



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA
GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LA DIRECCIÓN DE DERECHO DE VÍA DE
UNA ENTIDAD PÚBLICA

Línea de investigación:

Seguridad Vial e Infraestructura de Transporte

Modalidad de suficiencia profesional para Optar el Título Profesional de

Ingeniero Civil

Autor:

Buleje Carrillo, Enrique Omar

Asesor:

Jaramillo Tarazona, Francisco

Código ORCID 0000-0002-9638-7814

Jurado:

Amparo Paulina Torres Matos

Samir Arévalo Vidal

Gustavo Augusto Tabory Malpartida

Lima - Perú

2023



“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LA DIRECCIÓN DE DERECHO DE VÍA DE UNA ENTIDAD PÚBLICA”

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	changeagents.blogs.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	1%
7	es.readkong.com Fuente de Internet	1%
8	dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA
BIM PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LA
DIRECCIÓN DE DERECHO DE VÍA DE UNA ENTIDAD
PÚBLICA”

Línea de Investigación:

Seguridad Vial e Infraestructura de Transporte

Modalidad de suficiencia profesional para Optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Autor:

Buleje Carrillo, Enrique Omar

Asesor:

Jaramillo Tarazona, Francisco
(ORCID: 0000-0002-9638-7814)

Jurado

Ms. Amparo Paulina Torres Matos

Ms. Samir Arévalo Vidal

Ms. Gustavo Augusto Tabory Malpartida

Lima – Perú

2023

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Trayectoria del autor	9
1.2. Descripción de la Empresa	10
1.2.1. Organigrama de la Empresa.....	12
1.2.2. Áreas y funciones desempeñadas	12
II. DESCRIPCIÓN DE UNA TAREA ESPECÍFICA	15
2.1. Introducción.....	15
2.2. Descripción y formulación del problema	16
2.2.1. Problemas Generales	17
2.2.2. Problemas Específicos	17
2.3. Antecedentes	17
2.4. Objetivos	18
2.4.1. Objetivo general.....	18
2.4.2. Objetivos Específicos	19
2.5. Justificación	19
2.6. Hipótesis	19
2.7. Marco Teórico	20
2.7.1. BIM.....	20
2.7.2. Modelo BIM.....	20
2.7.3. Usos BIM.....	20
2.7.4. Nivel de Información Necesaria (LOIN).....	23
2.7.5. LOD Y LOI.....	23
2.7.6. Roles BIM	24
2.7.6.1. Líder BIM	24
2.7.6.2. Gestor BIM.	25
2.7.6.3. Coordinador BIM.....	26
2.7.6.4. Modelador BIM.....	27
2.7.6.5. Supervisor BIM.	28
2.7.7. Dimensiones BIM	28
2.7.8. Etapas de la Implementación BIM.....	29
2.7.8.1. Relevamiento.....	30

2.7.8.2.	Diagnóstico.....	30
2.7.8.3.	Planificación.....	30
2.7.8.4.	Desarrollo.....	30
2.7.8.5.	Evaluación.....	30
2.7.8.6.	Seguimiento.....	30
2.7.9.	Etapas BIM.....	30
2.7.10.	Madurez BIM.	31
2.7.10.1.	Nivel de Madurez Ad-Hoc o Inicial..	32
2.7.10.2.	Nivel de Madurez Definido.....	32
2.7.10.3.	Nivel de Madurez Gestionado.....	32
2.7.10.4.	Nivel de Madurez Integrado.....	33
2.7.10.5.	Nivel de Madurez Optimizado..	33
2.7.11.	ISO 19650	33
2.7.12.	Partes involucradas en la Gestión de la Información BIM	34
2.7.13.	Documentos para la Gestión de la Información BIM	35
2.7.14.	EIR (Requisitos de Intercambio de Información).....	36
2.7.15.	PEB (Plan de Ejecución BIM).....	37
2.7.16.	Entorno Común de Datos	37
2.7.17.	Infraworks.....	39
2.7.18.	ArcGis Pro	39
2.7.19.	ArcGis Online	39
2.7.20.	Autodesk Construcción Cloud	39
2.7.21.	GIS	40
2.7.22.	Fotogrametría con Drones.....	40
2.7.23.	Derecho de Vía.....	40
2.8.	Metodología.....	40
2.8.1.	Tipo de investigación	41
2.8.2.	Población y muestra.....	42
2.8.2.1.	Población.....	42
2.8.2.2.	Muestra..	42
2.8.3.	Instrumentos.....	42
2.8.4.	Procedimientos	43
2.8.4.1.	Procedimiento de recolección de datos.....	43
2.8.4.2.	Procesamiento de datos.....	44
2.8.4.3.	Resultados de los Procesamientos.....	47

2.8.4.4.	Guía de la Implementación BIM (Dirección de Derecho de Vía).	48
2.8.5.	Análisis de datos	49
2.8.5.1.	Ubicación de la dirección en estudio	49
2.8.5.2.	Área de influencia	50
2.8.5.3.	Estado actual de la dirección	51
2.9.	Resultados	51
2.9.1.	Recopilación	51
2.9.2.	Diagnóstico	52
2.9.3.	Planificación	64
2.9.3.1.	Matriz de Proyectos	65
2.9.3.2.	Matriz de Roles	67
2.9.3.3.	Plan de Capacitación	71
2.9.4.	Desarrollo	87
2.10.	Discusión de resultados	95
III.	APORTES MAS DESTACADOS A LA EMPRESA	96
IV.	CONCLUSIONES	97
V.	RECOMENDACIONES	99
VI.	REFERENCIAS	101
VII.	ANEXOS	102
7.1.	ANEXO 01: Cuestionario para el Diagnóstico del Nivel de Madurez BIM	102
7.2.	ANEXO 02: DashBoard que muestra de manera visual la información recopilada en las encuestas	105
7.3.	ANEXO 03: Matriz de Diagnóstico de Madurez BIM	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa	12
Figura 2 Nivel de Información Necesaria	23
Figura 3 Niveles de Madurez	31
Figura 4 Partes involucradas en el proceso de gestión de la información BIM	34
Figura 5 Herramientas BIM del marco colaborativo	35
Figura 6 Etapas para la implementación de la metodología BIM en la dirección de Derecho de Vía	40
Figura 7 Flujo de trabajo de la Implementación BIM en la Dirección de Derecho de Vía	48
Figura 8 Ubicación de la Dirección de Derecho de Vía	49
Figura 9 Organigrama de la Dirección de Derecho de Vía	50
Figura 10 Estados de un archivo dentro del CDE	77
Figura 11 Estructura de carpetas dentro de la carpeta “TRABAJO EN PROCESO” ..	79
Figura 12 Estructura de carpetas dentro de la carpeta “COMPARTIDO”	81
Figura 13 Estructura de carpetas dentro de la carpeta “PUBLICADO”	82
Figura 14 Estructura de carpetas dentro de la carpeta “ARCHIVADO”	84
Figura 15 Modelado en 2D de las posesiones no autorizadas por terceros en el software Civil 3D	88
Figura 16 Información recopilada en campo de las posesiones no autorizadas por terceros-software Excel	89
Figura 17 Publicación de los polígonos (posesiones no autorizadas por terceros) y líneas (Eje de vía) desde el software Civil 3D hacia ArcGis Online (Entorno de Datos Comunes)	90
Figura 18 Visualización de las posesiones no autorizadas por terceros y Eje de Vía en ArcGis Online.....	90
Figura 19 Digitalización de las posesiones no autorizadas por terceros por el Derecho de Vía en el software ArcGIS Pro	91
Figura 20 Visualización de las posesiones no autorizadas por terceros (Polígonos) y Eje de Vía (línea) en ArcGis Oline después de ser procesadas en el software ArcGis Pro....	92
Figura 21 Softwarer Infracworks – Importación de las posesiones no autorizadas por terceros (.Shape) y Eje de Vía (. Shape) desde ArcGis Online	93
Figura 22 Software Infracworks – Modelamiento de las posesiones no autorizadas por terceros.....	94
Figura 23 Publicación del modelo digital 3D en la nube (Autodesk Construcción Cloud) de libre acceso en la web.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Usos BIM Nacionales	21
Tabla 2 Resultados de la Propuesta de Implementación BIM	47
Tabla 3 Análisis de Recursos Lógicos	52
Tabla 4 Análisis de Recursos Humanos	54
Tabla 5 Análisis de Recursos Tecnológicos	57
Tabla 6 Niveles de Madurez BIM	61
Tabla 7 Consolidado del Nivel de Madurez BIM para los Recursos Lógicos de la Dirección de Derecho de Vía	62
Tabla 8 Consolidado del Nivel de Madurez BIM para los Recursos Humanos de la Dirección de Derecho de Vía	63
Tabla 9 Consolidado del Nivel de Madurez BIM para los Recursos Tecnológicos de la Dirección de Derecho de Vía	64
Tabla 10 Documentos generados como resultado de la etapa de planificación en el proceso de implementación BIM en la Dirección de Derecho de Vía	65
Tabla 11 Matriz de Proyectos	66
Tabla 12 Matriz de Roles BIM – Tareas Generales	67
Tabla 13 Matriz de Roles BIM – Perfil General	70
Tabla 14 Matriz de Capacitaciones	72
Tabla 15 Características de Hardware – PC de Escritorio	85
Tabla 16 Características de Hardware - Workstation	86
Tabla 17 Softwares requeridos para generar el modelo digital	87

Resumen

El trabajo de Investigación planteó como objetivo la implementación de la Metodología BIM en la Gestión de la Información en la Dirección de Derecho de Vía de una entidad pública con el fin de conocer los beneficios de esta metodología y alinearse a lo establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Además, la metodología BIM integra toda la información de una inversión en un modelo digital, para facilitar el proceso de diseño, construcción y operación, proporcionar una base confiable para que los expertos gestionen la autorización del derecho de vía a fin de dinamizar los procesos administrativos de la entidad, así como optimizar los procesos de levantamiento de campo, tasación, adquisición y saneamiento de posesiones no autorizadas por terceros lo cual va a permitir proveer de áreas de terreno necesarias para una futura ampliación o mejoramiento de las vías y no tener retrasos durante dicha realización de proyectos de inversión pública. Para realizar la investigación se utilizó un enfoque cuantitativo descriptivo, además, el diseño fue no experimental de corte transversal. También, los resultados obtenidos nos permiten comprender las fases de implementación del método BIM, y también se identificará el Nivel de Madurez BIM y se realizará un modelo digital que integre la información del proyecto. Una adecuada encuesta para recopilar información, un análisis de dicha información y una planificación servirán para determinar la viabilidad de implementar esta metodología en la Dirección de Derecho de Vía.

Palabras clave: Metodología BIM, Implementación BIM, Nivel de Madurez BIM, Infraworks, Entorno de Datos comunes

Abstract

The Research work raised as objective The Implementation of the BIM Methodology for Information Management in the Right of Way Direction of a public entity in order to know the benefits of this methodology and align with what is established by the Ministry of Economy and Finance. The BIM methodology integrates all the information of an investment in a digital model, to facilitate the design and operation processes, in order to have a reliable base so that specialists can manage the authorizations for the use of the right of way in order to streamline the administrative processes of the entity, as well as optimize the processes of field survey, appraisal, acquisition and sanitation of possessions not authorized by third parties, which will allow the provision of land areas necessary for a future expansion or improvement of the roads and not have delays during the execution of public investment projects. For the execution of the research, a quantitative approach of a descriptive type was approached, in addition the design is not cross-sectional experimental. The results obtained allowed to know the stages of the implementation of the BIM methodology, the BIM Maturity Level will also be identified and a digital model will be made that integrates the project information. An adequate survey to collect information, an analysis of said information and planning will serve to determine the feasibility of implementing this methodology in the Right of Way Department.

Keywords: BIM Methodology, BIM Implementation, BIM Maturity Level, Infracworks, Common Data Environment

I. INTRODUCCIÓN

Debido a los retrasos y paradas por proyectos de inversión a nivel nacional, es importante cambiar la forma de trabajar. Por lo tanto, es muy importante implementar el método BIM para optimizar la gestión de la información de la inversión pública, que utiliza modelos de información para facilitar varias etapas del ciclo de inversión del proyecto y garantizar una base confiable para la toma de decisiones. .

El presente informe titulado “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA DIRECCIÓN DE DERECHO DE VÍA DE UNA ENTIDAD PÚBLICA” está centrado en la descripción y desarrollo de cada etapa de la implementación de la metodología BIM en la dirección de Derecho de Vía de Provias Nacional aplicando el marco técnico propuesto por el MEF y estándares internacionales a fin de mejorar la Gestión del Derecho de Vía durante el proceso de expropiación y liberación de posesiones no autorizadas por terceros dentro del Derecho de Vía de una carretera.

1.1. Trayectoria del autor

- Obtención del Grado de Bachiller el 04 de febrero del 2019.
- Provias Nacional –Asistencia técnica BIM en la Dirección de Derecho de Vía- Lima – **Coordinador BIM** (junio 2022 – Setiembre 2022).
- Consorcio Cautivo de Ayabaca – Mejoramiento de tierras, mejoramiento de terreno, relleno, compactado, plataformado y construcción de la obra civil para pabellones de la I.E 14010 Miguel F. Cerro Vice – Piura– **Coordinador BIM** / (noviembre 2021 - mayo 2022).
- LUDIR S.A.C / Servicio de elaboración de expediente técnico: Mejoramiento de los servicios de Transitabilidad Vehicular y Peatonal en las calles internas de la zona I;

Urbanización Grau-Urbanización Ingeniería, Distrito de San Martín de Porres-Lima-Lima / **Asistente Técnico** / (agosto del 2021 - noviembre del 2021)

- R&J INGENIERIA DISEÑO Y CONSTRUCCION S.A.C. / Mejoramiento de la carretera emp, pe-34h-emp, pe-34r; emp.pe-3semp.pe-34h; emp.pu-950-emp.pe-3s; emp.pe-34h-emp.pu-915; emp.pe-3s (Juliaca)-emp.pe-so; emp.pu-120-emp.pu-910, por niveles de servicio; distrito de Caracoto-provincia de San Roman-departamento de Puno L=128.98km / **Modelador BIM** / (enero del 2021 -Julio del 2021).
- S - Blanco E.I.R.L. – Estudio de pre-inversión a nivel de perfil de proyectos de infraestructura vial- Lima /**Modelador BIM**/ (junio 2019 – diciembre 2020).
- VKN CONSULTORA & CONSTRUCTORA S.A / Elaboración de planos a nivel de expediente técnico en proyectos de infraestructura vial/ **Asistente Técnico**/ (Enero del 2018-Mayo del 2019).

1.2. Descripción de la Empresa

Las empresas donde cumplí mis funciones son las siguientes:

Provias Nacional:

Son las entidades con autonomías técnicas, administrativas y financieras, responsables de las actividades de preparación, dirección y ejecución de los proyectos de infraestructura de transporte relacionados con la Red Vial Nacional (RVN), así como de la planificación, dirección y control de las siguientes actividades y recursos: para la Red Vial Nacional (RVN) Mantenimiento y seguridad de la red vial y puentes.

Consortio Cautivo de Ayabaca:

Las empresas brindan soluciones integrales para la gestión de proyectos e ingeniería de la construcción, y su negocio involucra diferentes campos como edificios de oficinas, residencias, centros comerciales, edificios comerciales, universidades, colegios y fábricas.

De la misma manera, son comprometidos a lograr la mejora permanente y continua de la calidad en el diseño, gestión de proyectos y construcción a través de la búsqueda sistemática de nuevas tecnologías, materiales y métodos para cumplir con los requerimientos del cliente.

LUDIR S.A.C

Empresa encargada de desarrollar expedientes técnicos a detalle para la ejecución de obras para el sector público y privado, así como de la construcción y supervisión de obras civiles.

R&J INGENIERIA DISEÑO Y CONSTRUCCION S.A.C.

Empresa con amplia experiencia para los desarrollos de ingeniería de Detalles y para proyectos de Infraestructura Vial, así como brindar servicios de Levantamiento Topográficos con equipos GPS diferenciales, redes geodésicas y establecimiento de puntos geodésicos.

S - Blanco E.I.R.L.

Empresa que brinda servicios de preparación de documentación técnica, diseños de proyectos viales para la aplicación de la metodología BIM, así como el levantamiento topográfico y proceso de imágenes de obras lineales con tecnología de DRONES.

