elaboración propia.

6. ROLES Y RESPONSABILIDADES BIM

De acuerdo con la guía nacional BIM, versión 2023, son las funciones que asumirá una o más personas durante la fase de aplicación de la metodología BIM en el proyecto,

En función al tipo de infraestructura vial que se ejecutará, se asignan roles BIM para que los profesionales asuman responsabilidades en la gestión del proyecto.

Tabla N° 7: Funciones de los profesionales en cada rol.

ROLES BIM EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL						
COORDINADOR BIM	MODELADOR BIM	LIDER BIM	GESTOR BIM	SUPERVISOR BIM	FUNCIONES	
1	X	—	X	X	—	Comprobar la disponibilidad de la información de referencia y de los recursos compartidos. (5.6.1 NTP-ISO 19650-2:2021)
2	—	X	—	—	—	Producir información. (5.6.2 NTP-ISO 19650-2:2021)
3	X	—	X	X	X	Realizar un control de calidad. (5.6.3 NTP-ISO 19650-2:2021)
4	X	—	X	X	—	Revisar y aprobar el intercambio de información. (5.6.4 NTP-ISO 19650-2:2021)
5	—	—	—	X	X	Revisar el modelo de información. (5.6.5 NTP-ISO 19650-2:2021)
6	X	—	—	X	—	Presentar a la parte designada principal el modelo de información para su autorización. (5.7.1 NTP-ISO 19650 - 2:2021)
7	—	—	X	X	X	Revisar y aceptar el modelo de información. (5.7.2 NTP ISO 19650 - 2:2021)
8	X	—	—	X	—	Presentar a la parte que designa el modelo de información para su aceptación. (5.7.3 NTP-ISO 19650 - 2:2021)
9	—	—	X	X	X	Revisar y autorizar el modelo de información. (5.7.4 NTP ISO 19650 - 2:2021)

Fuente: Adaptado de la “Guía nacional BIM”.

Para obtener un desempeño óptimo de los profesionales en los roles asignados en el proyecto, es necesario que cumplan estándares de experiencia, los cuales se asigna de la siguiente manera:

Tabla N° 8: Requisitos de formación y competencias BIM (profesionales).

ROL BIM	PROFESIONAL	EXPERIENCIA
Supervisor BIM	Ingeniero civil	Supervisor de proyectos (01 año) Director de proyecto (02 años)
Líder BIM	Ingeniero civil	Director de proyecto (02 años)
Gestor BIM	Ingeniero civil	Director de proyecto (01 año) Coordinador de proyecto (02 años)
Coordinador BIM	Ingeniero civil	Coordinador de proyecto (01 año) Modelador BIM (03 años)
Modelador BIM-TOP Especialidad topografía y/o fotogrametría.	Ingeniero civil y/o topógrafo	Modelador BIM (01 año – superficies y topografía o fotogrametría)
Modelador BIM-OL Especialidad obras lineales	Ingeniero civil y/o carretero	Modelador BIM (01 año - obras lineales)
Modelador BIM-E Especialidad estructuras	Ingeniero civil y/o estructural	Modelador BIM (01 año - estructuras)
Modelador BIM-SGG Especialidad suelos geología y geotecnia	Ingeniero civil y/o geólogo	Modelador BIM (01 año – suelos geología y geotecnia)
Modelador BIM-DOA Especialidad drenaje y obras de arte	Ingeniero civil y/o estructural	Modelador BIM (01 año - obras lineales)
Modelador BIM-SSV Especialidad seguridad y señalización vial	Ingeniero civil y/o de seguridad	Modelador BIM (01 año - obras lineales)
Gestor Ambiental BIM Especialidad impacto ambiental y social	Ingeniero civil y/o ambiental	Coordinador de proyecto (01 año – Estudios de impacto ambiental, PACRI, EIA, y similares)

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se puede garantizar la calidad de los trabajos asignados a cada profesional, puesto que son respaldados por la experiencia que han venido desarrollando, es de vital importancia considerar como mínimo estos valores para las experiencias, ya que según las sugerencias de los profesionales expertos en la materia consultados para la elaboración de este BEP se ha realizado un promedio para obtener resultados que garanticen una mayor calidad sin entrar al ámbito del direccionamiento de proyectos para profesionales que ya vengán laborando en proyectos de infraestructura vial duran un largo periodo.

Sin mayor problema se puede asignar responsabilidades a cada rol BIM.

7. RESPONSABILIDADES ASIGNADAS A CADA ROL

Tabla N° 9: Responsabilidades asignadas.

ROL	RESPONSABILIDADES
Supervisor / Lider BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Define los objetivos y necesidades. - Desarrolla la estrategia BIM a seguir por todo el equipo para satisfacer los objetivos. - Evalúa la calidad de los pre-BEPs desarrollados y su adecuación a los requerimientos. - Colabora en el desarrollo del BEP y aprueba su redacción. - Determina la estructura de la información y periodicidad de entrega en la plataforma. - Aprueba la necesidad de actualización del BEP. - Vela por la consecución de objetivos BIM del cliente. - Evalúa y aprueba la calidad de la información BIM entregada por los equipos.
Coordinador BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Redacta el BEP y vela por su cumplimiento. - Actualiza el BEP y determina, junto con el BIM Director, la fecha de publicación de una nueva revisión. - Gestiona la plataforma de Trabajo Colaborativo en caso de utilizarse este tipo de plataforma. - Analiza la coordinación de disciplinas sobre el modelo y comunica su estado.
Gestor BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Gestiona el registro de cambios sobre el modelo efectuado por los diferentes equipos. - Asegura la trazabilidad de la información a lo largo de todas las fases del proyecto. - Establece un criterio de revisión de los modelos en base a lo establecido en el BEP. - Audita el modelo de acuerdo a los métodos de control establecidos en el BEP. - Asegura que las entregas de información BIM se ejecutan en los plazos indicados, en calidad y forma requerida. - Asegura el archivo de información BIM (copias de seguridad) o designa a la persona encargada de la tarea.
Coordinador BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Colabora en el desarrollo del BEP y propone, si se da el caso, soluciones de optimización a procesos conflictivos para incorporar en las revisiones del documento. - Gestiona y garantiza el cumplimiento del BEP por parte de su equipo. - Lidera la revisión de los modelos de su responsabilidad en las reuniones de coordinación. - Establece y gestiona los canales necesarios para facilitar la comunicación de la información de sus modelos con el cliente. - Gestiona la información de su equipo en la plataforma de Trabajo Colaborativo. - Integra su información en el modelo federado según indicaciones del BIM Manager. - Se responsabiliza de la subida de información a la plataforma determinada en el proyecto. - Lleva a cabo un registro de cambios relacionados con su disciplina. - Establece los criterios de trabajo de su equipo, siempre con la base del BEP de proyecto de fondo. - Asegura que las entregas de información BIM se ejecutan en los plazos indicados, en calidad y forma requerida.

Coordinador BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Conoce las propuestas técnicas de su equipo. - Garantiza la coordinación de las diferentes disciplinas de su contrato. - Analiza los conflictos de coordinación detectados y los califica en función de la gravedad de los mismos. - Realiza propuestas técnicas que aporten soluciones factibles a los conflictos detectados. - Garantiza la calidad técnica del modelo BIM y de la información generada a partir del mismo.
Modelador BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrolla el modelo BIM en base a los estándares marcados por su BIM Manager y recogidos en el BEP. - Atiende a las necesidades del BIM Coordinador de su equipo para darle soporte en la generación de informes. - Genera y maqueta los planos de proyecto. - Codifica la información de acuerdo a lo establecido en el BEP. - Exporta la información necesaria en el formato requerido.

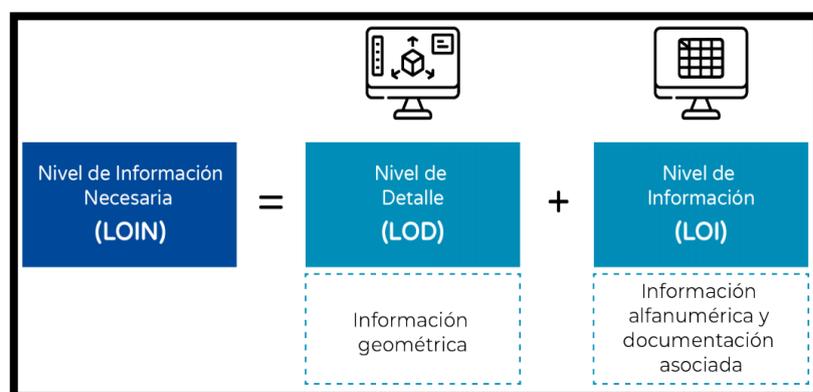
Fuente: elaboración propia.

Es importante comprender que, dentro de cada rol BIM se desarrollan las especialidades más concretas, siendo el caso de modeladores BIM, dentro del cual se integran los profesionales de cada rama en específico, ya que no puede ser desarrollado por un solo profesional puesto que cada especialidad requiere de una experiencia mínima para garantizar la calidad de los modelos, o en su defecto, la calidad de los estudio y proyecto en general.

8. NIVELES DE INFORMACIÓN (LOIN)

Según la guía nacional BIM, versión 2023: los niveles de información necesario son dos: Nivel de detalle y Nivel de información, ambos se usan según la necesidad en cada especialidad del proyecto.

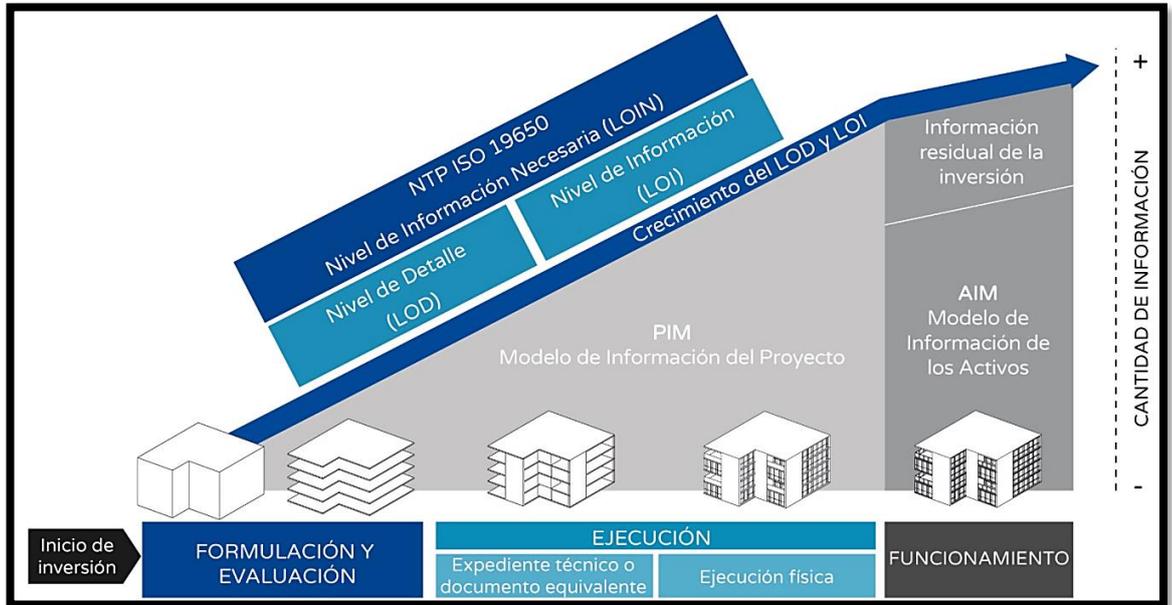
Gráfica N° 1: Niveles de información necesaria.