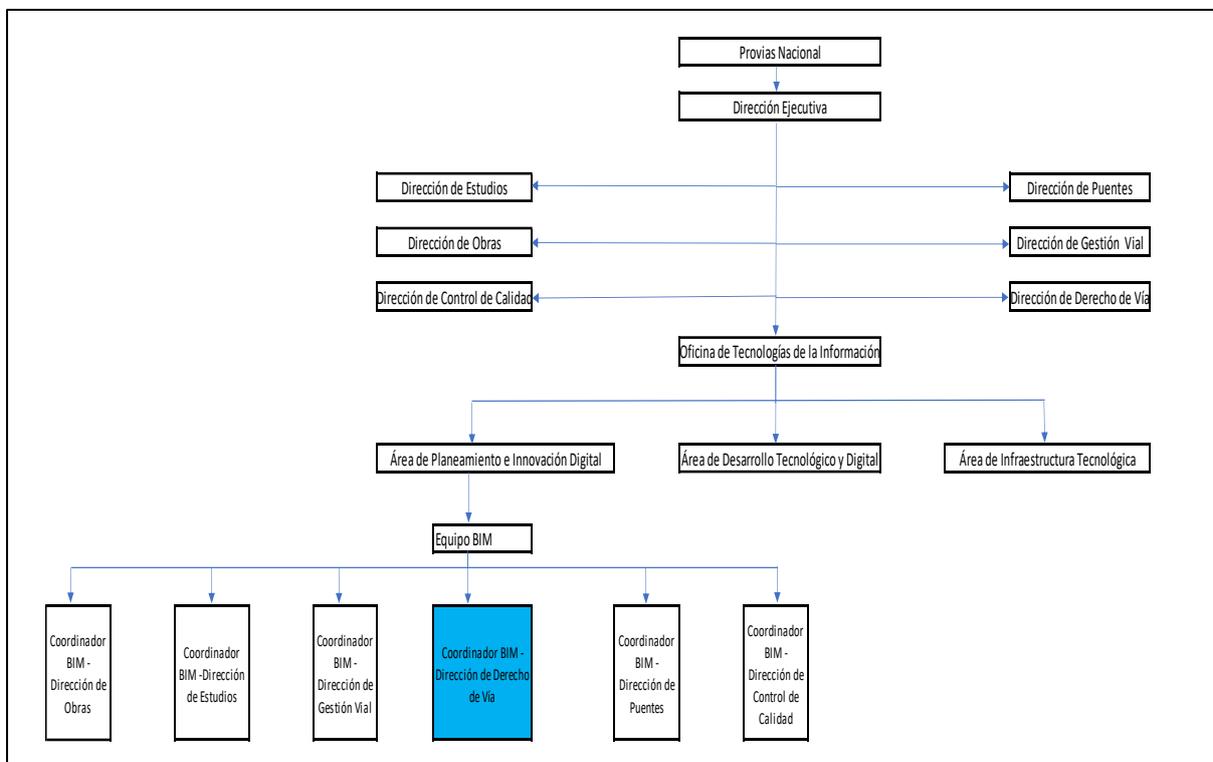
VKN CONSULTORA & CONSTRUCTORA S.A

La empresa se encarga de desarrollar soluciones, alternativas e iniciativas en el campo de la investigación, diseño y brindar un asesoramiento integral para el desarrollo y planificación de proyectos de Edificaciones, Transporte, Agua y Saneamiento Básico, entre otros. Elaboración de expedientes técnicos completos.

1.2.1. Organigrama de la Empresa

Figura 1

Organigrama de la empresa



Nota. Elaboración Propia

1.2.2. Áreas y funciones desempeñadas

Provias Nacional:

- Elaboración y/o revisión de Términos de Referencia.
- Elaboración y/o revisión de las documentaciones para la gestión de la información BIM.
- Brindar capacitaciones a las áreas, unidades zonales y direcciones de PROVIAS NACIONAL, relacionada a la metodología BIM para su aplicación en las intervenciones de la Entidad.
- Participar de las sesiones del Comité Técnico BIM.
- Coordinar con los especialistas de las áreas, unidades zonales y direcciones de PROVIAS NACIONAL, así como participar de las reuniones de trabajo requeridas relacionadas a la Implementación de la Metodología BIM.
- Realizar las actividades relacionadas al rol de Coordinador BIM, de acuerdo a lo establecido en la Guía Nacional BIM, según corresponda.
- Otras actividades o funciones que le asigne o solicite el jefe del Área de Planeamiento e Innovación Digital y/o jefe de la Oficina de Tecnología de la Información.

Consortio Cautivo de Ayabaca:

- Elaboración de Planos de Avance y Estado de Obra en la Fase de Ejecución de una Obra Civil (Colegio).
- Modelado de Condiciones actuales de Obra (Planos de Evacuación, Señalización, entre otros).
- Coordinaciones con el Gestor BIM del Contratista.
- Emitir Requerimientos de Información al Coordinador BIM del Contratista (Consortio S&P).

- Elaborar la Simulación Constructiva de la Obra en el software Naviswork (Planificación y Avance de Obra).
- Extracción de metrados del Modelo BIM para realizar el Lookahead.
- Coordinación con los especialistas de Calidad, Producción y Oficina Técnica.

LUDIR S.A.C

- Realizar el Diseño Geométrico de las vías, así como elaborar planos de Corte y Perfil
- Realizar el Modelo BIM de la infraestructura Vial aplicando software Civil 3D, Revit, Infracworks, Sub Assembly Composer, entre otros.
- Elaboración de Presupuestos y programaciones para Expediente Técnico.

S - Blanco E.I.R.L.

- Coordinaciones con los representantes de Provias Descentralizado
- Realizar el Diseño Geométrico de las vías, así como elaborar planos de Secciones Transversales y Perfil Longitudinal.
- Realizar el Modelo BIM de la infraestructura Vial aplicando software Civil 3D, Revit, Infracworks, Sub Assembly Composer, entre otros.
- Procesamiento de Imágenes obtenidas a partir de la Tecnología de Drones

VKN CONSULTORA & CONSTRUCTORA S.A

- Encargado de la Elaboración de planos estructurales aplicando AutoCAD.
- Encargado de la Elaboración de planos de proyectos viales aplicando Civil 3D.
- Elaboración de Presupuestos y programaciones para Expediente Técnico.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA TAREA ESPECÍFICA

2.1. Introducción

El presente trabajo de Investigación surgió con el propósito de ser una guía para realizar la metodología BIM en la Dirección de Derecho de Vía de cualquier entidad pública que viene trabajando con herramientas tradicionales. Proporcionará, tanto al personal técnico y legal los lineamientos que permitan la Implementación BIM mediante de la colaboración y aplicación de nuevas herramientas tecnológicas.

En julio de 2030, el “Plan Perú BIM”, medida política impulsada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), establece que todas las entidades y empresas públicas regidas por el Sistema Nacional de Planificación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe) deben usar información de construcción para construir el método de modelado (BIM), como se le conoce en inglés) al momento de ejecutar sus inversiones.

En esta investigación se determinó, mediante esta Implementación BIM, una propuesta de incremento de la productividad disminuyendo los retrabajos, pérdida de información y la descoordinación. Es así que ajustando esta Implementación BIM a nuestra normativa, documentos técnicos y a la Guía Nacional BIM se consideran lineamiento para la gestión de la información a fin de viabilizar la Implementación para la Dirección de Derecho de Vía de cualquier entidad pública.

Para ello se debe realizar una encuesta a todo el personal técnico y legal de la Dirección en estudio para recopilar información acerca de sus recursos lógicos, recursos humanos y recursos tecnológicos. Todo ello con la finalidad de realizar un análisis de dicha

información y planificar las estrategias para poder implementar de la mejor forma la metodología BIM.

Dentro de los logros más importantes que se esperan alcanzar en la presente investigación podemos mencionar que, realizando una eficiente Implementación de la metodología BIM, se podrá mejorar la gestión de la información, permitiendo así una mejor colaboración entre los especialistas.

2.2. Descripción y formulación del problema

Durante años se ha complicado el tema de las expropiaciones y liberación de posesiones no autorizadas por terceros dentro del Derecho de Vía de una carretera, así como las demoras en el proceso de autorización para usar el derecho de paso a un tercero, cuyas consecuencias fueron los retrasos durante la ejecución de los proyectos de inversión pública (telecomunicaciones, saneamiento, puentes peatonales etc.) o privada (proyectos mineros, proyectos de irrigación etc.) esto debido a que, en las distintas entidades del estado (SUNARP, SBN, MINAGRI, Gobiernos Regionales, Gobiernos locales, Unidades Zonales etc.) cuentan con información no digitalizada, desactualizada y no cuentan con una plataforma colaborativa que permita gestionar de forma estructurada el intercambio de información de una inversión pública o privada, por otro lado, en la Dirección de Derecho de Vía los especialistas trabajan de una forma poco colaborativa y con procesos tradicionales que impide la correcta gestión de la información durante las expropiaciones y retiros de interferencias de proyectos de inversión pública, ya sea de ampliación o mejora de carreteras.

Este trabajo de investigación busco la solución a las preguntas que se generan con esta problemática, las cuales son:

2.2.1. Problemas Generales

¿Cómo se realizará la Implementación de la Metodología BIM para la Gestión de la Información en la Dirección de Derecho de Vía de una Entidad Pública?

2.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo se podrá medir el nivel de madurez BIM en la Dirección de Derecho de Vía?
- ¿Cómo se podrá crear un Modelo BIM que almacene la información generada por los especialistas de la Dirección de Derecho de Vía?
- ¿Cómo se realizará la gestión de la información a través de un Entorno Común de Datos (ECD)?

2.3. Antecedentes

Según Díaz y Cogollo (2021), es necesario generar nuevas normativas para implementar la metodología BIM en el proyecto de infraestructura vial, además, en la actualidad solo existen para proyectos de edificaciones, siendo los primeros los que tienen mayor alcance y presupuestos.

Costina, Adibfara, Hub y Chenc (2018), indican que el uso del BIM ha ido en aumento en el rubro de la infraestructura vial, por lo que es necesario el establecimiento de formatos y flujos de intercambio de información para mejorar la interoperabilidad entre las partes participantes de los proyectos.

Limas (2019) elaboró un documento en el cual se incluían bases teóricas y prácticas en el cual se presentaba la adaptación de las metodologías BIM y la fase de prefactibilidad de un proyecto vial en Colombia, esto adaptando un Plan de Ejecución BIM de la Universidad de Pensilvania de acuerdo a las necesidades del proyecto en el cual se definió el organigrama, los usos BIM y se desarrolló un modelo federado, mostrando así una alternativa de optimización de procesos en las fases de diseño, planificación y coordinación.

Moreno (2021), indica que debido al desarrollo constante que tienen las herramientas BIM, es esencial que los profesionales participantes en los diferentes proyectos de infraestructura vial tengan capacitación de forma permanente, se resalta también, que el uso y gestión de un único espacio de trabajo digital en el que se pueda actualizar varias versiones de un mismo trabajo con fecha y autor, reduce errores y ambigüedades por el uso de documentos y diseños que puedan estar obsoletos y que fueron utilizados por la falta de actualización de estos.

Henao, Cañón, Gómez y Joya (2021), concluyen una falta de un modelo único que contenga toda la información necesaria contribuyó a problemas en varias etapas no solo de los proyectos de la empresa de su investigación, y en la ingeniería civil. Se concluyó también que la metodología BIM cumplía con los objetivos y era una ruta viable ya que integra todas las fases del proyecto y puede identificar riesgos en cada fase.

Díaz (2019), menciona que la aplicación de la metodología BIM en la gestión de proyectos de la etapa de diseño de infraestructura vial, mejora la organización de los dibujos y modelos de los proyectos, esto permite administrar mejor la información de los proyectos de infraestructura vial los cuales son grandes y complejos.

Ulloa y Salinas (2013), Diagnostican la situación actual de la empresa inmobiliaria y constructora MARCAN, la cual ya venía usando la metodología BIM desde 2010 y gracias a esto propusieron mejoras para la etapa de diseño y ejecución, permitiendo que se tomen decisiones anticipadamente, obteniendo mejorar en la productividad.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

- Proponer la Implementación de la Metodología BIM para la gestión de la información en la Dirección de Derecho de Vía de una entidad pública.

2.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de Madurez BIM de la Dirección de Derecho de Vía.
- Realizar un modelo BIM que integre toda la información generada por los especialistas de la Dirección de Derecho de Vía.
- Aplicar un Entorno Común de Datos para la gestión de la información en la Dirección de Derecho de Vía.

2.5. Justificación

Aportar conocimiento a los profesionales de la rama de infraestructura vial sobre los beneficios de Implementar la Metodología BIM tomando como referencia los lineamientos

Establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas para mejorar la gestión del derecho de vía, optimizando así el proceso de liberación de bienes no autorizados por parte de terceros y agilizando la autorización de terceros para el correcto uso del derecho de vía, además puede verse que le va a dar el derecho de vía y los consejos de beneficios de un experto, tales como: Dar un paso a la Transformación digital, Trabajo colaborativo, mejor comunicación, información centralizada y actualizada, aplicación de nuevas herramientas tecnológicas.

2.6. Hipótesis

En este caso, la implementación de la metodología BIM repercutirá en la gestión de la información mejorando los procesos ya que se evitará la pérdida de información y retrabajos. Asimismo, la generación de un modelo 3D que integre información técnica y legal evitará la pérdida de información y ayudará a la buena toma de decisiones para la correcta gestión del Derecho de Vía.

2.7. Marco Teórico

2.7.1. BIM

Este proviene de la abreviatura del inglés "Building Information Modeling" (Modelado de Información de la Construcción); Eastman (2012), lo define como el conjunto de herramientas, procesos y tecnologías que son posibles gracias a la documentación digital y comprensibles por la máquina en relación con el rendimiento, la planificación, la construcción y la operación posterior de la estructura. El modelo de información de un edificio es el resultado final de una actividad BIM.

De acuerdo al Plan BIM Perú (2021), BIM es un método colaborativo de las gestiones de información de inversiones utiliza modelos de información desarrollados por todas las partes para facilitar la planificación, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento plurianual de la infraestructura pública, al mismo tiempo que brinda una base confiable para la toma de decisiones.

2.7.2. Modelo BIM

Son representaciones digitalizadas y compartidas de las características físicas y funcionales de todo o parte de un proyecto, mediante de la información paramétrica, gráfica y no gráfica ingresada en una base de datos con una interfaz gráfica tridimensional. Además, todos los modelos BIM deben ser desarrollados por miembros del equipo BIM, que consisten en cada inversión, utilizando los objetos y elementos nativos del software BIM. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020)

2.7.3. Usos BIM

Es un método para la aplicación de BIM definido por los procesos que se pueden posicionar, posicionar y relacionar con cada fase del ciclo de inversión para lograr uno o más objetivos específicos. Estos usos ayudan a iluminar las diversas formas en que las partes interesadas pueden utilizar los métodos BIM para realizar inversiones específicas. Por ello, un constante

intercambio de información y comunicación entre todas las partes involucradas en la gestión BIM es fundamental a lo largo del ciclo de inversión. Sin embargo, esto debe hacerse dentro de un Entorno Común de Datos (CDE) para obtener información confiable disponible, mejorar la comunicación entre las partes interesadas y tomar mejores decisiones. De la misma manera, es necesario definir las aplicaciones BIM que se utilizarán en el desarrollo de una inversión BIM para adaptarlo a las necesidades de información y objetivos de la inversión. (Plan BIM Perú, 2021)

De igual manera, la Guía Nacional BIM contempla 28 usos, 09 de los cuales se denominan usos iniciales, como se muestra en la Tabla 1. Esto se debe a que son los usos recomendados para las etapas iniciales de adopción de BIM en el desarrollo de inversiones.

Tabla 1

Usos BIM Nacionales

N°	USO BIM	FASES DEL CICLO DE INVERSIÓN				
		Formulación y Evaluación	EJECUCIÓN			Funcionamiento
			Elaboración	de Exp.	Ejecución Física de las	
1	Levantamiento de condiciones existente	✓	✓	✓		
2	Análisis del Entorno Físico	✓	✓	✓	✓	
3	Diseño de Especialidades	✓	✓	✓	✓	
4	Elaboración de documentación	✓	✓	✓		
5	Visualización 3D y postproducción	✓	✓	✓	✓	
6	Coordinación de la Información	✓	✓	✓	✓	
7	Análisis del programa arquitectónico	✓	✓	✓		

N°	USO BIM	FASES DEL CICLO DE INVERSIÓN				
		Formulación y Evaluación	EJECUCIÓN			Funcionamiento
			Elaboración	de Exp. Ejecución	Física de las	
8	Estimación de cantidades y costos		✓	✓	✓	
9	Revisión del diseño	✓	✓			
10	Análisis Estructural	✓	✓			
11	Análisis Lumínico	✓	✓			
12	Análisis Energético de las instalaciones	✓	✓			
13	Análisis de Constructibilidad	✓	✓	✓	✓	
14	Análisis de otras Ingenierías	✓	✓	✓	✓	
15	Evaluación de sostenibilidad	✓	✓			
16	Supervisión del Modelo de Información	✓	✓	✓		
17	Detección de Interferencia e Incompatibilidades	✓	✓	✓		
18	Planificación de la fase de ejecución	✓	✓	✓		
19	Diseño de sistemas constructivos para la ejecución			✓		
20	Fabricación digital			✓		
21	Planificación de obras preliminares y provisionales			✓		
22	Control de equipos para montajes			✓		
23	Modelo de Información As-Built			✓		
24	Gestión de activos				✓	
25	Programación de operación y mantenimiento				✓	
26	Análisis de los sistemas de activo				✓	
27	Gestión y seguimiento del espacio del activo				✓	
28	Planificación y prevención de desastres				✓	

Nota. Adaptado de la Guía Nacional BIM

2.7.4. Nivel de Información Necesaria (LOIN)

Son los niveles de información requerida para cumplir objetivos relacionados con la información requerida para una determinada inversión en cada proceso de intercambio de información. Además, los datos requeridos para cumplir con los objetivos de inversión y los requisitos de información deben incluirse en un modelo de información de Nivel de Información Requerida (LOIN). Por ello, el nivel de detalle (LOD) se utilizará para definir el nivel de información gráfica, mientras que el nivel de información se utilizará para definir el nivel de información no gráfica (LOI). (Guía Nacional BIM, 2021)

Tanto LOD como LOI son igualmente significativos definiendo el nivel de información requerido (LOIN) de la siguiente manera:

Figura 2

Nivel de Información Necesaria



Nota. Adaptado de la Guía Nacional BIM

2.7.5. LOD Y LOI

El LOD y el LOI se consideran métricas complementarias pero independientes. Definen la calidad, cantidad y granularidad de la entrega de información en términos del contenido geométrico, alfanumérico y documentario. (Nota Técnica BIM, 2021)

Para mayor información sobre el nivel de documentación geométrico, alfanumérico y documentario, ver el Anexo A. Matriz para la definición del Nivel de Información Requerido.

2.7.6. Roles BIM

Las funciones que realizan una o varias personas mientras se desarrolla una inversión con BIM se conocen como roles BIM. Un rol BIM no es un cargo. Los miembros de los equipos actuales podrán asumir roles BIM después de recibir capacitación. (Nota Técnica BIM, 2021)

Los roles BIM son:

2.7.6.1. Líder BIM. Encargados de administrar, liderar y diseñar con éxito el proceso organizacional y la estrategia de adopción de BIM de acuerdo con la necesidad y objetivo de cada una de las entidades. El líder BIM lidera los desarrollos a nivel organizacional de los requisitos de información BIM, teniendo en cuenta las lecciones y prácticas aprendidas a través del desarrollo de proyectos piloto. (Guía Nacional BIM, 2021)

La principal responsabilidad del Líder BIM es:

- Desarrollarse la estrategia y proceso de implementación BIM.
- Supervisarse las aplicaciones de BIM en los marcos organizacionales.
- Recopilarse la lección aprendida.
- Desarrollarse la estrategia para el desarrollo de capacidad de los personales.
- Evaluarse y Establecer el Requisito de Información Organizacional.

2.7.6.2. Gestor BIM. Encargado del proceso de gestión de la información BIM y establecer los requisitos de información para las inversiones en coordinación con el Líder BIM. Mientras se mantiene una comunicación y coordinación continua con el Coordinador BIM, es necesario comunicar claramente los Requerimientos de Informaciones a los Equipos de Proyectos. (Guía Nacional BIM, 2021)

La principal responsabilidad del Gestor BIM es:

- Evaluarse y establecerse el Requisito de Informaciones de la inversión.
- Evaluarse y establecerse el hito de entregas de las informaciones de la inversión.
- Evaluarse y establecerse el estándar de información.
- Evaluarse y proponerse métodos y procedimiento para las producciones de informaciones.
- Evaluarse, establecerse y gestionar las informaciones a través de Entornos de Datos Comunes (CDE).
- Establecerse las organizaciones y flujos de intercambios de contenedor de información.
- Evaluarse y desarrollarse el Plan de Ejecución BIM (BEP).
- Elaborarse las planificaciones y cronogramas de hito de entregas de proyectos.
- Definir la implementación de Infraestructura Tecnológica (TI).
- Asegurar la comunicación entre la entidad y el Equipo de Proyecto.
- Evalúas y apruebas las entregas de informaciones, según los cumplimientos de requisito de información de las prestaciones requeridas en los desarrollos de las inversiones.

- Gestionarse la lección aprendida.

2.7.6.3. Coordinador BIM. Encargados de coordinarse las ejecuciones del modelo de informaciones de la diversa especialidad, asegurándose los cumplimientos de requisito, norma y procedimiento de informaciones establecido para las gestiones de informaciones BIM, manteniéndose las comunicaciones y coordinaciones con el Gestor BIM y Equipos de trabajos. (Guía Nacional BIM, 2021)

La principal responsabilidad del Coordinador BIM son:

- Apoyarse del Gestor BIM en los desarrollos del Plan de Ejecución BIM.
- Encargados de confirmarse y asegurarse las correctas implementaciones e interoperabilidades de Recurso y Tecnologías de Información (TI).
- Coordinarse las elaboraciones de Modelos de Información.
- Desarrollarse y coordinarse el proceso de trabajos con los Equipos de Trabajos.
- Configurarse el Contenedor de Información.
- Revisarse y validarse las integraciones de modelo de informaciones federado de las distinta especialidad.
- Revisarse y plantearse soluciones a la incompatibilidad e interferencia de Modelos de Información.
- Asegurarse que el modelo de información se mantenga actualizado.
- Asegurarse que el modelo de información cumpla con el estándar definido por el Gestor BIM.

- Definirse las estrategias para los desarrollos de Modelo de Información.
- Asegurarse las comunicaciones dentro de los Equipos de Trabajo. Asimismo, mantenerse comunicado con el Gestor BIM.
- Extraerse información y documentaciones a partir de Modelos de Información. Experiencias y conocimiento.

2.7.6.4. Modelador BIM. Encargados de desarrollar el modelo de información de acuerdos a su requerimiento de información, tomando en cuenta los niveles de información necesarios (LOIN), y manteniéndose comunicados y coordinaciones continuas con el miembro de Equipos de Trabajos y el Coordinador BIM. (Guía Nacional BIM, 2021)

La principal responsabilidad de Modelador BIM es:

- Desarrollarse el Modelo de Información según las especialidades.
- Generarse archivo de intercambios de la información en diferente formato.
- Modelarse e introducirse las informaciones necesarias en el modelo o el elemento del modelo requerido según el Nivel de Información Necesarias.
- Utilizarse y crear nuevo objeto de acuerdos con la necesidad de proyectos.
- Asegurarse las calidades de entregable, manteniéndose las coordinaciones con la distinta especialidad.

2.7.6.5. Supervisor BIM. Previo a las entregas de modelos de información al Gestor BIM, trabajar con el coordinador BIM la persona encargada de realizarse la revisión periódica a los hosts del repositorio de información y asegurarse de que los modelos de información se esté completando de acuerdo con los requerimientos de información. (Guía Nacional BIM, 2021)

La principal responsabilidad del Supervisor BIM es:

- Apoyarse en los desarrollos del Plan de Ejecución BIM (BEP).
- Supervisarse el proceso de ejecución de Modelo de Información.
- Revisarse y validarse el modelo de información generado por parte de equipos de Ejecución.

2.7.7. Dimensiones BIM

La metodología BIM abarca muchas dimensiones. La mayoría de los textos actualmente citan hasta siete dimensiones, y algunos posiblemente mencionan la posibilidad de expandirse a nueve dimensiones en el futuro. Las dimensiones son niveles en donde siempre se agregan nuevos valores. (Díaz, 2019).

2.7.7.1. BIM 3D. Esta dimensión se enfoca en los objetos que simbolizaran toda la geometría del proyecto, como columnas, vigas y muros. En este modelo, profesionales como arquitectos, ingenieros, constructores y directores, entre otros, pueden recopilar o crear información en función de sus necesidades. Los participantes pueden actualizar sus vistas a lo largo de todo el ciclo del proyecto además de poder ver el edificio en tres dimensiones.

2.7.7.2. BIM 4D. La dimensión temporal se añade al modelo. Dicho de otro modo, cada pieza puede tener asignada una secuencia constructiva diferente. Seremos capaces de gestionar la dinámica del proyecto, simular las distintas fases de construcción, diseñar el plan de

ejecución y anticipar posibles dificultades. Esto aumenta la productividad y facilita el cumplimiento de los plazos inicialmente previstos. (Céspedes y Mamani, 2016).

2.7.7.3. BIM 5D. En esta fase se abarca el control de los costos y estimación de gastos del proyecto. Esta dimensión tiene como objetivo principal reducir los costos del proyecto.

2.7.7.4. BIM 6D. Implica generar y modelar posibles escenarios de contingencia y luego analizarlos para determinar cuál es el mejor curso de acción. En otras palabras, es una fase de elección de la mejor opción teniendo en cuenta los tamaños del proyecto representado.

2.7.7.5. BIM 7D. La gestión de la vida útil BIM representa un dominio administrativo en el que se ubica y organiza la información sobre una infraestructura efectiva a lo largo de su historia. De esta forma, el programa almacena cada una de las características de los recursos asignados en el plan, por ejemplo, tamaño, costos, planes de mantenimiento, etc. Como resultado, existe un proceso continuo de modificación y retroalimentación que registra cada diferencia entre el proyecto original y la realidad, dando como resultado una completa correspondencia entre el modelo BIM y el producto real. (Tacora y Rivera, 2020).

2.7.8. Etapas de la Implementación BIM

A partir de un análisis de objetivos, alcances y necesidades del área en donde se va a implementar BIM, se establecen las siguientes etapas que se pondrán en marcha diferentes procesos de trabajo. (SiBIM, 2019)

2.7.8.1. Relevamiento. Recopilar información sobre el área donde se va a implementar BIM para comprender el estado de situación (procesos, personas, tecnología, etc.).

2.7.8.2. Diagnóstico. Realizar un análisis a partir de la experiencia. Ajustar los objetivos de acuerdo a los recursos disponibles, ratificar o rectificar las decisiones tomadas hasta el momento.

2.7.8.3. Planificación. Definir objetivos, establecer plazos y resultados esperados

2.7.8.4. Desarrollo. Aplicar la práctica y la teoría propuesta por el equipo implementador: desarrollar modelos, documentos, aplicar roles, estándares, capacitaciones, etc., y monitorear los avances y la efectividad.

2.7.8.5. Evaluación. A partir de los datos del monitoreo proponer ajustes para actualizar la planificación y el desarrollo.

2.7.8.6. Seguimiento. Desarrollar un plan de soporte para una optimización continua, la transformación debe ser apoyada y sostenida en el tiempo.

2.7.9. Etapas BIM

Succar (2008) propone y define periodos, por los que deben pasar los proyectos, en la etapa de diseño, estas etapas nos dicen, de cierta manera, el nivel de madurez al momento de aplicar la metodología BIM. El paso de una etapa a otra va a depender en la subdivisión de estas para así definir los cambios menores que se tendrán que realizar para alcanzar la esta principal.

2.7.9.1. Etapa Pre-BIM. Existe mucha dependencia de la documentación 2D, no hay coordinación entre especialidades, mala comunicación entre los involucrados del proyecto, los metrados no son generados ni derivados de los modelos.

2.7.9.2. Etapa BIM 1. Las visualizaciones 3D de modelos ligeros ya son generados a partir de los modelos BIM, y los documentos en 2D ya son coordinados.

2.7.9.3. Etapa BIM 2. En esta etapa ya existe colaboración en al menos 2 disciplinas luego de haber adquirido algunas experiencias con los modelos, hay intercambio de datos en diferentes formatos, la comunicación es menos asincrónica.

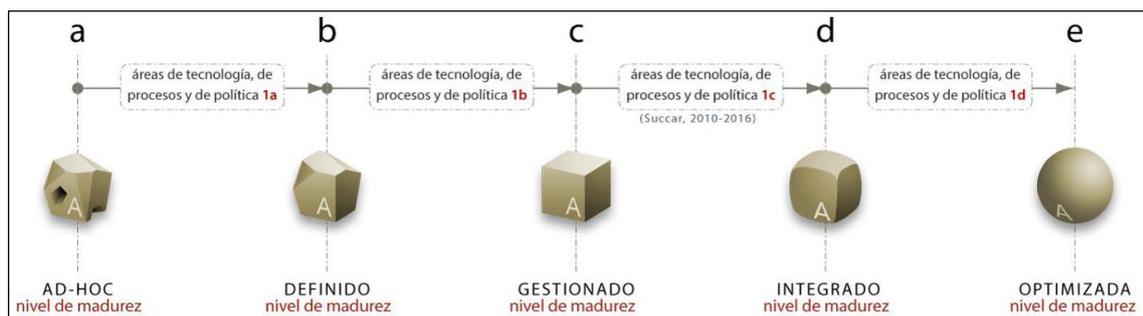
2.7.9.4. Etapa BIM 3. Se puede observar interacción en tiempo real de las partes involucradas, los flujos de trabajo cada vez están más basados en la virtualidad. El modelo es creado, compartido y mantenido de manera colaborativa en todo su ciclo de inversión. El modelo BIM va a permitir el análisis completo de la construcción.

2.7.10. Madurez BIM.

El término "madurez BIM" se refiere a la mejora progresiva y continua de la calidad, la repetibilidad y la previsibilidad en el núcleo de una capacidad BIM. La Madurez BIM se evalúa utilizando el Índice BIM de Madurez, que tiene cinco niveles, los cuales se indican en la siguiente figura: (BIM Excellence Initiative, 2016)

Figura 3

Niveles de Madurez



Nota. Adaptado de BIM Initiative 2016

2.7.10.1. Nivel de Madurez Ad-Hoc o Inicial. La implementación de BIM se caracteriza por la falta de una estrategia integral y una reducción significativa de procesos y políticas claramente definidos. Las herramientas BIM se han instalado sin una investigación sistemática ni suficiente planificación previa. La adopción del BIM será parcialmente posible gracias a los esfuerzos individuales carentes de apoyo de cargos intermedios y directivos. La capacidad de colaborar (si se logra) suele ser incompatible y ocurre sin pautas explícitas sobre cómo hacer las cosas, así como sin estándares o protocolos de comunicación. No existe una división formal de tareas y responsabilidades entre las partes interesadas.

2.7.10.2. Nivel de Madurez Definido. La amplia visión del equipo ejecutivo de alto nivel sirve como fuerza impulsora para la implementación de BIM. La mayoría de los procesos y políticas están bien documentados, se reconocen las innovaciones del proceso, pero aún no se han concretado por completo. La productividad de los empleados sigue siendo impredecible. Las pautas básicas de BIM están disponibles, incluidos manuales de capacitación, guías de flujo de trabajo y estándares de entrega BIM. A través de medios contractuales, se dividen las responsabilidades y se reducen los riesgos.

2.7.10.3. Nivel de Madurez Gestionado. La mayoría del personal conoce y comprende la visión de la implementación BIM. La estrategia de implementación BIM funciona en conjunto con planes de acción detallados y sistemas de monitoreo. Los roles BIM están institucionalizados y los objetivos de desempeño se logran de una manera más consistente. A través de normas detalladas y planes de calidad se gestionan los modelados, la representación 2D, la cuantificación, las especificaciones y las propiedades analíticas de los modelos 3D. Las alianzas temporales del proyecto o los acuerdos a largo plazo dejan en claro las responsabilidades, los riesgos y las recompensas de la colaboración.

2.7.10.4. Nivel de Madurez Integrado. La implementación BIM, los requisitos y la innovación de productos/procesos se integran en los canales organizativos, estratégicos, de gestión y de comunicación. La instalación y la elección del software se basan en objetivos estratégicos y no solo en requisitos operativos. El conocimiento está integrado en los sistemas de la organización y es fácilmente accesible y recuperable. Tanto los roles BIM como los objetivos competitivos están arraigados en la organización. Actualmente, la productividad es confiable y predecible. Los sistemas de gestión de calidad y mejora del rendimiento incorporan estándares BIM y referencias de desempeño.

2.7.10.5. Nivel de Madurez Optimizado. Los participantes en la organización y el proyecto han interiorizado la visión BIM y la están promoviendo activamente. La estrategia de implementación de BIM y sus efectos en los modelos organizacionales se revisan e integran continuamente con otras estrategias. Si se deben hacer ajustes a los procedimientos o políticas se hacen de manera proactiva. Para aumentar la productividad y alinearse con los objetivos estratégicos, la selección y el uso de herramientas de software se revisan continuamente. Los riesgos, responsabilidades y compensación asociados con la colaboración se revisan continuamente.