Fuente: Guía nacional BIM Perú, V.2023.

Ambos niveles de información se adaptan progresivamente de acuerdo a la evolución y necesidades de cada proyecto, según como explica la guía nacional BIM Perú V.2023. tal y como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica N° 2: Progresividad del LOIN en los proyectos.



Fuente: Guía nacional BIM Perú, V.2023.

Teniendo claro esos conceptos, y siguiendo con las pautas que otorga la Guía nacional BIM Perú, V.2023; es necesario completar esta sección con el anexo A, que en este caso es la “Matriz para la definición del nivel de información necesaria”, sin embargo, tendremos que basarnos exclusivamente a todo lo que se estipula en el instructivo de este anexo, hecho ello, se cumpliría con un correcto desarrollo de la metodología BIM.

En el instructivo del Anexo A, básicamente se estipula las consideraciones a seguir para la definición del LOIN, tales como las métricas, el quién, en que documento y el proceso a realizar; además de una descripción de usos y aplicabilidad de esta matriz, así como su ámbito de aplicación una vez sea definida la matriz completa. De esta manera se completa esta sección que es

de vital importancia para efectuar trabajos como el modelado de la información y colaboración en si dentro del entorno común de datos.

Tabla N° 10: Anexo A (Nivel de detalle).

MATRIZ DE NIVEL DE DETALLE (LOD)					
Nivel de detalle	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
Referencia	Elementos representados de forma Conceptual	Elementos representados de forma generica	Elementos representados de forma definida	Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos verificados (As-built)
DESCRIPCIÓN	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como una volumetría, masa o elemento, de forma esquemática para estimar áreas, volumen, costo, orientación entre otros.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de las dimensiones 0D (punto de ubicación), 1D (Línea o curva), 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación Ubicación y orientación aproximados</p> <p>*Apariencia Puede considerar transparencia, colores en la superficie para representar los tipos de elementos.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: No requiere ingresar información paramétrica.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen muy altas probabilidades de cambiar al avanzar el diseño.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de tamaño y forma genérica. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y el diámetro. No presenta detalles o elementos adicionales.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de las dimensiones 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación Ubicación referencial, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georeferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia: Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera parcial</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen altas probabilidades de cambiar al aumentar el nivel de detalle.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelado como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño y forma definida. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y diámetro del elemento y otras formas geométricas que componen el diseño, como ocapa de acabados en muro y el perfil H de una vigas metálica.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georeferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen pocas probabilidades de cambiar en las siguientes etapas del proyecto.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño, forma detallada. Suficiente para medir de forma precisa. Incluye elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje, como piezas, anclajes, soportes y conexiones.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georeferenciadas, del proyecto, entre otros) o relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p>	<p>Los elementos BIM representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad, orientación y cualquier otra información relevante, del proyecto terminado.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la desarrollado en la dimensión 3D (modelo).</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM reflejan el estado actual (deligna del proyecto terminado).</p>

Fuente: Guía nacional BIM Perú, V.2023.

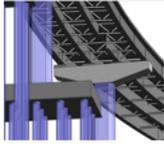
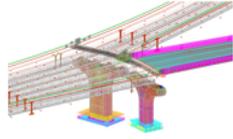
Tabla N° 11: Anexo A (Nivel de información).

MATRIZ DEL NIVEL DE INFORMACIÓN (LOI)					
Nivel de información	LOI 1	LOI 2	LOI 3	LOI 4	LOI 5
Referencia	Suficiente información para la identificación y la prefactibilidad	Suficiente información para la investigación y la factibilidad	Suficiente información para el diseño	Suficiente información para la construcción	Suficiente información para la gestión de activos
DESCRIPCIÓN	<p>*Identificación de los elementos: Identificación referencial, como el nombre.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contiene información que describe el tipo, características y condiciones espaciales que deberá considerar el diseño.</p> <p>Nota: Describe la intención del diseño y no contiene parámetros con valores técnicos.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación general, como el nombre, tipo y categoría.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información general de las propiedades técnicas, que puedan ser basados de normas o estándares de diseño relacionados.</p> <p>Nota: Indica las propiedades generales que cumplen con los requisitos de diseño.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, como el nombre, tipo y categorización, códigos o sistema de clasificación nacional o internacional.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información detallada y valores estimados de las propiedades técnicas.</p> <p>Puede utilizar metadatos, atributos y parámetros para procesar información específica como costos, rendimiento energético, análisis estructural, condiciones medioambientales, entre otros.</p> <p>Nota: Indica especificaciones técnicas que cumplen con las propiedades generales del elemento.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, indicando marca y modelo del proveedor.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información definida para la compra de los activos del proyecto.</p> <p>Puede utilizar metadatos, atributos y parámetros para procesar información específica en obra, como costos, datos para la fabricación, control de seguridad y salud, entre otros.</p> <p>Nota: Indica especificaciones técnicas que ofrece el proveedor, los cuales cumple con las propiedades generales del elemento.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, indicando el código del activo y utilizar formatos de intercambio de información (Open BIM) según requiera el sistema de gestión de activos.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos contienen información específica del activo que requiere mantenimiento. Asimismo, se asocia documentos relevantes para la gestión de activos como manuales de mantenimiento, funcionamiento, especificaciones técnicas o información requerida por los Requisitos de Información de los Activos (AIR).</p> <p>Nota: Las propiedades específicas que deben transferirse a una base</p>
DOCUMENTOS DE APOYO					
<p>Tipos de documentos: Los documentos de apoyo proporcionan información relevante de los sistemas y/o elementos que puedan ser asociados en los distintos Niveles de información según los requisitos de información de la inversión. como por ejemplo: fotografías, imágenes, bocetos dibujados, esquemas gráficos, informes, especificaciones técnicas, manual de la instalación, manual de operaciones y mantenimiento, entre otros.</p> <p>Formas para asociar los documentos al modelo de información: *Los documentos son insertados dentro del contenedor de información. *Los documentos son vinculados en los elementos dentro del contenedores de información a través de enlaces URL. *Los documentos son anexados al contenedor de información y referencia a los elementos BIM a través de códigos o nombres para identificarlos.</p>					

Fuente: Guía nacional BIM Perú, V.2023.

Para el caso de los niveles de detalle en proyectos de infraestructura vial, es necesario seguir la siguiente estructura, ya que los parámetros serán específicos en este tipo de proyectos.

Tabla N° 12: LOD en proyectos de infraestructura vial.

LOD EN INFRAESTRUCTURA: VIADUCTOS / PUENTES					
Nivel de	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
Referencia	Elementos representados de forma Conceptual	Elementos representados de forma generica	Elementos representados de forma definida	Elementos Representados de forma detallada (fabricación e	Representación de elementos
DESCRIPCIÓN	Modelado del entorno en base a las curvas de nivel y modelado esquemático de los elementos BIM. Se considera la ubicación en base a coordenadas.	El modelo contiene la geométrica aproximada de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión aproximada. Los acabados son representados por colores. se podrán representar con texturas, en caso los requisitos de la inversión lo soliciten.	El modelo contiene la geométrica definida de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión precisa. Asimismo, se modelan las disciplinas involucradas. Se consideran elementos de refuerzo estructural como varillas metálicas, estribos, entre otros, para realizar simulaciones y análisis relevantes. Los acabados son representados por materiales con texturas.	El modelo contiene la geométrica detallada de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión precisa. incluyendo uniones y conexiones metálicas. Los acabados son representados por materiales con texturas.	El modelo contiene elementos BIM que representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación del proyecto terminado.
Imagen de referencia					*MODELO AS-BUILT

Fuente: Guía nacional BIM Perú, V.2023.

Ya definidos los niveles de información necesarios para proyectos de infraestructura vial, se puede iniciar con el modelamiento según las fases del proyecto a ejecutar. Cabe resaltar que esta sección se desarrolla basándose en el anexo A de la “Guía nacional BIM, V-2023”, precisamente siguiendo lo establecido en el instructivo de este anexo.

9. PROTOCOLOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

De acuerdo con los fundamentos de la metodología BIM nos ayudaremos con softwares para esquematizar el intercambio de información, conociendo que, a día de hoy, no se cuenta con softwares que nos permitan trabajar un proyecto de infraestructura vial colaborando entre todas las especialidades en tiempo real, por lo que será necesario usar una nube de datos (entorno de datos compartidos) en donde se podrá acceder a toda información que se viene desarrollando. En los formatos que se estipula dentro de la sección de coordinación y colaboración de datos. Cabe resaltar que estos formatos deben

ser de uso múltiple, para que los profesionales que usen otros software no tengan problemas con acceder a la información.

Ilustración N° 2: Algunos software's para colaboración y entorno común de datos.

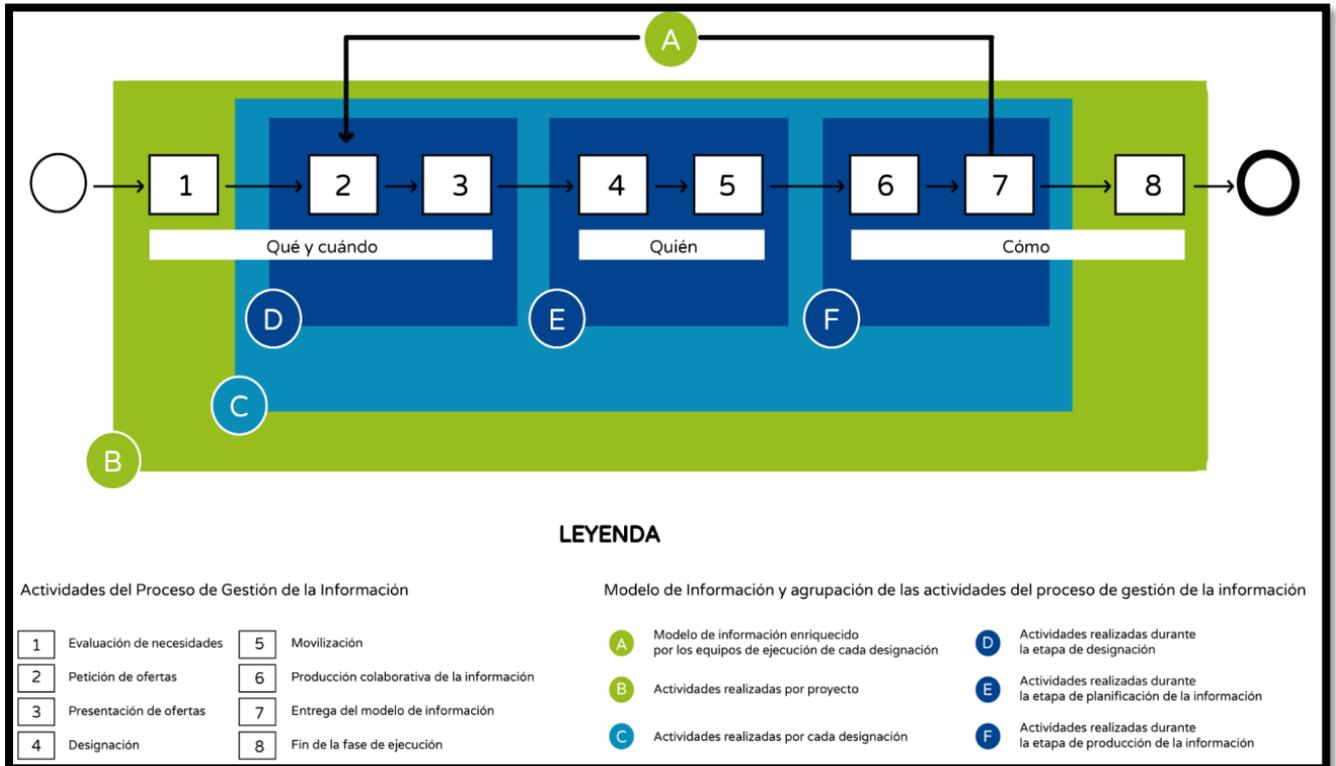


Fuente: Guía nacional BIM Perú, V.2023.

Claro que, la gama de softwares es más amplia, pero considerando el medio local, es recomendable usar alguno de estos softwares, siendo específicos, se recomienda usar “Dropbox y trimble connect”. Pero tratandose de proyectos de mayor envergadura es recomendable usar los servicios de Autodesk, ya que es el más completo en el mercado.

Entrando a los protocolos más específicos que permitirán una colaboración eficaz de los datos, se debe considerar lo siguiente.

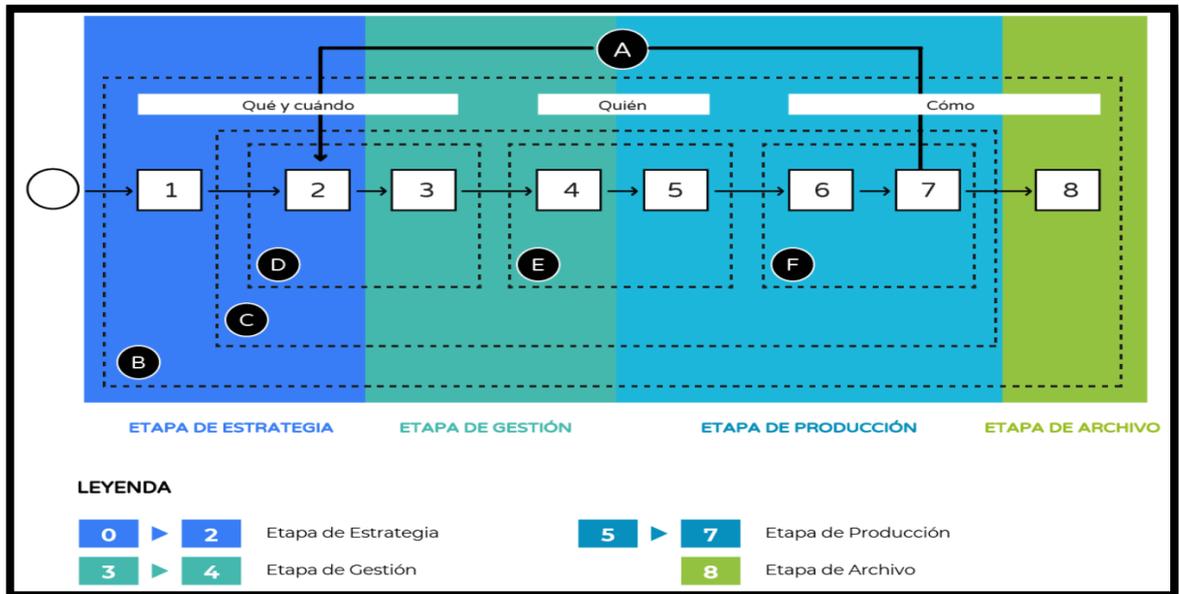
Gráfica N° 3: Proceso de Gestión de la Información BIM, según la NTP ISO 19650-2:2021.



Fuente: Guía nacional BIM Perú, V.2023.

Del mismo, las etapas organizacionales deben cumplir ciertos roles en función a las responsabilidades asignadas, las que se describen en la siguiente gráfica.

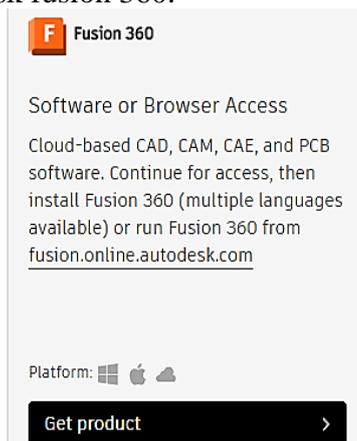
Gráfica N° 4: Relación entre las etapas organizacionales y el proceso de Gestión de la Información BIM durante el diseño, construcción y puesta en servicio de los activos



Fuente: Guía nacional BIM Perú, V.2023.

Completado y teniendo en claro los protocolos a seguir, se puede realizar la coordinación y colaboración de manera eficaz. Para el caso de las visualizaciones en el entorno común de datos se usará la plataforma virtual de la empresa Autodesk, Fusion360; en la que se podrá compartir visualizaciones en tiempo real y se podrá hacer las revisiones y verificación de avances. Esta plataforma admite todos los formatos BIM, lo que facilitará la carga de archivos. Además, se puede acceder a una licencia libre solo con una membresía educacional en la empresa Autodesk.

Ilustración N° 3: Autodesk fusion 360.



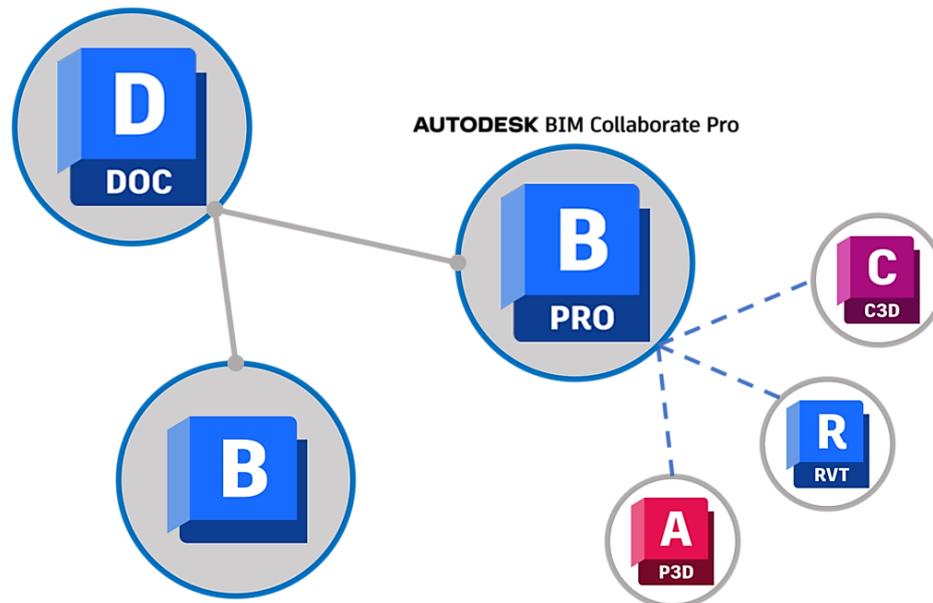
Fuente: Web de la empresa Autodesk.

En líneas generales, se recomienda utilizar todos los softwares de la empresa Autodesk, para facilitar la colaboración y crear un entorno común de datos más amigables con todos los profesionales.

10. COORDINACIÓN Y COLABORACIÓN

La coordinación y colaboración dentro de la metodología BIM, no es nada más que el intercambio de datos en tiempo real. El entorno común de datos debe contener todas las carpetas según las áreas y especialidades a desarrollar. Dentro de las cuales se debe encontrar todos los archivos en los formatos requeridos para permitir su visualización, revisión y actualización. Los formatos de cada archivo pueden variar según la plataforma que se use para el entorno común de datos, por lo que es importante definir una plataforma que sea de fácil acceso. En este caso recomendamos utilizar la plataforma “Dropbox” donde no solo se podrá compartir archivos de los softwares de modelamiento y coordinación, sino también todos los documentos descriptivos del proyecto, los cuales deben estar en formato editable para facilitar las correcciones y levantamiento de observaciones.

Ilustración N° 4: Estructura para el ECD en proyectos de infraestructura vial usando Autodesk Docs y BIM Collaborate Pro.

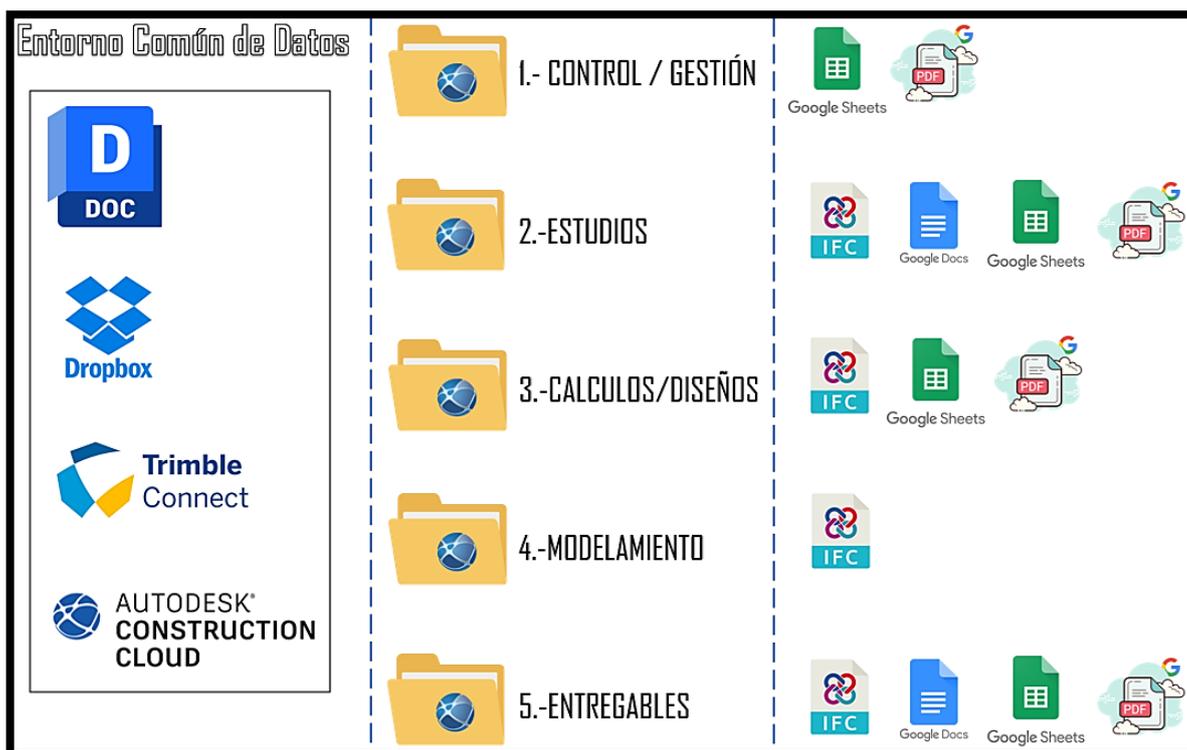


Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración anterior se puede ver el entorno ECD para compartir archivos en formatos originales, tales como, civil 3d, Revit y autocad; adicionalmente se puede compartir archivos como excel, documento, pdfs, presentaciones, entre otros. En este caso se utiliza la plataforma de Autodesk Docs., pero de igual manera funciona en cualquier plataforma.

De ese modo y asegurando una colaboración efectiva se plantea la siguiente estructura de carpetas a incluir dentro del ECD.