2.7.11. ISO 19650

La norma ISO 19650 es una norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación (BIM o Building Information Modelling). Contiene todos los mismos principios y requisitos de alto nivel que Ciclo de vida de Activos BIM y está estrechamente alineado con los estándares británicos actuales 1192. La publicación de ISO 19650 crea una oportunidad para organismos internacionales que colaboran en proyectos para minimizar las actividades

ineficientes y aumentar la previsibilidad del coste y la duración, a través de un enfoque común para la gestión de la información. (buildingSmart, 2021)

La serie ISO 19650 está compuesta por un conjunto de normas:

- La norma ISO 19650-1 establece los conceptos y principios recomendados para los procesos de desarrollo y gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de cualquier activo de construcción.
- La norma ISO 19650-2 define los procesos de desarrollo y gestión de la información durante la fase de desarrollo.
- La norma ISO 19650-3 define los procesos de uso y gestión de la información durante la fase de operación.
- La norma ISO 19650-4 define el intercambio de información en BIM durante las fases de desarrollo y operación. Esta norma está actualmente en elaboración.
- La norma ISO 19650-5 establece los requisitos de seguridad de la información.

2.7.12. Partes involucradas en la Gestión de la Información BIM

La NTP-ISO 19650-1:2021 y NTP-ISO 19650-2:2021, describe la responsabilidad y actividad de cada una de la parte involucrada, para comprenderse la función organizacional y del proyecto que se tiene que desempeñarse, como partes de procesos de Gestión de la Información BIM. De tal forma, la parte involucrada en los procesos de gestión de la información de unas inversiones desarrolladas aplicándose BIM, son la que se muestra en la figura posterior: (Guía Nacional BIM, 2021)

Figura 4

Parte involucrada en los procesos de gestión de la información BIM.



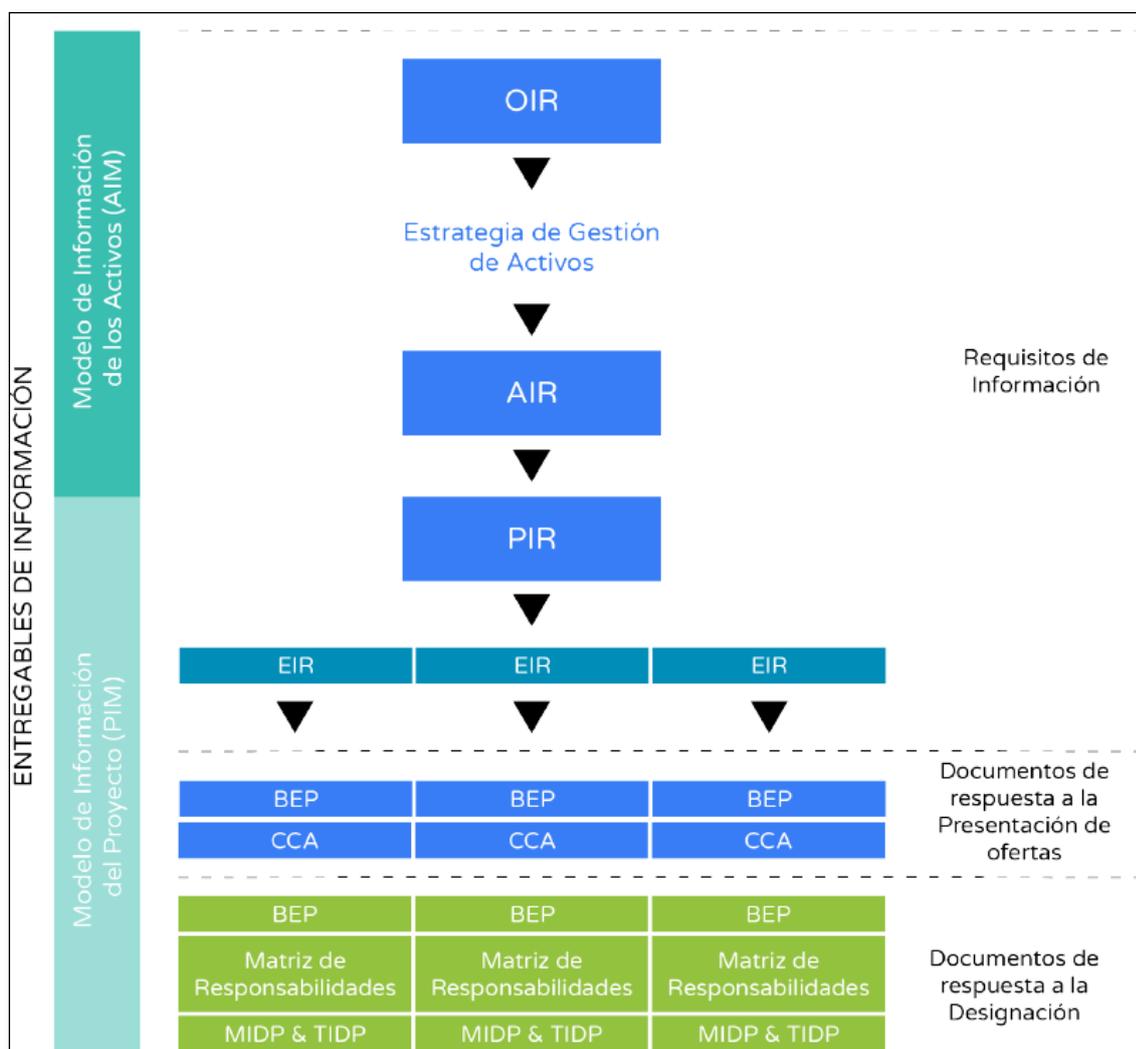
Nota. Adaptados de guidance part a edition 1 - the information management function and resources)

2.7.13. Documentos para la Gestión de la Información BIM

Se requieren diferentes tipos de documentos como partes de intercambios de informaciones entre la parte involucrada en los desarrollos de las inversiones de procesos de gestión de la información BIM. Este documento está alineado a las jerarquías del Marco Colaborativo Nacional, que sirven de referencias y establecen el lineamiento para la adopción de BIM. Adicionalmente, el documento está relacionado con los ciclos de inversiones y debe expresarse de acuerdo con las fases o etapas en la que se pretenden realizar las inversiones, con las siguientes clasificaciones: (Guía Nacional BIM, 2021)

Figura 5

Herramienta BIM de marcos colaborativos



Nota. Adaptado de la Guía Nacional BIM

2.7.14. EIR (*Requisitos de Intercambio de Información*)

Los EIR, por la sigla en inglés de Exchange Information Requirement, es el Requisito de Intercambios de Informaciones relacionado con las designaciones. Los EIR es desarrollado por las Parte que Designan en las peticiones de oferta y describe el aspecto de gestiones, contractual y técnica, de las producciones de informaciones de las inversiones públicas. El EIR es específico para cada una de las designaciones vinculadas a las inversiones y debe estar alineado con el requisito establecido en los OIR, AIR y PIR. Los EIR forma parte de Términos

de Referencias (TDR), o documentos equivalentes, de las prestaciones requeridas en los desarrollos de las inversiones (Guía Nacional BIM, 2021)

2.7.15. PEB (Plan de Ejecución BIM)

El BEP, por las siglas en inglés de BIM Execution Plan, es un documento elaborado por la Parte Designada Principal, y tiene el propósito de acompañar el desarrollo o ejecución de cada inversión. Su contenido explica la metodología de trabajo, los procesos, las características técnicas, los roles BIM, las responsabilidades y los entregables que responden a los requisitos de intercambio de información (EIR) establecidos por la Parte que Designa y que las partes involucradas deben seguir para el desarrollo de una fase o etapa del ciclo de inversión. (Guía Nacional BIM, 2021)

2.7.16. Entorno Común de Datos

El Entorno de Datos Comunes (CDE, o Common Data Environment en inglés) son las fuentes de informaciones utilizadas por equipos de proyectos en la inversión desarrollada bajo las metodologías BIM para las recopilaciones, gestiones y difusiones de cada contenedor de información generados por la parte involucrada en las inversiones (Plan BIM Perú, 2021).

El CDE es la "única fuente confiable de información" de las inversiones, y todas sus modificaciones se registran allí a través de un "historial de cambios". La entidad constituirá, ejecutará y administrará el CDE, o en su defecto, un tercero que haya sido designado por la entidad. (Nota Técnica de Introducción BIM, 2021).

Es por esto que, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2021), define como los beneficios del CDE los siguientes puntos:

- Permite una búsqueda de información más rápida y ahorra el tiempo dedicado a determinar si las informaciones compartidas es precisa, quién las produjo, etc.

- Mejora de las comunicaciones entre la parte involucrada e información confiables para la toma de decisiones.
- Colaborar con la herramienta y método para crear, compartirse y gestionarse las informaciones generadas por los distintos involucrados en la inversión.
- La información están disponibles en todo momento durante los ciclos de inversión.
- Controles sobre el flujo de información de la fuente y, en consecuencia, la versión más reciente de los datos.

Por consiguiente, se presentan cada estado de contenedor de información dentro de CDE: (Guía Nacional BIM, 2021)

- Trabajos en procesos (WIP con las sigla en inglés de Work in Progress): Informaciones que están siendo desarrolladas por sus creadores o equipos de trabajos, no visibles ni accesibles para nadie más.
- Compartido: La información se revisan para que la validaciones sean adecuadas para los usos de otro equipo de trabajos, equipo de ejecuciones o con las Partes que Designan. Estas validaciones las hace las Partes Designadas Principales.
- Publicado: Informaciones autorizadas por las Partes que Designan para sus usos en la siguiente etapa que requiera de diseño más detallado, para las construcciones o para las gestiones de activo. Ejemplos de ello son el entregable contractual.
- Archivado: Informaciones registradas a través de flujo de trabajos, creándose automáticamente archivos de inversiones. Registradas cada uno de sus progresos en cada hitos de las inversiones y deben llevar registros de todo el intercambio y cambio para proporcionar trazabilidades a las gestiones de información para las inspecciones y comparaciones en caso de consultas y/o disputas.

2.7.17. Infracworks

INFRAWORKS es un software desarrollado por la corporación estadounidense Autodesk que sirve como herramienta de diseño conceptual y visualización, además de análisis y cálculos ingenieriles, posicionándose, así como una plataforma BIM en proyectos de infraestructura civil con las últimas tecnologías en modelado 3D. Recientemente se ha adicionado la herramienta Traffic Analyst Panel (TAP) que permite a los ingenieros de tráfico tener un análisis detallado y presentable. El software es compatible con AutoCAD Civil 3D, el cual permite finalizar un diseño geométrico más detallado. (Ríos, 2018)

2.7.18. ArcGis Pro

Es un software repleto de funciones desarrollado con mejoras e ideas de la comunidad de usuarios de ArcGIS Pro. ArcGIS Pro admite la visualización de datos; análisis avanzado; y mantenimiento autorizado de datos en 2D, 3D y 4D. Admite el uso compartido de datos en un conjunto de productos de ArcGIS, como ArcGIS Online y ArcGIS Enterprise, y permite a los usuarios trabajar en el sistema ArcGIS a través de Web GIS. (ESRI, 2022)

2.7.19. ArcGis Online

ArcGIS Online, Plataforma Colaborativa basado en la nube para crear mapas web interactivos y compartir información con todos los agentes del proyecto en tiempo real. (ESRI, 2022)

2.7.20. Autodesk Construcción Cloud

Es una Plataforma Colaborativa de Gestión de la información basada en la nube, mediante este entorno común de datos se garantiza el acceso a todos los agentes que intervienen en el proyecto de manera que toda la información generada del proyecto, independientemente de dónde se produzca, va a estar a disposición para todos los involucrados. (Autodesk Construcción Cloud, 2021)

2.7.21. GIS

Un sistema de información geográfica (GIS) es un entorno para recopilar, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia de la geografía, el GIS integra muchos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información en visualizaciones usando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, los GIS revelan conocimientos más profundos de los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes. (ESRI España, 2022)

2.7.22. Fotogrametría con Drones

La fotogrametría con drones es una técnica cuyo objetivo es estudiar y definir de manera precisa, las formas, dimensiones y posición de un objeto en el espacio. Para cumplir con ese objetivo, esta técnica se apoya en fotografías y en equipos aéreos no tripulados (Drones), estos han supuesto un gran avance, se obtienen resoluciones muy altas además de que agilizan de manera enorme el trabajo. Es importante mencionar que para que el objetivo sea completado de manera satisfactoria se requiere realizar una buena planificación. El estudio previo del terreno, la planificación del vuelo, la selección del dron y la experiencia del piloto son factores a tomar muy en cuenta.

2.7.23. Derecho de Vía

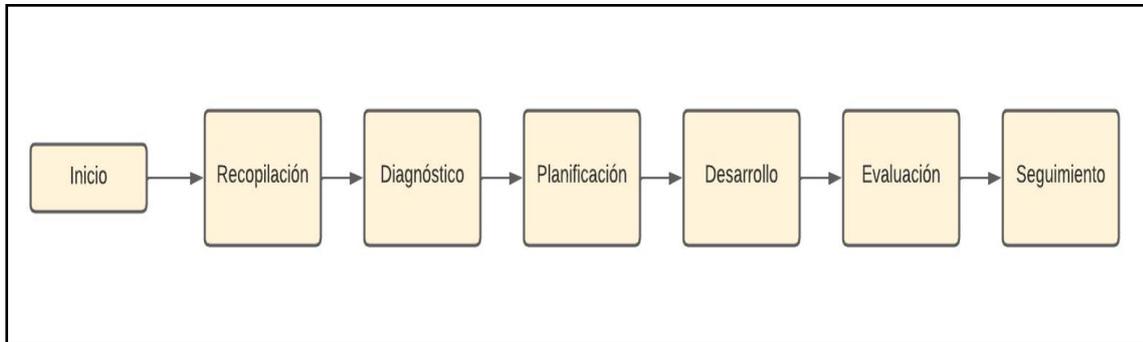
Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanchamiento, mejoramiento y zonas de seguridad para el usuario. (Decreto Supremo N°037-2019-MTC, 2019)

2.8. Metodología

La metodología a utilizar será como se muestra en la siguiente Figura 6:

Figura 6

Etapas para la implementación de la metodología BIM en la dirección de Derecho de Vía



Nota. Elaboración Propia

2.8.1. Tipo de investigación

Según Sampieri, Fernández y Baptista (2006), una investigación descriptiva es aquella cuyo objetivo es describir en detalle como son y como se manifiestan los fenómenos, situaciones, contextos y eventos. Para describir lo que se investiga, se eligen una serie de preguntas y se miden o recopilan datos sobre cada una de ellas. El objetivo es identificar propiedades esenciales, características y riesgos.

El presente trabajo utilizará métodos de investigación descriptivos para describir la propuesta de Implementación de la metodología BIM en la Dirección de Derecho de Vía de Provias Nacional, aplicando herramientas BIM a un proyecto en ejecución.

Como resultado, el diseño de investigación es no experimental porque las variables no han sido alteradas intencionalmente; más bien, sólo se observarán y analizarán en el proceso de la implementación BIM. En cambio, es transversal y descriptivo porque los datos se recopilan en un solo período de tiempo con el objetivo de describir variables de la metodología BIM, así como su impacto y relaciones en un momento específico. Finalmente, el enfoque es

cuantitativo porque hemos planteado un problema y una hipótesis que vamos a contrastar mediante una serie de pasos.

2.8.2. Población y muestra

2.8.2.1. Población. De acuerdo con la presente investigación, el universo poblacional estaría conformado por Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - PROVÍAS NACIONAL (PVN) conformada por seis direcciones, Unidad Ejecutora del Pliego Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) que necesita implementar la metodología BIM el cual busca mejorar la gestión de la información de los proyectos. Los resultados de este estudio también servirán como guía para las futuras implementaciones que se realizarán obligatoriamente en todas las entidades públicas del Perú, ya que el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) mediante la medida política “Plan BIM Perú” ha señalado que para julio del 2030 todas las entidades y empresas públicas sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), de los tres niveles de gobierno, deberán utilizar la metodología Building Informativo Modeling.

2.8.2.2. Muestra. Se tomó como muestra la Dirección de Derecho de Vía porque es en esa dirección al igual que en las demás direcciones de Provias Nacional en donde en un futuro se espera implementar la metodología BIM. La dirección de Derecho de Vía consta de 70 personas.

2.8.3. Instrumentos

- Revisión de documentos en línea: A través de la internet se revisan las Normas, manuales, libros, tesis, videos y otros materiales relacionados con el tema de Implementación de la metodología BIM.
- Software: Civil 3D, Infracore y ArcGis Pro para modelar la información.

- Google Forms: Plataforma para realizar encuestas.
- Entorno Común de Datos: BIM 360 y ArcGis Online para el trabajo colaborativo.
- Una PC o laptop con capacidad para realizar el modelamiento en el software Infracore.
- Guía Nacional BIM: Los parámetros para la Gestión de la información de las inversiones desarrolladas con BIM.

2.8.4. Procedimientos

2.8.4.1. Procedimiento de recolección de datos

A. Recopilación. Se deberá formular ciertas preguntas y elaborar una encuesta que se deberá difundir a todo el personal de la dirección para conocer el estado actual de la dirección, recopilar información acerca de sus recursos lógicos (procesos, flujos de trabajo, puntos críticos, etc.), recursos humanos (conocimientos BIM, capacidades, organigrama, roles y funciones, etc.) y recursos tecnológicos (software, hardware, repositorio de información, etc.).

Este formulario de preguntas se elaborará teniendo como referencia lo propuesto y consignado por el Sistema de Implementación BIM Argentina (SiBIM, 2019), realizando las adaptaciones correspondientes.

El formulario abarcará 7 ejes temáticos que nos permitirán conocer los recursos (humanos, tecnológicos y lógicos) con los que cuenta la dirección, las preguntas serán agrupadas por los ejes temáticos que se muestran continuación:

- Datos Básicos de Contacto
- Objetivos Generales
- Conocimientos BIM
- Hardware y Software

- Flujo de Trabajo
- Entorno Común de Datos
- Equipo de Trabajo

Una vez obtenida la información a partir de las encuestas, se procesará a través del software Power BI para un mejor entendimiento de la información a través de gráficos. Estos gráficos muestran las respuestas filtradas en dos grupos Área técnica (Ingenieros, Asistentes técnicos) y Área legal (Abogados, Asistentes legales).

2.8.4.2. Procesamiento de datos

A. Diagnóstico. Se deberá realizar un análisis de la información recopilada a fin de conocer el estado situacional de la dirección, conocer sus debilidades, fortalezas y ajustar los objetivos de acuerdo a los recursos disponibles. Para poder identificar el nivel de madurez BIM en el que se encuentra la dirección se evaluarán los recursos lógicos, humanos y tecnológicos.

Posterior al análisis se elaborará una Matriz de Diagnóstico del nivel de madurez BIM, la cual ha sido adaptada de la iniciativa BIME Initiative y SiBIM.

En esta matriz estará sintetizada toda la información obtenida a partir del formulario y de su posterior análisis. Los resultados obtenidos de esta matriz de diagnóstico nos permitirán conocer en qué Nivel de Madurez BIM se encuentra la Dirección de Derecho de Vía.

Se evaluará el Nivel de Madurez BIM de la Dirección de Derecho de vía en base a los tres recursos que se muestran a continuación:

- Recursos Lógicos:

Conocer la metodología de trabajo y los procesos del área en donde se implementará la metodología BIM. Esta información será recolectada a través de los ejes temáticos: Objetivos BIM y Flujos de Trabajo.

- Recursos Humanos:

Se evaluará este tipo de recurso para poder formular los nuevos roles y capacidades que serán necesarios para formar un equipo de implementación BIM así como en qué temas será necesario capacitar a los equipos. Esta información se recolectará mediante los ejes temáticos de información: Equipo de trabajo y conocimientos BIM.

- Recurso Tecnológicos:

Evaluar este tipo de recursos determinará los requerimientos, tanto de software como de hardware y datos que existen en la Dirección de Derecho de Vía. Esta información se recolecta con los ejes temáticos de información: Entorno Común de datos, Hardware y Software.

B. Planificación. Se deberá definir objetivos, establecer plazos y resultados esperados, tomando como base los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico, se espera tener claro las metas para proceder a realizar una planificación detallada, en esta etapa de deben crear diversos planes (Plan de Capacitación, Plan de Actualización Tecnológica, Plan CDE, Plan de Equipo de trabajo) que dará consistencia al desarrollo de la implementación, evitando improvisaciones y por lo tanto incidencias negativas.

C. Desarrollo. Una vez realizados los planes se procede al desarrollo de estos en un proyecto piloto de la dirección (Interconexión del Puente Nanay con la Vía Existente), en esta etapa se deberá generar el modelo digital que integre la información del proyecto mediante la aplicación del software Infracore, a través del trabajo colaborativo con la aplicación de distintos softwares y haciendo uso de un entorno común de datos para el intercambio de información gráfica y alfanumérica.

A continuación, se muestran los pasos para generar el Modelo Digital:

-Levantamiento de Campo de las condiciones existentes (Catastro, Interferencias, etc) por medio de herramientas tradicionales (Estación Total, GPS, etc) o por medio de la Fotogrametría con Drones (Ortofotos).

-Levantamiento de Datos (Propietario del Predio, Área Afectada, Código de Afectado, Estado de Predio, etc).

-Modelado 2D de lo levantado en campo en el software Civil 3D o AutoCad y elaboración de la base de datos de la información catastral en Excel.

-Digitalización de las Áreas afectadas en el software ArcGIS PRO, en este software se debe unir la información gráfica proveniente de lo modelado en Civil 3D con la información alfanumérica elaborada en tablas de Excel, todo se une en una sola entidad en formato. Shape.

-Por intermedio del Entorno de Datos Comunes (ArcGIS Online) se intercambiará información de un software a otro, la plataforma ArcGIS Online será la plataforma de intercambio de información desde Civil 3D a ArgGIS Pro y posteriormente también hacia el software Infraworks.

- Se realiza el modelo digital 3D de las condiciones existentes en el software INFRAWORKS, este software tiene la capacidad de modelar información proveniente del software ArcGIS PRO en formato (.Shape) y la capacidad de vincular tablas de información alfanumérica a los elementos del modelo.

- Por último, este Modelo Digital 3D se almacena en la Nube (Autodesk Construcción Cloud), en donde todo el personal de la dirección podrá tener acceso al modelo digital 3D desde la web sin la necesidad de tener el software Infraworks instalado en su pc. Este modelo integra información gráfica y alfanumérica del proyecto y servirá de base confiable para la toma de decisiones.

D. Evaluación. Una vez terminada la etapa de Desarrollo debemos evaluar el trabajo realizado y crear estrategias para mejorar el mismo. Esta evaluación se realizará por las personas que lideran la implementación después de terminado el proyecto.

E. Seguimiento. Esta práctica debe realizarse con una recurrencia no menos a un año, la cual consiste en la retroalimentación y actualización de los diversos documentos creados en la etapa de planificación.

2.8.4.3. Resultados de los Procesamientos. El alcance de este trabajo de investigación es hasta generar el Modelo Digital (Etapa de Desarrollo), es por eso que para esta investigación no se tomarán en cuenta los resultados obtenidos en la Etapa de Evaluación y Seguimiento, ya que estas etapas se realizarán por el personal que lidere la implementación y se pondrán en marcha una vez terminado el proyecto, estas consisten en evaluar si los trabajos se hicieron como se planificaron y en la actualización de los documentos generados en las etapas anteriores.

Luego del procesamiento de datos se obtuvieron los resultados tal como indica la Tabla 2:

Tabla 2

Resultados de la Propuesta de Implementación BIM

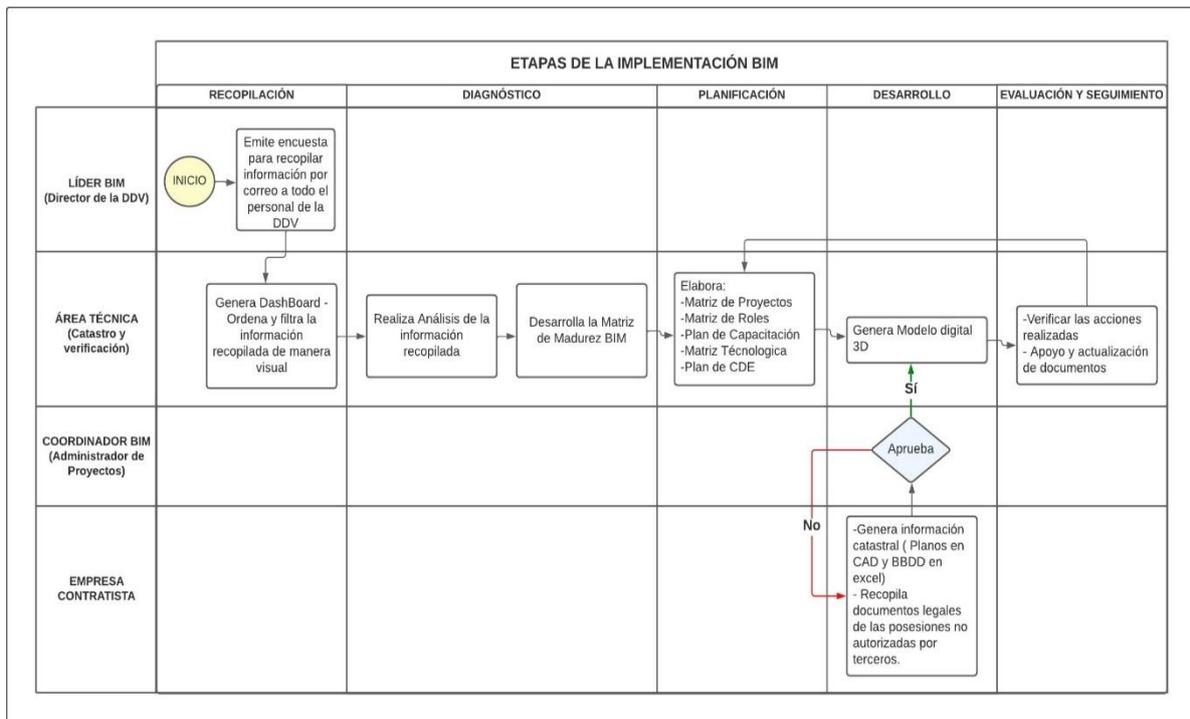
RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN BIM	
ETAPA	RESULTADOS
1. Recopilación	Formulario de preguntas DashBoard (Power BI)
2. Diagnostico	Análisis de Datos Matriz de Madurez BIM

3. Planificación	Matriz de Proyectos Matriz de Roles Plan de Capacitación Matriz tecnológica Plan CDE
4. Desarrollo	Modelo Digital
5. Evaluación	Evaluar las acciones realizadas
6. Seguimiento	Actualización de los planes generados en la etapa de Planificación.

2.8.4.4. Guía de la Implementación BIM (Dirección de Derecho de Vía). Las características de cada Etapa de la Implementación BIM se muestra en la siguiente figura:

Figura 7

Flujo de trabajo de la Implementación BIM en la Dirección de Derecho de Vía.



Nota: Elaboración Propia

2.8.5. Análisis de datos

2.8.5.1. Ubicación de la dirección en estudio

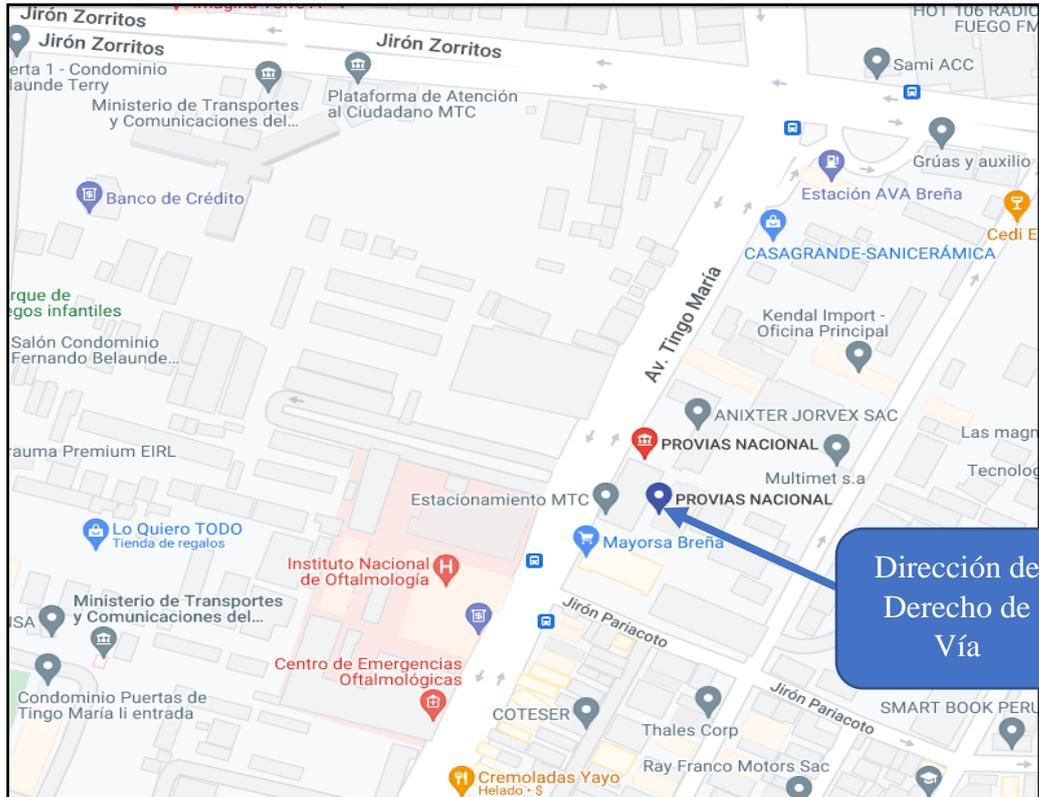
A. Ubicación:

- **Departamento:** Lima
- **Provincia:** Lima
- **Distrito:** Breña
- **Personal:** 70 personas

La dirección en estudio es una de las direcciones de línea de Provias Nacional en donde se propone implementar la metodología BIM, se encuentra ubicada en la ciudad de Lima, distrito de breña en la Av. Tingo María 347.

Figura 8

Ubicación de la Dirección de Derecho de Vía

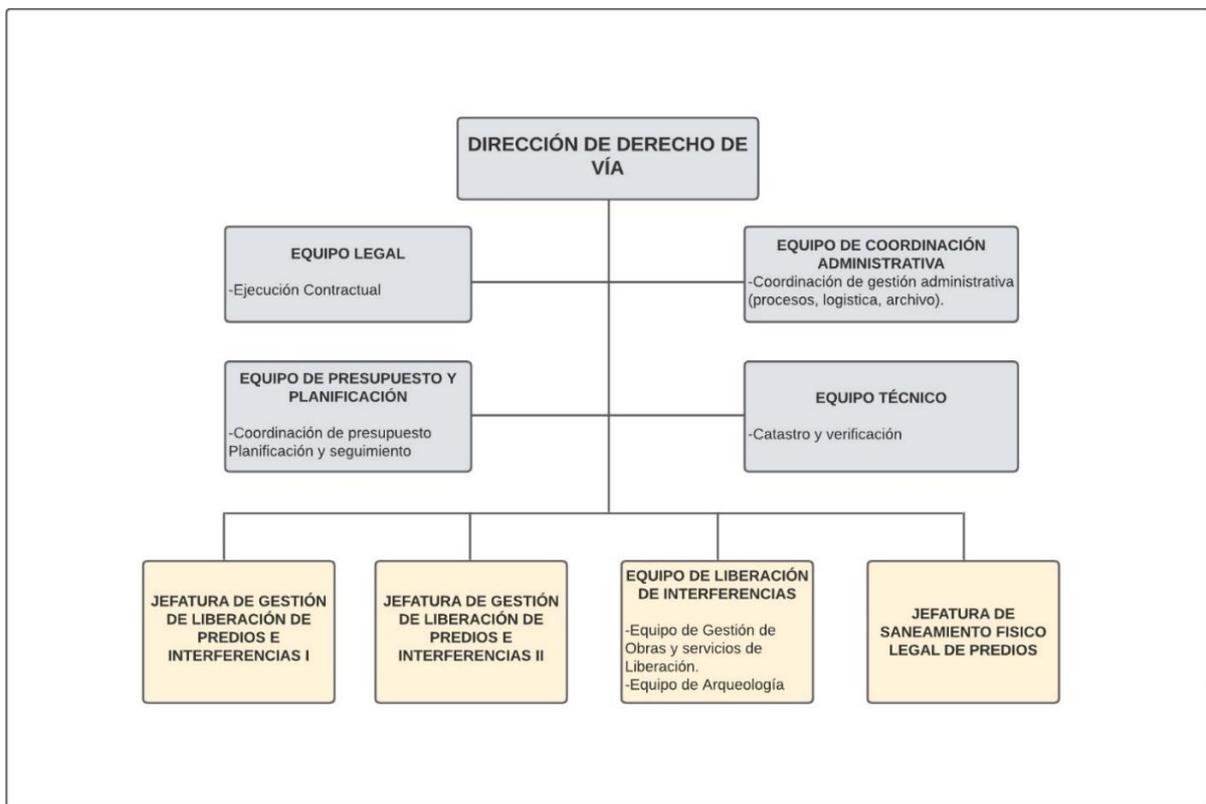


Nota. Adaptado de Google Maps

2.8.5.2. Área de influencia. Las jefaturas o equipos que forman parte de la Dirección de Derecho de Vía en donde se propone implementar la metodología BIM se muestra en el siguiente organigrama:

Figura 9

Organigrama de la Dirección de Derecho de Vía



Nota. Elaboración Propia

2.8.5.3. Estado actual de la dirección. El estado actual de la dirección, luego de ser evaluada; tiene distintas jefaturas y equipos que trabajan con poca comunicación entre sus especialistas y aplican herramientas digitales desfasadas con respecto a las nuevas tendencias a nivel mundial; presenta problemas para el almacenamiento e intercambio de información, por ello la finalidad del estudio es realizar una propuesta de implementación de la metodología BIM que se adecue a los procesos de gestión y liberación de predios e interferencias afectados por el derecho de vía de un proyecto vial y que sea la más óptima respetando los lineamientos que propone la medida política “Plan BIM Perú” impulsada por el Ministerio de Economía y Finanzas(MEF).