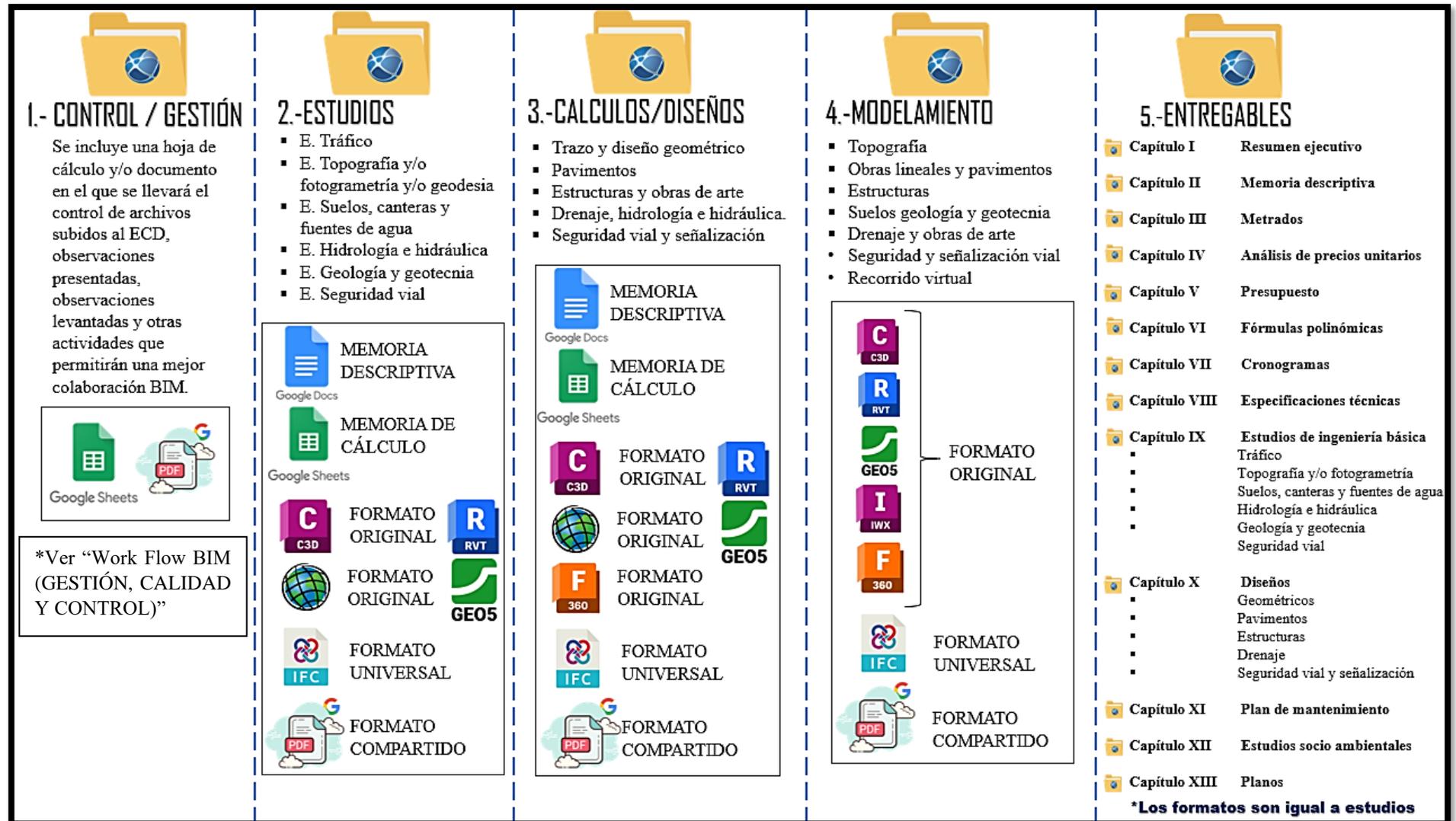
Ilustración N° 5 Estructura del ECD para proyectos de infraestructura vial.:



Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración anterior se puede apreciar la estructura general del ECD, además de los formatos que se debe compartir en cada apartado para que puedan permitir su control, revisión y gestión BIM. Es importante mencionar que cada carpeta incluye las carpetas que se muestran en la siguiente ilustración, además de que, los formatos que se muestran en la ilustración son los formatos básicos, se debe tener en consideración que se debe presentar los formatos originales, los formatos universales, los formatos editables, y una copia en pdf; todo ello, en pro de facilitar la colaboración BIM.

Ilustración N° 6: Estructura del ECD para proyectos de infraestructura vial.:



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, en la ilustración anterior, se tiene una estructura más completa del contenido del ECD, claro que, cada sub-item debe tener su propia carpeta. Es importante redundar, recalcar y resaltar la parte de los formatos en los que se debe compartir los archivos, puesto que de ello depende la adecuada gestión BIM. En ese sentido, ya se puede crear el flujo de trabajo o “Work Flow BIM” para este caso.

11. FLUJO DE TRABAJO BIM “Work Flow BIM”

- PLANIFICACIÓN

Llegados a este punto, es necesario la esquematización de un cronograma que se debe cumplir durante el desarrollo del proyecto, siendo más claro, en la etapa de diseño, para estos efectos. Es necesaria la revisión de cada proceso en este BEP, por los profesionales que asumirán los roles BIM, ya que podría variar en función a cada proyecto. De esta manera se inicia el cronograma con la estructuración de los hitos de entrega, el que reflejará cada etapa y proceso del proyecto a ejecutar

Tabla N° 13: Hitos de entrega del proyecto.

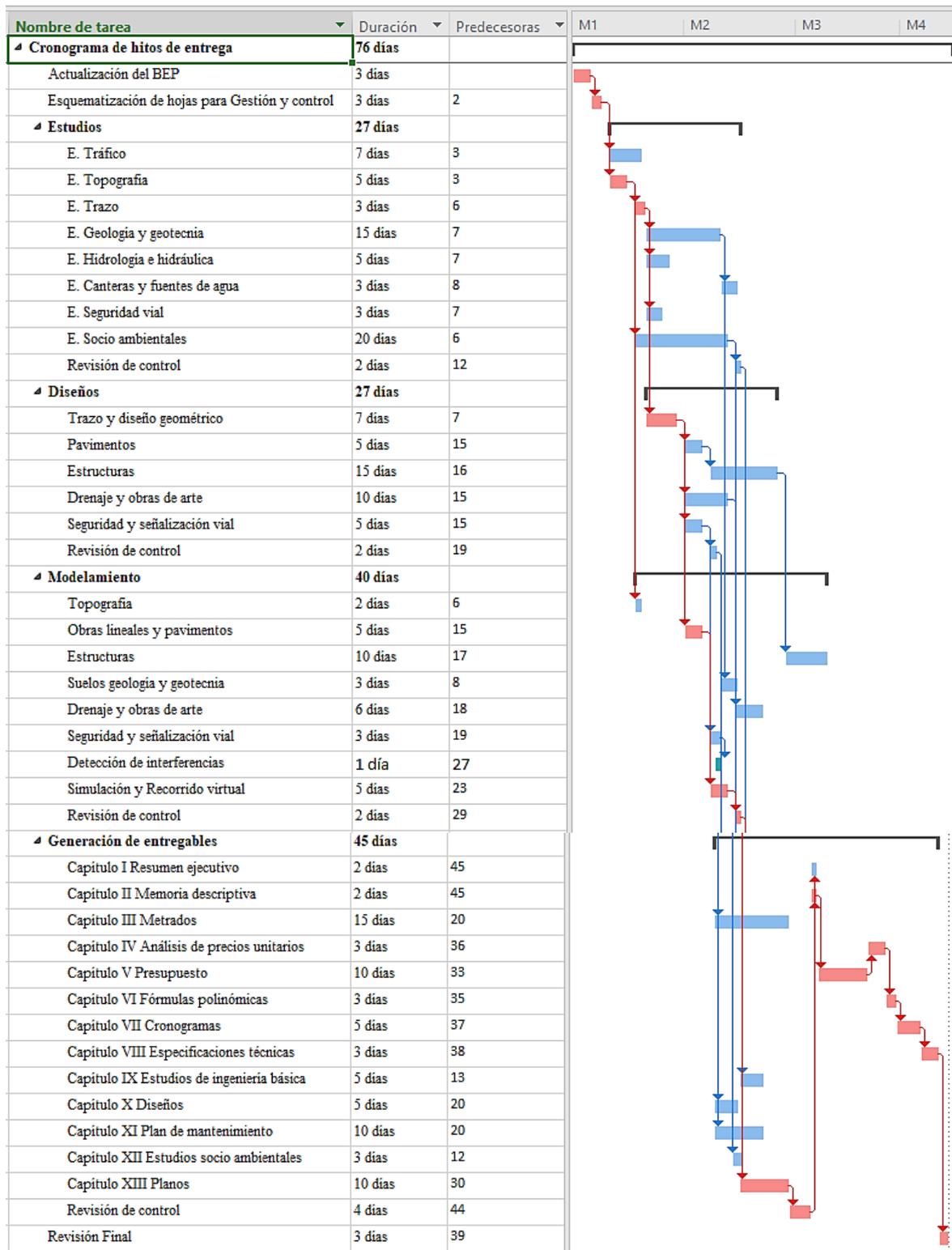
HITO	DURACIÓN	INICIO	ENTREGA
1. Actualización del BEP	03 Días		
2. Esquematzación de hojas para Gestión y control	03 Días		
3. Estudios	02 meses		
E. Tráfico	07 Días		
E. Topografía	05 Días (VAR)		
E. Trazo	03 Días		
E. Geología y geotecnia	15 Días (VAR)		
E. Hidrología e hidráulica	05 Días		
E. Canteras y fuentes de agua	03 Días		
E. Seguridad vial	03 Días		
E. Socio ambientales	20 Días		
Revisión de control	02 Días		
4. Diseños	1.5 meses		
Trazo y diseño geométrico	07 Días		
Pavimentos	05 Días		
Estructuras	15 Días (VAR)		
Drenaje y obras de arte	10 Días (VAR)		
Seguridad y señalización vial	05 Días (VAR)		
Revisión de control	02 Días		
5. Modelamiento	1.5 meses		
Topografía	02 Días		
Obras lineales y pavimentos	05 Días (VAR)		
Estructuras	10 Días (VAR)		
Suelos geología y geotecnia	03 Días (VAR)		
Drenaje y obras de arte	06 Días		
Seguridad y señalización vial	03 Días		
Detección de interferencias	01 Día		
Simulación y Recorrido virtual	05 Días		
Revisión de control	02 Días		
6. Generación de entregables	10 días		
Capítulo I Resumen ejecutivo	02 Días		
Capítulo II Memoria descriptiva	02 Días		
Capítulo III Metrados	15 Días (VAR)		
Capítulo IV Análisis de precios unitarios	03 Días		
Capítulo V Presupuesto	10 Días (VAR)		
Capítulo VI Fórmulas polinómicas	03 Días		
Capítulo VII Cronogramas	05 Días (VAR)		
Capítulo VIII Especificaciones técnicas	03 Días (VAR)		
Capítulo IX Estudios de ingeniería básica	05 Días (VAR)		
Capítulo X Diseños	05 Días (VAR)		
Capítulo XI Plan de mantenimiento	10 Días (VAR)		
Capítulo XII Estudios socio ambientales	03 Días (VAR)		

Capítulo XIII	Planos	10 Días (VAR)	
	Revisión de control	04 Días	
7.	Revisión Final	03 Días	

Fuente: Elaboración propia.