2.9. Resultados

2.9.1. Recopilación

Como resultado de esta etapa tenemos la creación de un formulario con una variedad de preguntas orientadas a conocer el estado actual de la dirección de Derecho de Vía a través de sus recursos humanos, tecnológicos y lógicos.

La encuesta fue respondida por un total de 70 personas, entre ingenieros (jefes de Área, administradores de proyectos y especialistas), abogados y asistentes, pertenecientes a la Dirección de Derecho de Vía de la entidad pública, en la cual se difundió un formulario de preguntas las cuales se encuentran a detalle en el Anexo N°01.

Este formulario de preguntas se hizo de manera digital a través de la plataforma Google Forms ya que permite hacer encuestas a través de la web. Los resultados obtenidos fueron estructurados en base a los 7 ejes temáticos mencionados en el numeral 2.8.4.1. Procedimiento de Recolección de Datos, la información recopilada se procesó en el software Power BI el cual nos da la posibilidad de visualizar fácilmente nuestros datos a través de un Dashboard (Gráfico que muestra de manera visual los datos). Estos se muestran en el Anexo N°02.

2.9.2. Diagnóstico

Para implementarse el BIM, se requieren contarse con enfoques estratégicos que involucren a todas las direcciones y respaldos adecuados por parte del área. Por lo cual es importante realizarse diagnósticos o análisis a fin de conocerse los estados de las direcciones al inicio de las implementaciones y buscar responder a la necesidad y objetivo organizacional, permitiéndose los cambios de proceso actual e implementarse nueva forma de trabajo utilizado por BIM, la cual debe considerarse de maneras preliminares a las aplicaciones de procesos de gestión de información BIM, establecidos en las NTP-ISO 19650-2:2021. Las conclusiones obtenidas en esta etapa servirán de referencia en etapas posteriores para compararnos y determinar si se lograron mejoras o es preciso un cambio de enfoque.

Como resultado de esta etapa se debe realizar un análisis de la información recopilada en la etapa anterior, en este análisis se determinaron los principales desafíos a superar por cada recurso evaluado (Recurso Lógico, Recurso Humano, Recurso Tecnológico), en donde gracias a la información recopilada en las encuestas se busca conocer los Desafíos a superar y proponer estrategias necesarias para lograr los objetivos que se esperan alcanzar.

A continuación, realizado el análisis de la información se describen los desafíos a superar, así como las estrategias planteadas en las siguientes Tablas:

Tabla 3

Análisis de Recursos Lógicos

RECURSOS LÓGICOS	
OBJETIVOS BIM	
DESAFÍOS A SUPERAR	ESTRATEGIA
El 56.9% del personal encuestado en la DDV tiene una idea general sobre la metodología BIM pero no lo aplica.	Potenciar el conocimiento sobre la metodología BIM en las direcciones de línea mediante un programa de capacitaciones (internas/externas)

RECURSOS LÓGICOS	
Desalineamiento de objetivos por todos los actores intervinientes.	considerando sus alcances y beneficios. Entender los objetivos de las diferentes jefaturas, pero trabajar con los objetivos comunes (calidad, entrega a tiempo, etc.)
FLUJO DE TRABAJO	
DESAFÍOS A SUPERAR	ESTRATEGIA
Lenta elaboración y aprobación de Términos de Referencia para contratar servicios.	Promover un área que elabore los Términos de Referencia, especialista en el área para complementar al personal ya existente, ya que el personal sin ser especialista muchas veces realiza ese trabajo, así evitar que surjan observaciones en los TDR proyectados y evitar demoras en la contratación de los servicios que perjudican el cumplimiento de las metas.
Falta de comunicación y coordinación entre las Direcciones o Jefaturas involucradas.	Promover la integración de todos los equipos, compartir información y reuniones de programación de las metas a cumplir. Esto involucra dar el soporte tecnológico y administrativo a fin de promover un flujo constante y continuo de información entre todos los equipos de la DDV y trabajar como un equipo integrado.
Trabajo aislado de las direcciones de línea respecto a otros despachos. Entrega de información o restricción a ella entre áreas de la DDV.	
No existe una metodología de trabajo definida ni eficiente, es deficiente debido a la poca coordinación entre las Direcciones o Áreas involucradas.	

RECURSOS LÓGICOS	
No se considera relevante o aplicable el uso de estándares, protocolos o guías / La aplicación de estándares es mínima o nula / Las buenas prácticas son compartidas de manera informal entre las personas.	Se recomienda a la DDV definir y documentar los procesos principales sobre los cuales se ejecutan los proyectos con relación a BIM. Establecer estándares como: Estructura de carpetas dentro del ECD, Nomenclatura de Archivos, informes, planos y una nomenclatura de elementos como capas trabajadas en CAD y codificar entidades dentro del software GIS.

Tabla 4*Análisis de Recursos Humanos*

RECURSO HUMANO	
ESTRUCTURA DE TRABAJO	
DESAFÍOS A SUPERAR	ESTRATEGIA
Organigrama interno de la Dirección de Derecho de Vía.	Adecuación BIM de las funciones y roles actuales del personal de la Dirección de Derecho de Vía.
ÁREAS Y TAREAS	
DESAFÍOS A SUPERAR	ESTRATEGIA
Mapa de procesos de la Dirección de Derecho de Vía.	Adecuación de procesos internos de la Dirección de Derecho de Vía, según los nuevos lineamientos BIM de los proyectos a desarrollar con dicha metodología.

RECURSO HUMANO	
<p>Roles y funciones no definidos y/o imprecisos. Los roles son ambiguos / Carece de una estructura que defina claramente los roles y funciones de cada integrante en la ejecución de proyectos BIM.</p>	<p>Se recomienda iniciar la definición de un esquema de roles y funciones que asigne las responsabilidades de cada integrante con base en las competencias necesarias para el rol. Esto debe estar plasmado en la matriz de roles.</p>
EQUIPO DE TRABAJO	
DESAFÍOS A SUPERAR	ESTRATEGIA
<p>El 90% del personal encuestado en la DDV solo ha logrado revisar planos digitales en 2D en el último año.</p>	<p>Definir un programa de capacitaciones externas sobre softwares y/o herramientas para la revisión y visualización de modelos BIM/GIS, entre otros temas.</p>
<p>Profesionales con capacitación insuficiente. Poseen profesionales no capacitados trabajando en los distintos proyectos.</p>	<p>Se recomienda brindar capacitaciones de forma progresiva con respecto a los procesos de gestión de la información con BIM, correcto uso del Entorno Común de datos y posteriormente capacitaciones de software BIM para una mejor visualización de las áreas a liberar y capacitaciones de software GIS para el análisis y administración de la base gráfica y no gráfica de los proyectos.</p>

CONOCIMIENTO BIM	
DESAFÍOS A SUPERAR	ESTRATEGIA
El 41.2% del área técnica encuestada en la DDV posee un grado inicial o muy básico de conocimiento BIM	Potenciar el conocimiento sobre la metodología BIM en las direcciones de línea mediante un segundo programa de capacitaciones (internas/externas) considerando el marco normativo BIM, revisión de modelos BIM y visualización de modelos BIM. Recomendar a las direcciones de línea se asigne al personal con experiencia en revisión y visualización de modelos la dirección y seguimiento de los proyectos a desarrollar con la metodología BIM y que, a su vez, sirvan de guías en la implementación de la metodología en su dirección.
El 53% del área técnica encuestada en la DDV no tiene ningún nivel de conocimiento en revisión de modelos BIM.	
El 38% del área técnica encuestada en la DDV no tiene ningún nivel de conocimiento en visualización de modelos BIM.	
El 59% del área técnica encuestada en la DDV no tiene ningún nivel de conocimiento en modelado de infraestructura vial.	
El 53% del área técnica encuestada en la DDV no tiene ningún nivel de conocimiento en digitalización con software GIS.	
Trabajo no colaborativo en la DDV	
No existe conocimiento de otros organismos para colaborar / No hay intenciones de colaboración con otros organismos.	Resulta imprescindible contar con una estrategia de intercambio de datos e información desde el comienzo de un proyecto, y así poder lograr una correcta colaboración a lo largo de su ciclo de vida.
La comunicación es engorrosa a través de correo electrónico y en algunos casos	Para esto será necesario trabajar en un Entorno

mediante el uso de carpetas compartidas, no existe un método de aviso.	Común de Datos para centralizar toda la información y lograr que los interesados trabajen sobre los archivos correctos, contar con la información necesaria en tiempo y forma, evitando la incertidumbre de trabajar con archivos desactualizados.
No existe un entorno común de datos para la gestión de la información. El conocimiento BIM se comparte de manera informal entre las personas.	

Tabla 5*Análisis de Recursos Tecnológicos*

RECURSO TECNOLÓGICO	
ENTORNO COMÚN DE DATOS	
DESAFÍOS A SUPERAR	ESTRATEGIA
El 80.6% del personal encuestado en la DDV indica que la computadora/laptop es el espacio designado para el almacenamiento de la información de las inversiones. El 16.7% señala la red institucional también.	Resaltar los beneficios y necesidad del establecimiento de un entorno común de datos como espacio designado para el almacenamiento de la información de las inversiones desarrolladas con BIM, en el segundo programa de capacitación (internas/externas).
El 40.3% del personal encuestado en la DDV señala que no existe una base de datos para cada proyecto desarrollado.	
El 52.8% del personal encuestado en la DDV señala que no existe un repositorio o biblioteca de archivos de acceso común.	

RECURSO TECNOLÓGICO	
El 51% del personal encuestado en la DDV señala que no existe una clasificación y codificación de carpetas establecida.	Establecer el sistema de clasificación y codificación y estructura de carpetas a exigir a los Consultores externos en la gestión de la información de los proyectos desarrollados con BIM en las direcciones de línea. Proponer la estructura de carpetas como una alternativa y complementar lo indicado en la norma ISO 19650 y el flujo de trabajo propuesto en ella, donde la información se encuentra en los siguientes estados: Trabajo en proceso (WIP), Compartido (C), Publicado (P), Archivado (A).
El 25% del personal encuestado en la DDV señala que no existe una estructura de carpetas especificada.	
No existe una base de datos para cada proyecto desarrollado ni un repositorio para centralizar la información de acceso libre.	Se recomienda que en la DDV se establezca un Entorno Común de Datos que integre información de todos los proyectos con acceso a todos los interesados, de tal manera que la información esté al alcance de quienes deban usarla. El personal podrá gestionar eficientemente la información que se comparte, podrá otorgar permisos de acceso a cierta información y mejorará la comunicación entre el personal evitando enviar información por correo u otros medios.
Las soluciones de red no existen o son insuficientes, las personas usan cualquier herramienta para comunicarse o compartir datos.	
No están definidos los niveles de seguridad para la gestión de archivos.	
No hay una definición común sobre el almacenamiento e intercambio.	

HARDWARE Y SOFTWARE	
DESAFÍOS A SUPERAR	ESTRATEGIA
El 17.4% del área técnica encuestada en la DDV cuenta con memoria RAM de 4GB en su computadora.	Definir el requerimiento de hardware necesario para el desarrollo de los proyectos de inversión con BIM según las exigencias de los softwares a utilizar en cada dirección de línea.
El 31% del área técnica encuestada en la DDV presenta un procesador no apto para trabajar con software.	
No se usa software BIM / No hay un criterio común para el uso de software BIM/No hay intercambio de información a partir de la interoperabilidad.	Se recomienda que la DDV realice una definición única y formal de las herramientas de software a usar en cada proceso, sin dejar lugar a la subjetividad de los usuarios. Se recomienda progresivamente migrar a software GIS donde se puede visualizar, gestionar, administrar y analizar datos gráficos y alfanuméricos evitando el uso de una mayor cantidad de software para realizar el mismo trabajo. Se recomienda emplear Software BIM para poder integrar, consultar y visualizar información del proyecto.
Hardware y software no acorde a las características que se requiere para la implementación de la metodología BIM	Se recomienda realizar una evaluación del estado actual de los equipos y ordenadores de trabajo BIM en busca de encontrar mejoras con respecto a las recomendaciones de los

	<p>fabricantes de las herramientas de software.</p> <p>Realizar solicitud de requerimiento de hardware y software en base a las necesidades de la dirección.</p>
--	--

Teniendo ya el análisis correspondiente, se realizó la matriz de diagnóstico de madurez BIM la cual se detalla en el Anexo 03, esta matriz nos dará como resultado conocer el nivel de Madurez BIM en base a los recursos humanos, tecnológicos y lógicos de la dirección. Esta matriz está compuesta por dos ejes.

- El eje horizontal se dividió en tres grupos que son los recursos descritos en el capítulo III de la presente investigación: Recurso Lógico (RL), Recurso Humano (RH) y Recurso Tecnológico (RT).
- El eje vertical estará conformado de la siguiente manera:
 - Elemento BIM: Se refiere a las capacidades mínimas con las que cuenta la Dirección de Derecho de Vía, están agrupadas por recursos.
 - Niveles de Madurez BIM: Son los seis niveles de madurez explicados en el numeral 2.7.9. *Madurez BIM* (Inexistente, Inicial, Definido, Gestionado, Integrado y Optimizado), estos se encuentran delimitados cada 20%, con excepción del nivel Inexistente ya que le corresponde un porcentaje del 0%.
 - Nivel Actual: Es el porcentaje que se asigna según el nivel de madurez y el elemento en evaluación.
 - Total: Se refiere a la suma total posible por cada recurso.

La matriz de diagnóstico de madurez permitirá determinar las competencias y prioridades existentes respecto a la metodología BIM por cada recurso que la Dirección de

Derecho de Vía debe madurar para lograr aumentar el nivel de madurez BIM de manera progresiva.

A continuación, en la Tabla 6 se detallan los rangos y niveles de madurez BIM, según el portal de BIM Excellence Initiative (2016):

Tabla 6

Niveles de Madurez BIM

Nivel	Nombre del nivel	Calificación descriptiva	Calificación porcentual
0	Inexistente	No existe madurez	0%
1	Inicial	Madurez baja	1-20%
2	Definido	Madurez media a baja	21-40%
3	Gestionado	Madurez media	41-60%
4	Integrado	Madurez media a alta	61-80%
5	Optimizado	Madurez alta	81-100%

Es así, que se presenta en las siguientes tablas el resumen de la Matriz de diagnóstico de madurez obtenido según cada recurso (Lógico, Humano y Tecnológico):

Tabla 7

Consolidado del Nivel de Madurez BIM para los Recursos Lógicos de la Dirección de Derecho de Vía

RECURSOS LÓGICOS			Nivel de Madurez BIM	
ELEMENTO DE DIAGNÓSTICO	Nivel actual	Total posible		
OBJETIVOS	10	100	15.71%	Inicial
DESAFÍOS	10	100		
CONOCIMIENTO BIM	10	100		
RECURSOS	10	100		
MARCO TEMPORAL	25	100		
METODOLOGIA DE TRABAJO	05	100		
DESARROLLO DE METODOLOGÍA	25	100		
COMPATIBILIDAD BIM	15	100		
FLUJO DE TRABAJO	20	100		
PUNTOS CRITICOS	25	100		
PROCESOS DE TRABAJO	25	100		
OPTIMIZACION PROCESOS	25	100		
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD	10	100		
CRONOGRAMA DE TRABAJOS	25	100		
MODALIDAD DE TRABAJO	25	100		
RECURSOS	01	100		
NORMAS	01	100		
Total	267	1700		

Tabla 8

Consolidado del Nivel de Madurez BIM para los Recursos Humanos de la Dirección de Derecho de Vía.

RECURSO HUMANO			Nivel de Madurez BIM	
Elemento BIM	Nivel actual	Total posible		
TRABAJO COLABORATIVO	05	100	11.82%	Inicial
LIDERAZGO Y GESTIÓN	15	100		
ROLES Y TAREAS	10	100		
CAPACIDAD RRHH	10	100		
COMPATIBILIDAD BIM-ROLES	10	100		
COMPATIBILIDAD BIM-AREAS	15	100		
COMUNICACIÓN	15	100		
TIEMPO DE CAPACITACIÓN	05	100		
CAPACITACIONES	15	100		
CAPACIDADES	15	100		
REGISTRO CONOCIMIENTO BIM	15	100		

Tabla 9

Consolidado del Nivel de Madurez BIM para los Recursos Tecnológicos de la Dirección de Derecho de Vía.

RECURSOS TECNOLÓGICOS			Nivel de Madurez BIM			
Elemento BIM	Nivel actual	Total posible				
COMPATIBILIDAD BIM	20	100	13.18%	Inicial		
NIVELES DE SEGURIDAD	10	100				
BACKUP	20	100				
PROTOCOLO VERSIONADO	10	100				
TRABAJO COLABORATIVO	25	100				
LICENCIAS	10	100				
EQUIPAMIENTO BIM	05	100				
ESPACIO FISICO	05	100				
HARDWARE	10	100				
RED	20	100				
SOFTWARE	10	100				
Total	145	1100				

2.9.3. Planificación

Después de determinar los enfoques necesarios en relación con los recursos evaluados y los desafíos a superar, y obtenido el nivel de madurez BIM en la Dirección de Derecho de Vía, se desarrolló la Tabla 10 que muestra los documentos que se generarán como parte de la planificación de la implementación de la metodología BIM por cada eje temático considerado desde la encuesta.

Tabla 10

Documentos generados como resultado de la etapa de planificación en el proceso de implementación BIM en la Dirección de Derecho de Vía

	Nombre de Sección	Documentos Generados
Recurso Lógico	Objetivos BIM	Matriz de Proyectos
Recurso humano	Estructura de trabajo	Matriz de Roles
	Áreas y tareas	
	Equipo de trabajo	
	Conocimientos BIM	Plan de capacitación BIM
Recurso tecnológico	Entorno común de datos	Plan de CDE
	Hardware y software	Matriz Tecnológica

2.9.3.1. Matriz de Proyectos. Para la etapa de Planificación de la implementación de la metodología BIM se deben tener registrado todos los proyectos que se trabajarán bajo la metodología BIM, es por esto que el primer paso es realizar la matriz de proyectos que será de conocimiento por todo el personal de la Dirección, la cual se muestra en la Tabla 11:

Tabla 11*Matriz de Proyectos*

NOMBRE DEL ESTUDIO	TIPO DE INFRAESTRUCT.	DPTO.	META TOTAL (km)	MONTO CONTRACTUAL
Mejoramiento de la Carretera Huancavelica - Santa Inés - Empalme Ruta 28a, Vía Los Libertadores (Pámpano), Tramo: Santa Inés. Pámpano	CARRETERA	HUANCAVELICA	104.38	S/ 6,207,556.56
Mejoramiento de la Carretera Ruta Pe-02D: Miraflores - Santa Ana - Emp. PI-106 (Tambogrande)	CARRETERA	PIURA	58.41	S/ 5,525,560.25
Rehabilitación y Mejoramiento de La Carretera Ruta N°PE - 08, Emp. PE-1N (Ciudad de Dios) - Emp. PE-3N (Cajamarca); Tramo: Ciudad de Dios - Chilete	CARRETERA	LA LIBERTAD - CAJAMARCA	93.02	S/ 2,270,462.00

2.9.3.2. Matriz de Roles. Luego se definirán los roles BIM necesarios dentro de la Dirección de Derecho de Vía, estos representan las funciones y responsabilidades que desempeña el personal como parte de la adopción BIM dentro de su estructura organizativa interna en el desarrollo de inversiones, esto basado en lo establecido en la Guía Nacional BIM (2021).

Estas responsabilidades podrán ser asumidas por el personal del área, y se proporcionarán capacitaciones que permitan, a nivel organizacional, el desarrollo progresivo del conocimiento BIM.

Como parte del desarrollo de la matriz de roles, inicialmente se identifican las tareas generales en la Tabla 12, las cuales pueden ser llevadas a cabo por más de un rol.

Tabla 12

Matriz de Roles BIM – Tareas Generales

Rol BIM	Rol Genérico	Tareas Generales
Líder BIM	Director	<ul style="list-style-type: none"> - Promueve el uso de la metodología BIM dentro del área. - Establece vínculos con otras áreas. - Garantiza el establecimiento de un entorno común de datos (CDE) para la gestión de la información.
Gestor BIM	Jefe de Equipo/ Jefe de Jefatura	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar a los equipos de trabajo (Entidad y Equipo de Proyecto). - Gestiona las lecciones aprendidas. - Conocimiento de normativas y estándares.

Rol BIM	Rol Genérico	Tareas Generales
		<ul style="list-style-type: none"> - Apoyar el trabajo colaborativo y coordinar con el equipo de coordinadores BIM. - Evaluar, establecer y gestionar la información a través del Entorno Común de Datos (CDE). - Aplica y valida los protocolos BIM. - Asistencia en las reuniones de especialistas y/o coordinadores BIM (Entidad - Consultor).
<p>Coordinador BIM</p>	<p>Administrador de proyectos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyar al Gestor BIM. - Verificar el cumplimiento de las actividades establecidas en el BEP. - Responsable de que la información llegue a los destinatarios correctos y se mantenga actualizada. - Dar seguimiento a los trabajos realizados verificando el cumplimiento de los Requerimientos de Información indicados en el BEP. - Define cuándo y cómo se harán los intercambios de información y vela que se cumplan los plazos definidos. - Apoyo a la Elaboración de los Términos de referencia (o documentos de contratación) considerando el uso de BIM.

Rol BIM	Rol Genérico	Tareas Generales
Supervisor BIM	Especialista de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la subsanación de las interferencias dentro de cada especialidad. - Verificar el cumplimiento de lo establecido en las características técnicas del Modelo BIM requerido por la Entidad. - Generar reportes de incompatibilidades que existan. - Participar de las reuniones relacionadas al Modelo BIM y de las sesiones ICE.
Modelador BIM	Asistente Técnico	<ul style="list-style-type: none"> - Generar archivos de intercambio de la información en diferentes formatos. - Asegurar la calidad de los entregables, manteniendo la coordinación con las distintas especialidades. - Modelado de los componentes necesarios según el Nivel de Información Necesario. - Extraer los metrados de los modelos desarrollados, usar y crear nuevos objetos como plantillas y otros de acuerdo con las necesidades. - Asistir en el cargado de la información en el Entorno Común de Datos (CDE).

Los perfiles sugeridos para los roles BIM se muestran en la Tabla 13, tomando en consideración varios factores como el carácter, la capacidad de socialización, la productividad, etc.

Tabla 13

Matriz de Roles BIM – Perfil General

Rol BIM	Rol Genérico	Perfil General
Líder BIM	Director	<ul style="list-style-type: none"> - Ordenado y sistemático. - Capacidad de Liderazgo. - Visión global de estrategias a largo plazo. - Innovador e influyente.
Gestor BIM	Jefe de Equipo/ Jefe de Jefatura	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de organizar la información. - Manejo de gente y recursos. - Conocimiento de tecnologías de información. - Comprensión de metodologías internas y externas.
Coordinador BIM	Administrador de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> - Organizado. - Capacidad para delegar tareas y supervisar. - Capacidad para manejar equipos de trabajo.
Supervisor BIM	Especialista de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad técnica en su especialidad. - Capacidad de integración y adaptación a equipos. - Adaptación al trabajo colaborativo.

Rol BIM	Rol Genérico	Perfil General
		<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad para resolver problemas entre especialidades.
Modelador BIM	Asistente Técnico	<ul style="list-style-type: none"> - Eficaz, proactivo, íntegro. - Capacidad para diseñar soluciones y optimizar operaciones. - Capaz de trabajar en equipo o de manera colaborativa. - Contribución y orientación a resultados.

2.9.3.3. Plan de Capacitación. Se deben definir las capacitaciones necesarias según las fortalezas, debilidades y necesidades encontradas ya que no todos presentan el mismo nivel de conocimiento en todos los ámbitos de la metodología BIM, incluso parte del personal tiene un nivel de conocimiento nulo, es por esto, que se armó una matriz de capacitaciones en las que se establecieron los nombres de las capacitaciones, sus objetivos, a qué grupos específicos se les daría y el temario de cada uno de estas.

La matriz de capacitación se presenta a través de la tabla 14:

Tabla 14

Matriz de Capacitaciones

MATRIZ DE CAPACITACIÓN			
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Alcance	Temario
MARCO NORMATIVO BIM Y CONTRATOS COLABORATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer la nueva modalidad de trabajo que tiene el enfoque de Proyectos Colaborativos. - Aprender las principales características de los nuevos Contratos Colaborativos, tipo NEC3 e IPD 	Personal de la Dirección de Derecho de Vía	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos y alcances generales de la metodología BIM - Beneficios del uso de la metodología BIM - Pautas para la implementación BIM en el Sector Público - Introducción a los proyectos colaborativos - Gestión de Contratos colaborativos, asociaciones público-privadas - Prácticas de gestión colaborativa que podrían trabajarse en el Ciclo de Inversión

MATRIZ DE CAPACITACIÓN				
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Alcance	Temario	
FUNDAMENTOS BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de entender y explicar qué es BIM, su uso, beneficios, terminología y conceptos básico; así como los hitos internacionales y nacionales más importantes del mismo para introducirse en el desarrollo de la metodología BIM en el sector de construcción - Exponer a través de clases virtuales el proceso o flujo de trabajo bajo la metodología BIM aplicada en Proyectos de Infraestructura Vial 	Personal de la Dirección de Derecho de Vía	<ul style="list-style-type: none"> - Metodología tradicional vs tecnología BIM - Beneficios del BIM - Tipos de herramientas BIM - Estándares BIM - Usos BIM 	<ul style="list-style-type: none"> - BIM para el Invierte.pe

MATRIZ DE CAPACITACIÓN				
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Alcance	Temario	
MODELADO BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Brindar conocimientos necesarios para usar las herramientas básicas de las plataformas de modelado y las herramientas especializadas para modelamiento vial. 	<p>Especialistas, Asistentes Técnicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de Interfaz - Interoperabilidad - Configuración de vistas - Importación de formatos - Modelado 	
ENTORNO COMÚN DE DATOS	<ul style="list-style-type: none"> - Configurar y administrar a nivel proyectos a los equipos, disciplinas, miembros, funciones y permisos - Generar una colaboración centralizada del modelo - Creación de espacios de coordinación, así como el 	<p>Personal de la Dirección de Derecho de Vía</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectos preliminares en el uso del Entorno Común de Datos - Concepto del CDE y la estructuración de carpetas 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de Modelos - Generación de vistas - Creación, gestión y respuestas de incidencias - Generación de tareas

MATRIZ DE CAPACITACIÓN				
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Alcance	Temario	
	seguimiento del progreso y gestión de interferencias		<ul style="list-style-type: none"> - Funcionamiento de permisos y acceso a carpetas - Uso del ECD como repositorio - Revisión de documentos 	
GESTIÓN BIM	- Implementar la metodología BIM en la gestión del diseño de proyectos de construcción, lo cual abarca la calidad del diseño y la toma de decisiones que disminuyan las pérdidas y agreguen valor	Jefes de Jefatura o Equipo, Administradores de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> - Nuevo marco normativo y contractual para proyectos públicos con BIM - Organización y procesos BIM - Herramientas BIM - Madurez BIM 	

MATRIZ DE CAPACITACIÓN			
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Alcance	Temario
	<ul style="list-style-type: none"> - Visión de los nuevos procesos y gestión del trabajo de los diferentes productos BIM - En la gestión de proyectos de construcción con la metodología BIM se aprenderán técnicas para la implementación BIM, coordinación de equipos multidisciplinarios, la gestión del modelo y encontraras un flujo de trabajo BIM óptimo aplicable según sea el proyecto 		<ul style="list-style-type: none"> - Nuevas tecnologías para supervisión y administración de contratos BIM - Liderazgo y Gestión del cambio - BIM y Gestión en Proyectos Públicos

2.9.3.4. Plan de CDE. A partir del diagnóstico obtenido, se determinó que era necesario organizar y administrar la información relacionada con las inversiones de la entidad en un espacio de almacenamiento específico con la ayuda de las partes involucradas tanto internas como externas. Es necesario organizar la información en la nube teniendo en cuenta la seguridad y accesibilidad de todos, esto se puede hacer a través del uso de un Entorno de Datos Comunes, el cual tendrá que estar estandarizado y deberá ser la única fuente de intercambio de información.

Entre los requerimientos de un CDE está lo siguiente:

- Asignar los atributos de “estado y revisión” a cada archivo o documento generado.
- Los archivos o documentos generados deben poder cambiar su estado (Trabajo en Progreso, Compartido, Publicado y Archivado).
- Cada vez que cambie el estado de una revisión de un archivo o documento generado, el CDE debe permitir que los usuarios registren su nombre y la fecha.
- El CDE debe habilitar la restricción de acceso a la información de un archivo en particular.
- Para definir quién puede acceder a cierta información y qué puede hacer con ella, el CDE debe tener un marco de seguridad.

2.9.3.5. Áreas de trabajo del CDE. Cuando se crea un archivo (modelo digital, informe técnico, plano clave etc.), estos archivos o sus contenidos, pueden aparecer en varias áreas de trabajo o estados de información como un flujo de trabajo del archivo dentro del Entorno de Datos Comunes (CDE), como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Estados de un archivo dentro del CDE



Nota. Adaptado de la ISO 19650

Las áreas de trabajo del CDE de manera detallada son las siguientes:

Trabajo en proceso o Work in Progress (WIP):

Información que será gestionada por la Parte Designada Principal (Consultor) y generada por el equipo de trabajo del Consultor (Parte Designada). Dentro de “WIP” puede haber varios sitios WIP.1_ “Nombre del Consultor” y solo se permitirá el acceso al equipo de trabajo del Consultor, en donde se almacenará toda la información generada según alcance del servicio.

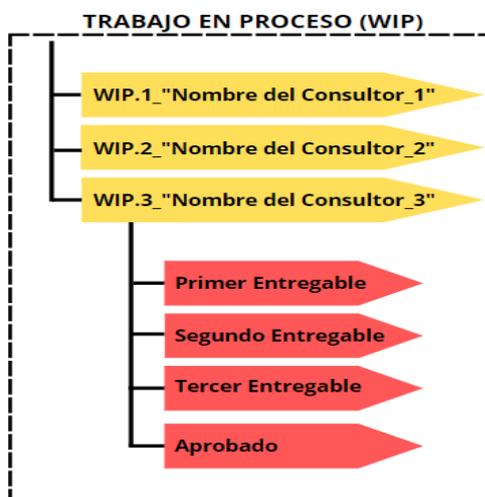
Esta carpeta “WIP” contará con tantas subcarpetas como consultores haya por Proyecto. Las subcarpetas (WIP.1_ “Nombre del consultor”) almacenarán los entregables

correspondientes según alcance del contrato (planos, base de datos, documentos técnicos, informes, entre otros), incluyendo tanto aquella información que se encuentra en desarrollo, así como aquella que forme parte de los entregables finales del equipo de trabajo del Consultor, tal y como se muestra en la Figura 11.

- Aprobado: recopilará toda la información que requiere la aprobación por parte del Consultor para corroborar su idoneidad y ser transferida a la carpeta “Compartida”.

Figura 11

Estructura de carpetas dentro de la carpeta “TRABAJO EN PROCESO”



Nota. Elaboración Propia

Compartido o Shared

El área de trabajo Compartido será gestionada por la parte designada Principal (Consultor).

Los procesos de toma de decisiones y coordinación que se realizan en esta área conllevan que el flujo de información retroceda a “WIP” en caso de necesidad de corregir observaciones, o que la información avance previa autorización a “PUBLICADA” para la generación de entregables del contrato.

La carpeta “COMPARTIDO” será gestionada por el responsable de la Parte Designada Principal (Consultor) e incluirá las subcarpetas que se muestran en la Figura 12.

A continuación, se describe el contenido de cada subcarpeta:

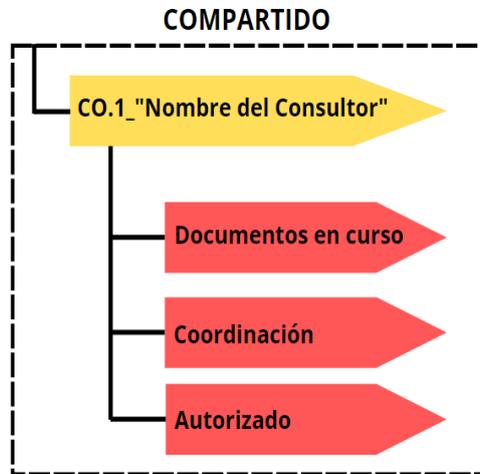
- Documentos en curso: recogerá toda aquella información aprobada proveniente de las carpetas: “Primer Entregable”, “Segundo Entregable” y “Tercer Entregable” que requiere una primera revisión por parte de los responsables de la dirección para comprobar si se está cumpliendo con el alcance del servicio. Si la información no cumple con el alcance del servicio y necesita ser modificada deberá regresar a (WIP) para su corrección.