Las duraciones que presentan la abreviatura (VAR), debe interpretarse como una “duración variable”, este hito puede variar en función a la magnitud del proyecto, al igual que los demás hitos. De esta manera se pretende esquematizar plazos para considerar a la hora de la ejecución del proyecto. Este esquema es, una de las hojas que debe contener la carpeta de “control y gestión”, puesto que ayuda supervisar las duraciones de cada hito, así como también las fechas de inicio y entrega de cada hito. Cabe mencionar que algunos hitos se pueden desarrollar paralelo a otras, ya que es parte de la metodología BIM, el desarrollo colaborativo de todas las actividades en tiempo real. Todo ello se ve reflejado en la siguiente gráfica.

GRÁFICA N° 5: Cronograma de ejecución de hitos de entrega.



Fuente: Elaboración propia.

Seguindo esta estructura para la ejecución del BEP, se estaría alcanzando entregar un proyecto de infraestructura vial básico en aproximadamente 76 días, o en 2.5 a 3 meses para otros efectos. Además,

se puede identificar en el cronograma que, la etapa de estudios y diseño son las que más tiempo implica dentro del proyecto, en ese sentido, es de vital importancia realizar las revisiones de control con el nivel de exigencia que este amerita, para evitar interferencias a la hora de realizar los modelamientos.

- GESTIÓN, CALIDAD Y CONTROL

Es necesario desarrollar una buena gestión BIM, garantizar la calidad y realizar todos los controles necesarios para cumplir con los estándares que implica una óptima implementación BIM. Dicho ello, nos ayudaremos de hojas de cálculo que nos ayudarán a realizar una mejor “Gestión, Calidad y Control BIM”.

De esta manera, se presenta la primera hoja de “Gestión, calidad y control BIM”, donde se puede visualizar el estado de avance de cada hito, los formatos presentados, la lista de observaciones, el estado en porcentaje de las correcciones, la condición respecto al plazo y los V°B° de los roles BIM más importantes. Cada punto debe ser rellenado o resaltado de acuerdo a la leyenda que se presenta encima, todo ello permitirá identificar con mayor facilidad el estado en el que se encuentra cada uno de los hitos que vienen desarrollando, teniendo en claro que la idea fundamental de este BEP es permitir y facilitar una metodología de colaboración BIM eficaz y óptimo. En este caso, se ha dividido el proceso de verificación y control en cuatro fases (presentación, revisión, corrección y admisión), lo que permitirá asumir los roles BIM con mayor facilidad, en ese sentido, cabe mencionar que a esta hoja se puede adherir

más ítems e hitos de entrega, de acuerdo al criterio y experiencia de los profesionales involucrados en el proyecto a desarrollar.

Otro de los puntos de vital importancia son las revisiones de control en cada hito de entrega, estos deben contener un informe de revisión en donde se mencione todas las incidencias, observaciones y comentarios que se presentaron en cada fase. De esta manera cada rol BIM estaría cumpliendo su función en cada fase de los hitos de entrega.

Gráfica N° 6: Hoja N°01 de gestión, calidad y control BIM.

PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, Bach. Yamir Anderley Espinoza Bazan

HOJA DE GESTIÓN, CALIDAD Y CONTROL BIM																		
Nombre de proyecto :																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <div style="width: 30%;"> <p>1 = Presentado ■ = Presentado</p> <p>2 = En revisión ■ = En revisión</p> <p>3 = En correcciones ■ = En correcciones</p> <p>4 = Admitido ■ = Admitido</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>■ Con observaciones</p> <p>■ Recibido</p> <p>■ En corrección</p> <p>■ Corregido</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>A = A tiempo</p> <p>B = Por vencer</p> <p>C = Vencido</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>W = Fase 1</p> <p>X = Fase 2</p> <p>Y = Fase 3</p> <p>Z = Fase 4</p> </div> </div>																		
HITO	ESTADO	FORMATOS PRESENTADOS										OBSERVACIONES	%	Condición de plazo	V°B°	V°B°	V°B°	
		doc	xls	dwg	rvt	shp	nwd	xml	3d	IFC	PDF							Link de archivo con observaciones o comentarios
1. Actualización del BEP																		
2. Esquematación de hojas para Gestión y control																		
3. Estudios																		
E. Tráfico																		
E. Topografía																		
E. Trazo																		
E. Geología y geotecnia																		
E. Hidrología e hidráulica																		
E. Canteras y fuentes de agua																		
E. Seguridad vial																		
E. Socio ambientales																		
Revisión de control																		
4. Diseños																		
Trazo y diseño geométrico																		
Pavimentos																		
Estructuras																		
Drenaje y obras de arte																		
Seguridad y señalización vial																		
Revisión de control																		
5. Modelamiento																		
Topografía																		
Obras lineales y pavimentos																		
Estructuras																		
Suelos geología y geotecnia																		
Drenaje y obras de arte																		
Seguridad y señalización vial																		
Detección de interferencias																		
Simulación y Recorrido virtual																		
Revisión de control																		
6. Generación de entregables																		
Capítulo I Resumen ejecutivo																		
Capítulo II Memoria descriptiva																		
Capítulo III Metrados																		
Capítulo IV Análisis de precios unitarios																		
Capítulo V Presupuesto																		
Capítulo VI Fórmulas polinómicas																		
Capítulo VII Cronogramas																		
Capítulo VIII Especificaciones técnicas																		
Capítulo IX Estudios de ingeniería básica																		
Capítulo X Diseños																		
Capítulo XI Plan de mantenimiento																		
Capítulo XII Estudios socio ambientales																		
Capítulo XIII Planos																		
Revisión de control																		
7. Revisión Final																		

Fuente: Elaboración propia.

Esta hoja será imprescindible para llevar un adecuado control y gestión BIM, pero es necesario profundizar y detallar más algunos puntos, es el caso de las observaciones, amerita esquematizar una hoja especializada en donde se pueda describir, evidenciar y hasta inventariar todas las observaciones y/o comentarios que se presente en cada fase de los hitos de entrega. De este modo se presenta la siguiente hoja de observaciones

y comentarios, que serán rellenados por los profesionales que asuman los roles BIM en cada fase.

Gráfica N° 7: Hoja de observaciones y comentarios.

PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, Bach. Yamir Anderley Espinoza Bazan

HOJA DE OBSERVACIONES Y COMENTARIOS			
* Nombre de proyecto :	Consignar nombre del proyecto		
* Resp. De Observar y/o comentar :	Ing.	consignar Apellidos y Nombres Consignar Rol BIM	
* Fecha de observación :	[]	[]	[]
	Día	Mes	Año
* Hito Observado :			
* Sub-hito:			
* Tipo de archivo observado :	Consignar formato de archivo observado		
* Ubicación :	Consignar página, lámina, hoja u otra ubicación de referencia		
* LISTADO DE OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS			
N°	Descripción		Ubicación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la gráfica anterior, esta hoja permitirá consignar datos importantes sobre las observaciones que se presenten en cada fase de los hitos de entrega, tales como el responsable que realiza las observaciones, la fecha, el hito observado, el tipo de archivo que fue observado, la ubicación exacta de la observación y el listado en sí. Con todos esos datos se desarrollará el BEP de manera eficiente.

Una vez presentadas las observaciones, será necesario el levantamiento de tales, para lo cual también amerita una hoja de registro en el que se presentarán los datos más relevantes del levantamiento de observaciones, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica N° 8: Hoja de levantamiento de observaciones y comentarios.

PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, Bach. Yamir Anderley Espinoza Bazan

HOJA DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
* Nombre de proyecto :	Consignar nombre del proyecto				
* Resp. De Observar y/o comentar :	Ing.	consignar Apellidos y Nombres			
Consignar Rol BIM					
* Resp. De Corregir :	Ing.	consignar Apellidos y Nombres			
Consignar Rol BIM					
* Fecha de observación :					
Día Mes Año					
* Hito Observado :					
* Sub-hito:					
* Tipo de archivo observado :	Consignar formato de archivo observado				
* Ubicación :	Consignar página, lámina, hoja u otra ubicación de referencia				
* LISTADO DE OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS					
N°	Descripción			ESTADO	DESCRIPCIÓN DE LO CORREGIDO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Fuente: Elaboración propia.

Culminado esta etapa se puede identificar los detalles de todas las observaciones presentadas, las cuales, a este punto, están correctamente levantadas.

Pero es importante detallar algunas fases como la presentación de archivos, en este caso los modeladores deben presentar el formato con inventario de los archivos presentados, el contenido y la evidencia de que sus formatos son completamente editables.

- SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

En líneas generales, la metodología BIM permite mejorar el proceso de diseño de distintas maneras, como se ha ido demostrando con el transcurrir del tiempo en distintas investigaciones. Sin embargo, una de las etapas fundamentales dentro de esta metodología es, garantizar la seguridad de la información compartida en el entorno común de datos, lo que implica desarrollar una adecuada gestión, verificación y control de los archivos compartidos, si bien, todo quedará evidenciado en el entorno común de datos, es importante que cada modelador u otro profesional que desarrolle un rol BIM y cargue archivos al entorno común de datos, rellene y cargue el formato con inventario de los archivos presentados, el contenido y la evidencia de lo que está presentando, en ese mismo formato, el coordinador BIM, imprimirá su firma de visto bueno, este hecho significará que ya se ha desarrollado la etapa de verificación, comprobación y control de los archivos presentados, dicho ello, estos archivos estarán listos para continuar con los controles siguientes.

En la siguiente gráfica, se muestra el formato a ser relleno por los modeladores y/o profesionales que asuman roles BIM para la carga de archivos al ECD, en el cual se podrá evidenciar el inventario de archivos cargados, su contenido, el formato en el que se presenta, la verificación

de que sean archivos editables y el visto bueno del coordinador BIM juntamente con la fecha en la que se hizo la verificación de los archivos cargados al ECD. Así mismo, es necesario precisar bien la ubicación de los archivos, la carpeta, subcarpeta (de ser el caso), la fase, y el hito; para evitar confusiones a la hora de la verificación de los archivos cargados al ECD. Claro que, este y los demás formatos estarán cargados a la plataforma de “Google Sheets”, en donde, aparte de poder colaborar todos los profesionales, se podrá verificar que el visto bueno ha sido dado por el coordinador BIM del proyecto.

Gráfica N° 9: Formato inventario de archivos presentados

PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, Bach. Yamir Anderley Espinoza Bazan

FORMATO: INVENTARIO DE ARCHIVOS PRESENTADOS								
*Nombre de proyecto :	Consignar nombre del proyecto							
*Resp. De Cargar Archivos al ECD :	Ing.	consignar Apellidos y Nombres					Consignar Rol BIM	
*Fecha de cargado al ECD :								
	Día	Mes	Año					
UBICACIÓN								
*Carpeta :	Consignar nombre de la carpeta donde se ubican los archivos							
*Sub-Carpeta :	Consignar nombre de la sub-carpeta donde se ubican los archivos							
*Fase :	Consignar la fase donde se encuentra los archivos presentados							
*Hito :	Consignar el hito al que pertenecen los archivos							
* LISTADO DE ARCHIVOS CARGADOS AL "ENTORNO COMÚN DE DATOS"						NO APTO		
						APTO		
Nº	Nombre de archivo	Contenido	Formato	Es editable	V°B°	Coordinador BIM	Fecha	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Fuente: Elaboración propia.

De esa manera, el formato cumple una de las funciones más importantes dentro de la “Gestión, calidad y control BIM”, además de, permitir un control más cercano en cuanto a los archivos cargados al ECD.

- ENTREGA Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En este punto, tendremos 2 apartados muy importantes a desarrollar, primero, la entrega y presentación local; el que está determinado por la gráfica anterior (Formato inventario de archivos presentados) y la hoja de “Gestión, calidad y control BIM”, en dichas hojas y/o formatos se puede controlar los archivos presentados, los formatos presentados, y la aceptabilidad de todos ellos con el visto bueno de los roles BIM pertinentes. Segundo, y como parte final de la metodología BIM en la etapa de diseño, se realiza la presentación final. Esta presentación final deberá estar precedido por un formato de control de entregas, elaborado por el coordinador BIM del proyecto, debidamente visado por los roles BIM superiores a este; en el cual se mostrará todas las incidencias que se tuvo en cada hito, y como requisito final, debe estar validado como 100% apto con el V°B° de los roles BIM pertinentes. Este formato se puede ver en la siguiente gráfica.

Gráfica N° 10: Formato de entregas final.

PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, Bach. Yamir Anderley Espinoza Bazan

FORMATO DE ENTREGAS FINAL		
Nombre de proyecto :	Consignar nombre del proyecto	
Coordinador BIM :	Ing.	Consignar nombre del profesional
Gestor BIM :	Ing.	Consignar nombre del profesional
Lider BIM :	Ing.	Consignar nombre del profesional

NO APTO	Aplica para todos los roles BIM
APTO	

HITO	Estado de entrega	%	V°B° Coordinador BIM		V°B° Gestor BIM		V°B° Lider BIM	
				%		%		%
1. Actualización del BEP								
2. Esquematación de hojas para Gestión y control								
3. Estudios								
E. Tráfico								
E. Topografía								
E. Trazo								
E. Geología y geotecnia								
E. Hidrología e hidráulica								
E. Canteras y fuentes de agua								
E. Seguridad vial								
E. Socio ambientales								
Revisión de control								
4. Diseños								
Trazo y diseño geométrico								
Pavimentos								
Estructuras								
Drenaje y obras de arte								
Seguridad y señalización vial								
Revisión de control								
5. Modelamiento								
Topografía								
Obras lineales y pavimentos								
Estructuras								
Suelos geología y geotecnia								
Drenaje y obras de arte								
Seguridad y señalización vial								
Detección de interferencias								
Simulación y Recorrido virtual								
Revisión de control								
6. Generación de entregables								
Capítulo I Resumen ejecutivo								
Capítulo II Memoria descriptiva								
Capítulo III Metrados								
Capítulo IV Análisis de precios unitarios								
Capítulo V Presupuesto								
Capítulo VI Fórmulas polinómicas								
Capítulo VII Cronogramas								
Capítulo VIII Especificaciones técnicas								
Capítulo IX Estudios de ingeniería básica								
Capítulo X Diseños								
Capítulo XI Plan de mantenimiento								
Capítulo XII Estudios socio ambientales								
Capítulo XIII Planos								
Revisión de control								
7. Revisión Final								

Fuente: Elaboración propia.

De ese modo, se tendrá el control de todos los archivos presentados y que se encuentren admitidos como aptos al 100% con el V°B° de los roles BIM pertinentes, haciendo que el proceso de diseño se encuentre culminado y apto para su presentación y entrega ante la entidad pública o institución privada.

- CONCLUSIONES DEL BEP

Para la óptima implementación de este BEP, es necesario un compromiso firme y exhaustiva exigencia ante los profesionales que asumirán cada rol BIM, ya que, de otro modo se presentarían vicios ocultos en distintas etapas del proceso de diseño de proyectos de infraestructura vial.

Este BEP presenta el contenido mínimo y básico de acuerdo a la normativa nacional e internacional vigente; motivo por el cuál presenta una estructura genérica que se adaptará a los distintos proyectos de infraestructura vial en la región Pasco.

Es importante que la presentación de las hojas de “Gestión, calidad y control BIM” se haga en la plataforma “Google Sheets”, ya que, estos documentos cumplirán el papel de informes que llevarán las firmas digitales de todos los roles BIM pertinentes, tanto en la presentación local, como en la presentación final.

- RECOMENDACIONES DEL BEP

En función a la realidad y necesidad de cada proyecto de infraestructura vial, se recomienda realizar una exhaustiva verificación para que sea posible su adaptación en cualquier proyecto.

Ya que el BEP presenta una estructura básica, es recomendable incrementar más detalles en función a los requisitos de cada proyecto de infraestructura vial.

Si bien, la metodología BIM es nueva, puede presentar el caso de que algunos puntos no hayan quedado claro, por lo que se recomienda comunicarse con el autor para brindar mayor detalle o aclarar ciertos

puntos en duda. Con ello, garantizar una adecuada implementación de la metodología BIM en el proceso de diseño proyectos de infraestructura vial.

4.3. Prueba de hipótesis

De acuerdo con los enunciados que se plantearon en la encuesta a los especialistas se obtuvieron los siguientes resultados.

- En el primer enunciado: Se tiene una aceptación del 100%, por lo que se interpreta como aceptación plena sobre la agilización en procesos de diseño y ejecución en proyectos de infraestructura vial.
- En el segundo enunciado: En este caso se divide en 2 partes, el 50% está “muy de acuerdo” y la otra mitad, “algo de acuerdo”; lo que es bastante prometedor para esta investigación, ya que el resultado de aceptación es altamente positivo.
- En el tercer enunciado: De igual forma, se tiene 2 respuestas, con un 66.67% que está “algo de acuerdo”, y la parte restante se encuentra “muy de acuerdo”; este resultado sigue siendo altamente positivo para los fines de esta investigación.
- En el cuarto enunciado: Para este caso, los resultados se dividieron en 3, el 66.67% está “algo de acuerdo”, un 16.67% está “muy de acuerdo” y el otro 16.67% se encuentra “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”.
- En el quinto enunciado: En este caso, las respuestas se dividen en; 66.67% “algo de acuerdo” y el restante 33.34%, “ni de acuerdo ni en desacuerdo”.

Como ya se venía explicando líneas arriba, los resultados se consideran altamente positivos, ya que, en todos los promedios de las respuestas que se aprecia en la tabla, son positivas, superiores a la respuesta neutro de la escala

utilizada. De ese modo, podemos afirmar que esta investigación cumple con sus objetivos y se obtiene los resultados esperados.

Como parte de los resultados, se debería hacer una contrastación con antecedentes a esta investigación. Esto resulta casi imposible, ya que, no se logró encontrar investigaciones con objetivos similares a esta, que estén enfocados para los proyectos viales. Lo que no permite prescindir de este apartado, teniendo en cuenta que los antecedentes consultados para esta investigación tienen como objetivo a los proyectos de edificaciones y similares.

4.4. Discusión de resultados.

Allen L. Edwards, en su obra "The Social Desirability Variable in Personality Assessment and Research," aborda la cuestión de la aceptabilidad de resultados, un aspecto importante a considerar al discutir resultados de encuestas con escalas de Likert. Por su parte, en "Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches," John Creswell aborda el uso de encuestas en el contexto de un diseño de investigación más amplio, proporcionando orientación sobre cómo integrar los resultados de encuestas en la discusión general.

Ahora, con el propósito de llevar a cabo la contrastación basada en resultados, se efectuó una encuesta dirigida a expertos en la metodología BIM. Con el objetivo de someter el Plan de Ejecución BIM elaborado a un proceso de validación. Un total de 6 profesionales especialistas BIM fueron encuestados, quienes evaluaron el PEB mediante la escala de Likert, considerando sus experiencias y conocimientos en el tema.

Los enunciados de esta evaluación reflejan los objetivos establecidos en el presente Plan de Ejecución BIM.

- (1) El PEB agiliza procesos de diseño y ejecución en proyectos de infraestructura vial.

Como primer enunciado, en este, se debe analizar también los siguientes puntos:

- Gestión del proyecto
- Gestión de información
- Control de tiempo
- Control de costos

Así mismo, como parte de los objetivos específico, y no menos importantes, analizan los siguientes enunciados:

- (2) El PEB contribuye a una mejor coordinación entre los equipos de diseño, construcción y gestión de proyectos viales.
- (3) El PEB plantea elementos clave que debe contener un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial, considerando características específicas de la región.
- (4) El PEB evidencia tecnologías y herramientas específicas que pueden ser implementadas para agilizar el diseño y la ejecución de proyectos viales, considerando su disponibilidad y aplicabilidad en el contexto local.
- (5) El PEB determina los principales desafíos en los procesos de diseño y ejecución de proyectos de infraestructura vial, y cómo impactan en la eficiencia y calidad del resultado final.

La versatilidad de la Escala de Likert radica en su capacidad para adaptarse a diversas áreas de investigación y aplicaciones prácticas. Su popularidad se atribuye, en parte, a su simplicidad y facilidad de interpretación,

así como a su capacidad para generar datos cuantitativos que facilitan un análisis estadístico sólido. En ese sentido, se evaluará según la siguiente escala.

Ilustración N° 7: Escala de Likert.



Fuente: Elaboración propia.

De todo ello, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 14: Resultados de la encuesta a los especialistas BIM.

Resultados de la encuesta						
Especialistas BIM		Enunciados				
Nombres / Apellidos	Grado / Especialidad	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Arq. Alexander L. Llanco Ballasco	Modelador BIM	5	5	5	4	4
Ing. Isaí A. Alcántara Villa	Modelador BIM	5	5	4	5	4
Ing. Gisela Chang	Director de proyectos	5	4	4	4	3
Ing. Licena A. Arzapalo Ayala	Director de proyectos	5	4	4	3	3
Ing. Jimil Miranda	Magister OV	5	4	5	4	4
Ing. Joaquin G. Varias Ruiz	Coordinador BIM	5	5	4	4	4
Puntuación total		30	27	26	24	22
Puntuación promedio por enunciado		5	4.5	4.3	4	3.5

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, para el primer enunciado, la puntuación promedio es perfecta, en cambio, los enunciados: 2, 3 y 4 presentan una puntuación promedio positiva, y aunque el valor que presenta el enunciado 5 es superior a 3, podríamos considerarlo como ligeramente neutral positivo; de todos estos resultados obtenidos, podemos ver que el planteamiento es óptimo y altamente eficaz según la opinión de los especialistas encuestados para estos fines. Lo que termina determinando como objetivos cumplidos en esta investigación. Para lo que se hace la contrastación de hipótesis a fin de verificar los objetivos cumplidos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la contrastación realizada en esta investigación, podemos afirmar que este “Plan de ejecución BIM” agiliza procesos de diseño y ejecución en proyectos de infraestructura vial. Así mismo, mejora la gestión del proyecto, la gestión de información, el control de tiempo, el control de costos y en su conjunto, optimiza la implementación BIM en proyectos de infraestructura vial.

De igual manera, este “Plan de ejecución BIM” contribuye a una mejor coordinación entre los equipos de diseño, construcción y gestión de proyectos viales.

También plantea elementos clave que debe contener un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial, considerando características específicas de la región.

Así mismo, este “Plan de ejecución BIM” evidencia tecnologías y herramientas específicas que pueden ser implementadas para agilizar el diseño y la ejecución de proyectos viales, considerando su disponibilidad y aplicabilidad en el contexto local.

Y determina los principales desafíos en los procesos de diseño y ejecución de proyectos de infraestructura vial, y cómo impactan en la eficiencia y calidad del resultado final.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que ha sido complicado identificar investigaciones con objetivos similares a los de esta y entendiendo que este “Plan de ejecución BIM” está dirigido a proyectos de infraestructura vial en general, se recomienda realizar investigaciones con objetivos más especificados, sea el caso de proyectos de infraestructura vial específicos, tales como “pavimentos asfálticos”, “pavimentos rígidos”, “creación de trochas carrozables”, “ampliación y mejoramiento de vías existentes”, “mantenimientos viales”, entre otros; puesto que estos proyectos podrían presentar singularidades específicas para cada proyecto, lo que implica experimentar esos casos.

Otra de las recomendaciones que se plantea sería, experimentar la implementación de este “Plan de ejecución BIM” con distintos proyectos de infraestructura vial, para tener resultados más precisos y gestionar una mejor implementación de este “Plan de ejecución BIM”.

Como última, pero no menos importante, se recomienda consultar a más especialistas para tener una contrastación más amplia sobre los objetivos que cumple este “Plan de ejecución BIM”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Díaz Farfán, B., & Rivera Vera, M. N. (2020). *Optimización de costos y tiempos de las partidas de mayor incidencia en proyectos viales de la región sierra centro y sur, mediante la metodología BIM.*
- Díaz Linarez, J. A. (2019). *Gestión de proyectos utilizando las herramientas BIM en la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial.*
- Huilcas Lulo, A. (2022). *Implementación de la metodología BIM para el mejoramiento del diseño vial de la trocha carrozable Manta - Ccollpa, Huancavelica, 2022.*
- Rodríguez Cabello, J. (2021). *Aplicación de la metodología VDC/BIM para el rediseño y construcción en proyecto de infraestructura vial.*
- Creswell, J. W. (2013). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.* Sage Publications.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2005). *The SAGE Handbook of Qualitative Research.* Sage Publications.
- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice.* Sage Publications.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis.* Cengage Learning.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics.* Sage Publications.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics.* Pearson.

- Li, B., Shen, Q., Wu, P., & Liu, J. (2019). BIM Adoption in the Chinese Construction Industry: Current Status, Barriers and Drivers. *Journal of Building Engineering*, 26, 100875.
- American Psychological Association. (2017). *Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct*.
- Association of College & Research Libraries. (2015). *Framework for Information Literacy for Higher Education*.
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. Oxford University Press.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Smith, J. A. (2003). Semi-Structured Interviewing and Qualitative Analysis. In J. A. Smith (Ed.), *Qualitative Psychology: A Practical Guide to (Edwards, 1957) Research Methods* (pp. 9-26). Sage Publications.
- Miller, T. (2017). *Building Information Modeling (BIM) on Roadway Design Projects: The Ohio Department of Transportation's Experience*. Transportation Research Circular, E-C220.
- VicRoads. (2019). *Building Information Modeling (BIM) Execution Planning*. VicRoads.
- Kaklauskas, A., Amaratunga, D., Senaratne, S., & Bohms, M. (2013). *Digital Architectonics: Theory and Practice*. Taylor & Francis.
- Becker, S. (2019). *Building Information Modeling (BIM) in Road Construction: Case Studies from the UK*. In *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering* (pp. 51-60). Springer.

Edwards, A. L. (1957). *The social desirability variable in personality assessment and research*. Dryden Press.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.

ANEXOS

- **Instrumentos de recolección de datos.**
- **Procedimientos de validación y confiabilidad.**
- **Formatos del BEP**
- **Formatos de las encuestas**
- **Encuesta a los especialistas**

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: _____

N° de registro CIP:

Firma y Sello

]

Título profesional: _____

N° de registro CIP:

Firma y Sello

]

Título profesional: _____

N° de registro CIP:

Firma y Sello

[] **Grado: Maestro** [] **Doctor** []

Título profesional: _____

N° de registro CIP: _____

Firma y Sello

[] **Grado: Maestro** [] **Doctor** []

Título profesional: _____

N° de registro CIP: _____

Firma y Sello



FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Ficha de recolección de datos: Encuesta a especialistas para la aceptabilidad del BEP.

“Plan de ejecución BIM para optimizar procesos de diseño en proyectos viales, Pasco – 2023.” Fecha:.....
 Numero de ficha: 06

Parte A: Escala de Likert



Parte B: Escala Likert de aceptabilidad del BEP.

ENUNCIADO	DESCRIPCIÓN	ESCALA LIKERT	OBSERVACIONES
1	EL PEB AGILIZA PROCESOS DE DISEÑO Y EJECUCIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.		
2	EL PEB CONTRIBUYE A UNA MEJOR COORDINACIÓN ENTRE LOS EQUIPOS DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS VIALES.		
3	EL PEB PLANTEA ELEMENTOS CLAVE QUE DEBE CONTENER UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM ADAPTADO A PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, CONSIDERANDO CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LA REGIÓN.		
4	EL PEB EVIDENCIA TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS QUE PUEDEN SER IMPLEMENTADAS PARA AGILIZAR EL DISEÑO Y LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS VIALES, CONSIDERANDO SU DISPONIBILIDAD Y APLICABILIDAD EN EL CONTEXTO LOCAL.		
5	EL PEB DETERMINA LOS PRINCIPALES DESAFÍOS EN LOS PROCESOS DE DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, Y CÓMO IMPACTAN EN LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL RESULTADO FINAL.		

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No

aplicable [] Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: _____

Especialista: Metodólogo []

Temático

[] Grado: Maestro [] Doctor []

]

Título profesional: _____

N° de registro CIP: _____

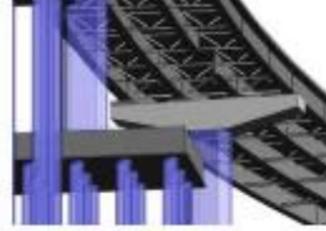
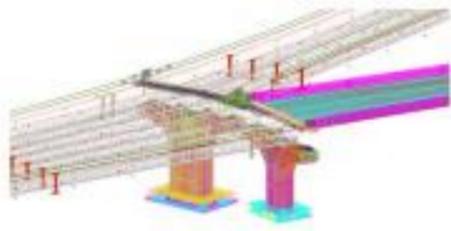
Firma y Sello

ANEXO A

MATRIZ DE NIVEL DE DETALLE (LOD)

Nivel de detalle	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
Referencia	Elementos representados de forma Conceptual	Elementos representados de forma generica	Elementos representados de forma definida	Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos verificados (As-built)
DESCRIPCIÓN	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como una volumetría, masa o elemento, de forma esquemática para estimar áreas, volumen, costo, orientación entre otros.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de las dimensiones 0D (punto de ubicación), 1D (Linea o curva), 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación Ubicación y orientación aproximados</p> <p>*Apariencia Puede considerar transparencia, colores en la superficie para representar los tipos de elementos.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: No requiere ingresar información paramétrica.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen muy altas probabilidades de cambiar al avanzar el diseño.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de tamaño y forma generica. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y el diámetro. No presenta detalles o elementos adicionales.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de las dimensiones 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación Ubicación referencial, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia: Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera parcial</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen altas probabilidades de cambiar al aumentar el nivel de detalle.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelado como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño y forma definida. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y diámetro del elemento y otras formas geométricas que componen el diseño, como capa de acabados en muro y el perfil H de una vigas metálica.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen pocas probabilidades de cambiar en las siguientes etapas del proyecto.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño, forma detallada. Suficiente para medir de forma precisa. Incluye elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje, como piezas, anclajes, soportes y conexiones.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM es improbable que varien.</p>	<p>*Los elementos BIM representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad, orientación y cualquier otra información relevante, del proyecto terminado.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la desarrollado en la dimensión 3D (modelo).</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM reflejan el estado actual fidedigna del proyecto terminado.</p>

ANEXO A

LOD EN INFRAESTRUCTURA: VIADUCTOS / PUENTES					
Nivel de detalle	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
Referencia	Elementos representados de forma Conceptual	Elementos representados de forma generica	Elementos representados de forma definida	Elementos Representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos verificados (As-built)
DESCRIPCIÓN	Modelado del entorno en base a las curvas de nivel y modelado esquemático de los elementos BIM. Se considera la ubicación en base a coordenadas.	El modelo contiene la geometría aproximada de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión aproximada. Los acabados son representados por colores. se podrán representar con texturas, en caso los requisitos de la inversión lo soliciten.	El modelo contiene la geometría definida de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión precisa. Asimismo, se modelan las disciplinas involucradas. Se consideran elementos de refuerzo estructural como varillas metálicas, estribos, entre otros, para realizar simulaciones y análisis relevantes. Los acabados son representados por materiales con texturas.	El modelo contiene la geometría detallada de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión precisa. incluyendo uniones y conexiones metálicas. Los acabados son representados por materiales con texturas.	El modelo contiene elementos BIM que representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación del proyecto terminado.
Imagen de referencia					*MODELO AS-BUILT

ANEXO A

MATRIZ DEL NIVEL DE INFORMACIÓN (LOI)					
Nivel de información	LOI 1	LOI 2	LOI 3	LOI 4	LOI 5
Referencia	Suficiente información para la identificación y la prefactibilidad	Suficiente información para la investigación y la factibilidad	Suficiente información para el diseño	Suficiente información para la construcción	Suficiente información para la gestión de activos
DESCRIPCIÓN	<p>*Identificación de los elementos: Identificación referencial, como el nombre.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contiene información que describe el tipo, características y condiciones espaciales que deberá considerar el diseño.</p> <p>Nota: Describe la intensidad del diseño y no contiene parámetros con valores técnicos.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación general, como el nombre, tipo y categoría.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información general de las propiedades técnicas, que puedan ser basados de normas o estándares de diseño relacionados.</p> <p>Nota: Indica las propiedades generales que cumplen con los requisitos de diseño.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, como el nombre, tipo y categorización, códigos o sistema de clasificación nacional o internacional.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información detallada y valores estimados de las propiedades técnicas.</p> <p>Puede utilizar metadatos, atributos y parámetros para procesar información específica como costos, rendimiento energético, análisis estructural, condiciones medioambientales, entre otros.</p> <p>Nota: Indica especificaciones técnicas que cumplen con las propiedades generales del elemento.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, indicando marca y modelo del proveedor.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información definida para la compra de los activos del proyecto.</p> <p>Puede utilizar metadatos, atributos y parámetros para procesar información específica en obra, como costos, datos para la fabricación, control de seguridad y salud, entre otros.</p> <p>Nota: Indica especificaciones técnicas que ofrece el proveedor, los cuales cumple con las propiedades generales del elemento.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, indicando el código del activo y utilizar formatos de intercambio de información (Open BIM) según requiera el sistema de gestión de activos.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos contienen información específica del activo que requiere mantenimiento. Asimismo, se asocia documentos relevantes para la gestión de activos como manuales de mantenimiento, funcionamiento, especificaciones técnicas o información requerida por los Requisitos de Información de los Activos (AIR).</p> <p>Nota: Las propiedades específicas que deben transferirse a una base de datos de activos.</p>
	DOCUMENTOS DE APOYO				
Tipos de documentos:					
Formas para asociar los documentos al modelo de información:					
*Los documentos son insertados dentro del contenedor de información.					
*Los documentos son vinculados en los elementos dentro del contenedores de información a través de enlaces URL.					
*Los documentos son anexados al contenedor de información y referencia a los elementos BIM a través de códigos o nombres para identificarlos.					

ANEXO A

EJEMPLO DE LOI :

Nivel de información	LOI 1	LOI 2	LOI 3	LOI 4	LOI 5	
Referencia	Suficiente información para la identificación y la prefactibilidad	Suficiente información para la investigación y la factibilidad	Suficiente información para el diseño	Suficiente información para la construcción	Suficiente información para la gestión de activos	
DESCRIPCIÓN	<p>*Identificación de los elementos: Muro</p> <p>*Contenido de información:</p> <p>Los muros que rodean el área técnica de un piso de oficinas deben tener la clasificación de fuego adecuada, la resistencia estructural adecuada para sostener las unidades ancladas y el aislante acústico para evitar que el sonido de los equipos llegue a las oficinas.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Muro de Drywall cortafuego</p> <p>*Contenido de información:</p> <p>-Resistencia al fuego -Refuerzo estructural: Perfiles de acero galvanizado. -Aislamiento acústico: 50 db</p>	<p>*Identificación de los elementos: Muro de Drywall cortafuego RF 120</p> <p>*Contenido de información:</p> <p>-Resistencia al fuego: Las placas de yeso están diseñadas para muros cortafuego, en áreas donde se necesita cumplir con un RF 120. -Aislamiento acústico: Aislación acústica de fibra de vidrio 50 mm de espesor. -Revestimiento: Placa de revestimiento de Yeso de 19 mm (¾").</p> <p>-Refuerzo estructural: Montante de acero galvanizado 90 x 38 x 12 x 0,85 mm y perfil de 92 x 30 x 0,50 mm. Las montantes serán separados por 0.60m a eje</p>	<p>*Identificación de los elementos: Tabique de Drywall Cortafuego RF 120 (en base a las especificaciones del proveedor).</p> <p>*Contenido de información:</p> <p>-Resistencia al fuego: Las placas de yeso están diseñadas para muros cortafuego, en áreas donde se necesita cumplir con un RF 120 (en base a las especificaciones del proveedor). -Aislamiento acústico: Aislación acústica de fibra de vidrio 50 mm de espesor (en base a las especificaciones del proveedor). -Revestimiento: Placa de revestimiento de Yeso de 19 mm (¾") (en base a las especificaciones del proveedor). -Refuerzo estructural: Montante de acero galvanizado 90 x 38x 12 x 0.85</p>	<p>*Identificación de los elementos: Código de activo: Código.</p> <p>*Contenido de información:</p> <p>-Vida útil prevista: 20 años. -Manual de operación y mantenimiento -Fecha de inicio de la garantía: 2021-26-04</p>	
	DOCUMENTOS DE APOYO					
		<p>Tipos de documentos: Bocetos dibujados y esquemas gráficos.</p>	<p>Tipos de documentos: Fotografías, imágenes.</p>	<p>Tipos de documentos: No se requiere asociar documentos de apoyo.</p>	<p>Tipos de documentos: Especificaciones Técnicas y manual de la instalación.</p>	<p>Tipos de documentos: Especificaciones técnicas y manual de la instalación</p>
	<p>Formas para asociar los documentos al modelo de información: Los documentos son insertados dentro del contenedor de información</p>	<p>Formas para asociar los documentos al modelo de información: Los documentos son insertados dentro del contenedor de información</p>	<p>Formas para asociar los documentos al modelo de información: N/A</p>	<p>Formas para asociar los documentos al modelo de información: Los documentos son vinculados en los parámetros de los elementos dentro del contenedores de información a través de enlaces URL.</p>	<p>Formas para asociar los documentos al modelo de información: Los documentos son vinculados en los parámetros de los elementos dentro del contenedores de información a través de enlaces URL.</p>	

TÍTULO: PLAN DE EJECUCIÓN BIM (BEP) PARA AGILIZAR PROCESOS DE DISEÑO Y EJECUCIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, PASCO – 2023.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
<i>Problema general</i>	<i>Objetivo general</i>	<i>Hipótesis general</i>	<i>Variable dependiente</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	
¿Cómo se puede agilizar los procesos de diseño y ejecución en proyectos de infraestructura vial?	Elaborar un plan de ejecución BIM (BEP) para agilizar procesos de diseño y ejecución en proyectos de infraestructura vial.	El plan de ejecución BIM (BEP), logrará agilizar procesos de diseño y ejecución en proyectos de infraestructura vial.	Proyectos de infraestructura vial.	- Procesos de Diseño y Ejecución	- Tiempo promedio de diseño y ejecución de proyectos viales en Pasco. - Número de cambios no planificados en el diseño durante la ejecución. - Porcentaje de proyectos viales en Pasco que exceden el presupuesto inicial.	Tipo de estudio: APLICADA
<i>Problema específico</i>	<i>Objetivo específico</i>	<i>Hipótesis específica</i>	<i>Variable Independiente</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	
¿Cómo podría el Plan de Ejecución BIM contribuir a una mejor coordinación entre los equipos de diseño, construcción y gestión de proyectos viales en Pasco?	Determinar cómo podría el Plan de Ejecución BIM contribuir a una mejor coordinación entre los equipos de diseño, construcción y gestión de proyectos viales en Pasco.	El Plan de Ejecución BIM contribuye a una mejor coordinación entre los equipos de diseño, construcción y gestión de proyectos viales en Pasco, al realizar la colaboración de especialidades y detección de interferencias.	Plan de ejecución BIM	- Elementos Clave del Plan de Ejecución BIM - Integración Efectiva de la Metodología BIM - Implementación de Tecnologías y Herramientas BIM	- Nivel de colaboración entre los equipos de diseño y construcción durante la planificación. - Porcentaje de datos compartidos y accesibles por todos los actores a lo largo del proyecto. - Frecuencia de reuniones de coordinación para revisar y ajustar el Plan de Ejecución BIM. - Utilización de modelos BIM en la toma de decisiones y cambios en tiempo real. - Retroalimentación de los equipos sobre la utilidad de la metodología BIM para la mejora de la colaboración. - Número y tipo de tecnologías BIM implementadas en el proyecto vial. - Grado de uso de modelos BIM en la simulación y planificación de actividades. - Porcentaje de efectividad de las herramientas BIM en la reducción de errores y retrabajos.	Diseño de investigación: NO EXPERIMENTAL
¿Cuáles son los elementos clave que debe contener un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial en Pasco, considerando las características específicas de la región?	Plantear los elementos clave que debe contener un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial en Pasco, considerando las características específicas de la región.	Los elementos clave que debe contener un Plan de Ejecución BIM adaptado a proyectos de infraestructura vial en Pasco, considerando las características específicas de la región, se determinan según la ISO 19650.				Método de investigación: CUANTITATIVO
¿Cuáles son las tecnologías y herramientas específicas relacionadas con el BIM que pueden ser implementadas para agilizar la ejecución de proyectos viales en Pasco, considerando su disponibilidad y aplicabilidad en el contexto local?	Evidenciar las tecnologías y herramientas específicas relacionadas con el BIM que pueden ser implementadas para agilizar la ejecución de proyectos viales en Pasco, considerando su disponibilidad y aplicabilidad en el contexto local.	Las tecnologías y herramientas específicas relacionadas con el BIM que pueden ser implementadas para agilizar la ejecución de proyectos viales en Pasco, considerando su disponibilidad y aplicabilidad en el contexto local, son netamente software's de apoyo en el proceso de diseño y ejecución.				Nivel de investigación: DESCRIPTIVO
¿Cuáles son los principales desafíos en los procesos de diseño y ejecución de proyectos de infraestructura vial en Pasco, y cómo impactan en la eficiencia y calidad del resultado final?	Determinar cuáles son los principales desafíos en los procesos de diseño y ejecución de proyectos de infraestructura vial en Pasco, y cómo impactan en la eficiencia y calidad del resultado final.	Los principales desafíos en los procesos de diseño y ejecución de proyectos de infraestructura vial en Pasco, que impactan en la eficiencia y calidad del resultado final, son: la falta de coordinación y detección de interferencias en el proceso de diseño y ejecución.				Población: Proyectos de infraestructura vial.
						Muestra: Proyectos de carreteras.
			Muestreo: MUESTREO NO PROBABILÍSTICO			

TITULO: Plan de ejecución BIM para optimizar procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial, Pasco – 2023.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEPENDIENTE</p>	<p>"Plan de Ejecución BIM," se refiere a un enfoque estructurado y metodológico que busca optimizar los procesos de diseño, coordinación en proyectos de construcción mediante la utilización de la metodología Building Information Modeling (BIM). Según Eastman, Teicholz, Sacks y Liston (2011), el BIM es un proceso colaborativo que involucra la generación y gestión de información digital en todo el ciclo de vida de un proyecto. Un Plan de Ejecución BIM se define como un conjunto de directrices y estrategias que regulan la implementación y el uso eficiente de BIM a lo largo de todas las etapas del proyecto (Ruiz, Becerril, & Aranda, 2019).</p>	<p>Los Proyectos de Infraestructura Vial en Pasco son definidos operacionalmente como iniciativas de construcción y mejora de carreteras, puentes, accesos y otros componentes viales ubicados en la región de Pasco, Perú. Estos proyectos se caracterizan por su influencia en la conectividad y el movimiento local. En el análisis se abarcan proyectos en diversas etapas, desde la etapa de planificación hasta la culminación, y que involucran a una diversidad de actores, tales como ingenieros, arquitectos, contratistas y autoridades reguladoras.</p>	<p>- Procesos de Diseño</p>	<p>- Tiempo promedio de diseño de proyectos viales en Pasco. - Número de cambios no planificados en el diseño durante la ejecución. - Porcentaje de proyectos viales en Pasco que exceden el presupuesto inicial.</p>	<p>- Meses - Cantidad - Porcentaje - # de interferencias detectadas</p>

<p>PLAN DE EJECUCIÓN BIM. INDEPENDIENTE</p>	<p>"Proyectos de Infraestructura Vial en Pasco," se refiere a las construcciones viales que involucran carreteras, puentes, vías de acceso y otras infraestructuras relacionadas, ubicadas en la región de Pasco, Perú. Según González, Frühwirth y León (2016), los proyectos de infraestructura vial son esenciales para el desarrollo de la conectividad y movilidad en una región. En este contexto, Pasco se refiere a una región geográfica específica en Perú.</p>	<p>El Plan de Ejecución BIM se describe operativamente como una serie de documentos y directrices específicas que detallan la implementación práctica de la metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de infraestructura vial en Pasco. Estos documentos comprenderán roles y responsabilidades detallados de los participantes, secuencias de acciones BIM para diferentes fases del proyecto, criterios de modelado y coordinación, así como las herramientas tecnológicas seleccionadas para promover la colaboración eficiente y la integración continua de datos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.</p>	<p>-Elementos Clave del Plan de Ejecución BIM -Integración Efectiva de la Metodología BIM -Implementación de Tecnologías y Herramientas BIM</p>	<p>- Nivel de colaboración - Porcentaje de datos compartidos. - Frecuencia de reuniones de coordinación para revisar y ajustar el Plan de Ejecución BIM. - Utilización de modelos BIM en la toma de decisiones y cambios en tiempo real. - Grado de uso de modelos BIM en la simulación y planificación de actividades. - Porcentaje de efectividad de las herramientas BIM en la reducción de errores y retrabajos.</p>	<p>- LOIN - % de colaboración - Cantidad - Cantidad - # de interferencias detectadas - Tiempo reducido</p>
--	--	---	---	--	--