- Coordinación: Almacenará la información que ha sido generada por el responsable de la Parte Designada Principal (Consultor), si el Consultor y/o personal de la dirección tienen la capacidad de trabajar con modelos BIM generados por el software Infracore, se podrá utilizar esta carpeta para integrar en un modelo 3D la información gráfica (Shape, Dwg, ortofotos, entre otros) e información no gráfica (Data predial, Estado de Predios, Informes, entre otros), generando un modelo 3D para una mejor visualización, consulta y análisis de todo el contexto geográfico.

- Autorizado: recogerá la información proveniente de las carpetas “Documentos en Curso” y “Coordinación”. La información almacenada en esta carpeta requiere la autorización de la parte Designada Principal (Consultor) para poder pasar a la carpeta “Publicado”.

Figura 12

Estructura de carpetas dentro de la carpeta “COMPARTIDO”



Nota. Elaboración Propia

Publicado o publisheh

Información verificada que adquiere carácter contractual. La información contenida en esta carpeta “PUBLICADO” recién podrá ser utilizada por el personal de la Dirección de Derecho de Vía para su uso en las actividades exclusivas de la dirección.

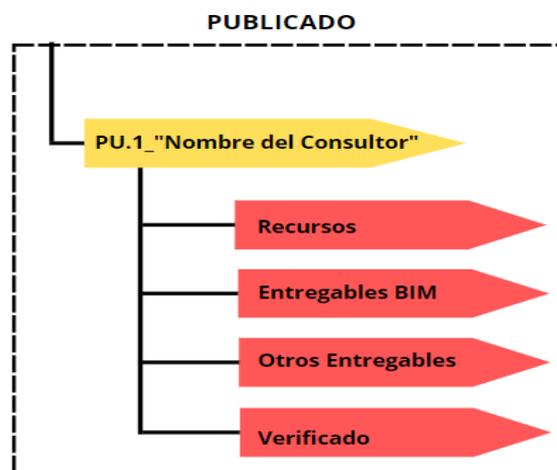
Área de gestión de documentación controlada por el responsable de la Parte Designada Principal (Consultor). El consultor y los responsables de la dirección son responsables de subir información en la que se localiza todos los entregables y el modelo BIM, aprobado por el responsable BIM de la Parte Designada Principal (Consultor) y verificado por la Parte que Designa (Dirección).

Esta carpeta “PUBLICADO” será gestionada por el responsable BIM de la Parte Designada Principal (CONSULTOR) e incluirá las siguientes sub carpetas como se indica en la Figura 13, en donde se recopilará la información validada para ser utilizada en las actividades posteriores exclusivas de la dirección.

- Recursos: almacenará la información y normas de referencia que sean de aplicación por todos involucrados del proyecto, como: Estándares, TDR, EIR, PEB, plantillas CAD, Actas, etc.
- Entregables BIM: recopilará el modelo BIM autorizado proveniente de la carpeta “COMPARTIDO” necesaria para cumplir los objetivos y requisitos de información establecidos en el EIR y PEB, que se utilizará para las actividades posteriores exclusivas de la dirección.
- Otros entregables: reunirá a todos aquellos entregables autorizados del servicio proveniente de la carpeta “COMPARTIDO”. Información de carácter contractual que podrá ser utilizada por el personal de la dirección para continuar con sus actividades.
- Verificado: Almacenará la información final del servicio verificada por el representante de la Dirección antes de realizar su transferencia a la carpeta "ARCHIVADO". Contiene Información verificada proveniente de la carpeta “Entregables BIM” y “Otros Entregables”.

Figura 13

Estructura de carpetas dentro de la carpeta “PUBLICADO”



Nota. Elaboración Propia

Archivado

Área de gestión de documentación controlada por el responsable de la Dirección de Derecho de Vía en la que se almacenan los modelos BIM y documentación técnica entregados al finalizar los contratos. El acceso a esta área de gestión estará restringido y solo se permitirá el acceso a personas autorizadas de la Dirección de Derecho de Vía.

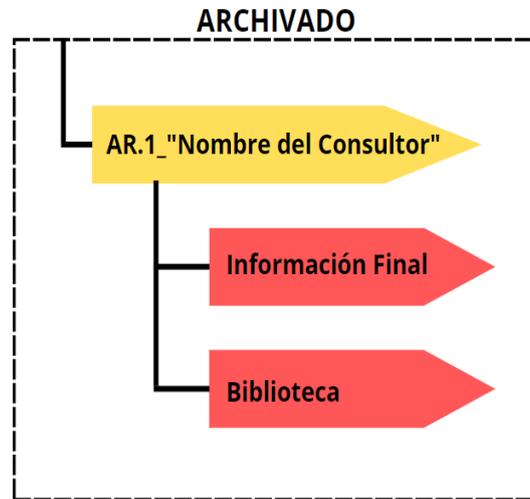
Gestionada por el representante de la Dirección, recogerá la información final del contrato, clasificada en las subcarpetas como se indica en la Figura 14, teniendo en cuenta el contenido descrito a continuación:

- **Información final:** recopilará toda la documentación necesaria para cumplir los requisitos que contemple el TDR, EIR, PEB y las cláusulas contractuales para proceder a la liquidación del servicio. Esta información será utilizada y consultada tiempo después de finalizado el servicio. El Personal autorizado de la Dirección de Derecho de Vía y el personal de toda la entidad podrán acceder con ciertos permisos.

- **Biblioteca:** Almacenará plantillas, formatos, estándares, etc. Herramientas utilizadas por el consultor del servicio que pasará a formar parte de la base documental de gestión de conocimiento de la Dirección y que se utilizará como referencia para posteriores servicios.

Figura 14

Estructura de carpetas dentro de la carpeta "ARCHIVADO"



Nota. Elaboración Propia

2.9.3.6. Matriz Tecnológica. Los datos recopilados del diagnóstico permitieron la identificación inicial de las necesidades de hardware y software en la Dirección. En base a ellas, además de los objetivos, se necesitan varios tipos de software y sistemas de hardware necesarios para implementar BIM. Para mantener un ambiente de trabajo fluido, será necesario invertir en equipos adecuados y suficientes de acuerdo con el alcance previsto del proyecto.

En ese sentido, se muestran dos tablas que contienen los requisitos mínimos que deberán contener los equipos que se adquieran como parte de la implementación BIM (PC de escritorio y Workstation).

Tabla 15*Características de Hardware – PC de Escritorio*

PROPUESTA		
COMPONENTE		PC DE ESCRITORIO
SISTEMA OPERATIVO	SO arquitectura	64 bits
CPU	Velocidad del procesador (se recomienda adquirir la máxima velocidad posible).	3.5 Ghz +
	Núcleos	Multinúcleo mínimo 6
MEMORIA RAM	Tipo de Memoria	DDR4
	Tamaño	16 GB +
TARJETA GRÁFICA	Tipo	Dedicada
	Tamaño	4GB como mínimo
DISCO DURO	Tipo de Almacenamiento	SSD M.2 de 1 TB y HDD 2TB
MONITOR	Tamaño	24” -27 “
	Resolución	Mayores a 1920 x 1080

Tabla 16*Características de Hardware – Workstation*

PROPUESTA		
COMPONENTE		WORKSTATION
Sistema Operativo	SO arquitectura	64 bits
CPU	Velocidad del procesador (se recomienda adquirir la máxima velocidad posible).	Desempeño necesario para VFX, renderización 3D y procesamiento de imágenes de DRONES - Frecuencia base mínimo 3.5Ghz +
	Núcleos	Multinúcleo mínimo 8
MEMORIA RAM	Tipo de Memoria	DDR4
	Tamaño	32 GB +
TARJETA GRÁFICA	Tipo	Dedicada
	Tamaño	8GB +
DISCO DURO	Tipo de Almacenamiento	SSD M.2 de 1 TB y HDD 2TB
MONITOR	Tamaño	24” -27 “
	Resolución	Mayores a 1920 x 1080

En el caso de la necesidad de softwares, se muestra la tabla 17 que están agrupados según sus funcionalidades:

Tabla 17

Softwares requeridos para generar el modelo digital

FUNCIÓN	SOFTWARE
Trazo Vial, Catastro,	Civil 3D
Interferencias	Autocad
Digitalización de Predios e	ArcGis PRO
Interferencias, Base de Datos	
Diseño Conceptual,	Infraworks
Coordinación y Visualización	

2.9.4. Desarrollo

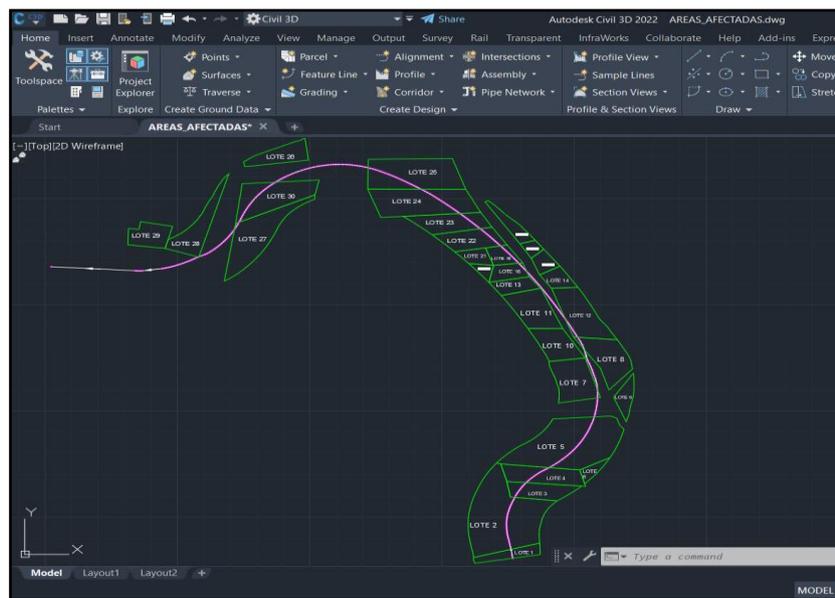
Después de generar los documentos en la etapa de planificación, se debe aplicar la práctica y la teoría propuesta por el equipo que lidere la implementación: se deberán realizar las capacitaciones debidas, aplicar roles, equipar con software y hardware, etc. Con la finalidad de que el personal de la Dirección tenga la capacidad de utilizar las distintas herramientas tecnológicas y logre generar el modelo digital del proyecto.

En esta etapa se muestra el flujo de trabajo entre distintos softwares (Infraworks, Civil 3D, ArcGIS Pro, etc) y los Entornos de Datos Comunes (ArcGis Online y Autodesk Construcción Cloud) para el intercambio de información, este flujo de trabajo tiene como finalidad generar un modelo digital 3D que se encuentre almacenado en la nube en donde todos los especialistas de la dirección tengan acceso y puedan consultar la información técnica y legal integrada en dicho Modelo digital.

2.9.4.1. Graficar Áreas afectadas en el Software Civil 3D y recopilar data predial en una tabla Excel. Como primer paso se debe realizar un levantamiento de información en campo con el uso de herramientas tradicionales (Estación Total, GPS, etc) o también con la aplicación de la Fotogrametría con Drones para levantar información de los predios afectados por el Derecho de Vía y poder graficar en el software Civil 3D las áreas afectadas debidamente georreferenciadas, paralelo a esto se debe recopilar la información de los predios (Código de Afectado, Propietario, Situación Predial, Área, etc).

Figura 15

Modelado en 2D de las posesiones no autorizadas por terceros en el Software Civil 3D



Nota. Elaboración Propia

Figura 16

Información recopilada en campo de posesiones no autorizadas por terceros – software Excel

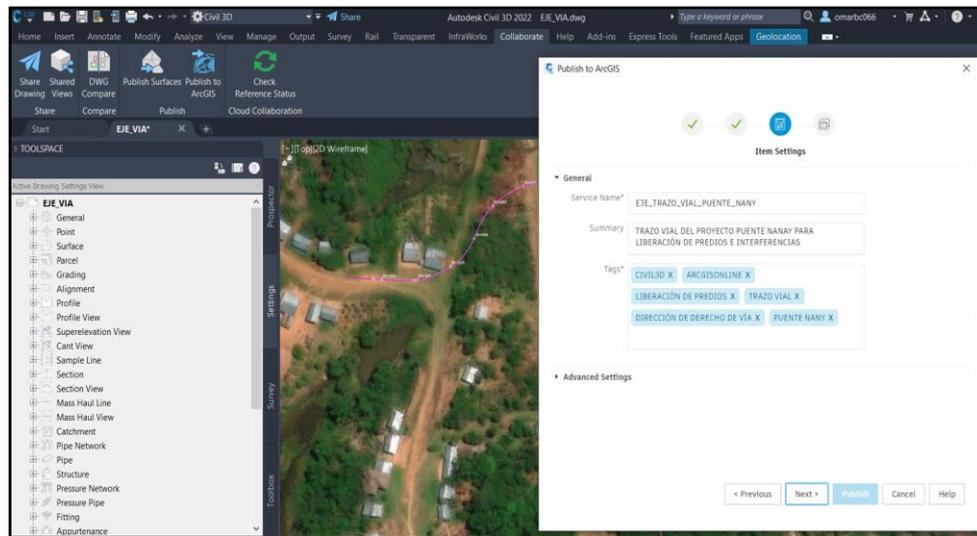
#	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AR
	INFORME CERTIFICACION	FECHA	SAF	MONTO CERTIFICADO	Tipo Adquisición	Area_m2_afectacion	Lado_carreteras	ValorComercial	Monto_pagar
1	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	2404.75	TRATO DIRECTO	0.0103	AMBOS	2003.96	2003.96
2	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	25720.93	TRATO DIRECTO	0.0824	AMBOS	21434.11	21434.11
3	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	10673.81	TRATO DIRECTO	0.0325	AMBOS	8894.84	8894.84
4	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	33248.34	TRATO DIRECTO	0.0231	AMBOS	27706.95	27706.95
5	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	63222.57	TRATO DIRECTO	0.0784	AMBOS	69332.14	69332.14
6	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	4351.9	TRATO DIRECTO	0.0048	DERECHO	3626.58	3626.58
7	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	5402.38	TRATO DIRECTO	0.0268	IZQUIERDO	4501.98	4501.98
8	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	3797	TRATO DIRECTO	0.0268	DERECHO	3164.17	3164.17
9	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	2443.75	TRATO DIRECTO	0.0086	DERECHO	2036.46	2036.46
10	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	1986.32	TRATO DIRECTO	0.159	IZQUIERDO	1655.27	1655.27
11	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	7131.59	TRATO DIRECTO	0.0256	IZQUIERDO	5942.99	5942.99
12	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	6052.55	TRATO DIRECTO	0.0306	DERECHO	5043.79	5043.79
13	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	2872.82	TRATO DIRECTO	0.0101	IZQUIERDO	2394.02	2394.02
14	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	493.81	TRATO DIRECTO	0.0086	DERECHO	411.51	411.51
15	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	13067.1	TRATO DIRECTO	0.0069	DERECHO	10889.25	10889.25
16	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	155.34	TRATO DIRECTO	0.0096	IZQUIERDO	129.45	129.45
17	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	469.45	TRATO DIRECTO	0.004	DERECHO	391.21	391.21
18	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	532.18	TRATO DIRECTO	0.0086	IZQUIERDO	443.48	443.48
19	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	15467.11	TRATO DIRECTO	0.0094	DERECHO	12889.26	12889.26
20	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	786.22	TRATO DIRECTO	0.0038	IZQUIERDO	655.18	655.18
21	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	5656.58	TRATO DIRECTO	0.0074	IZQUIERDO	4713.82	4713.82
22	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	2627.76	TRATO DIRECTO	0.0196	IZQUIERDO	2189.8	2189.8
23	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	5961.92	TRATO DIRECTO	0.0222	IZQUIERDO	4984.93	4984.93
24	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	20390.62	TRATO DIRECTO	0.046	AMBOS	16992.18	16992.18
25	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	10899.86	TRATO DIRECTO	0.0492	AMBOS	9083.22	9083.22
26	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	7359.07	TRATO DIRECTO	0.0166	DERECHO	6132.56	6132.56
27	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	12044.96	TRATO DIRECTO	0.0465	IZQUIERDO	10037.47	10037.47
28	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	23455.51	TRATO DIRECTO	0.0239	DERECHO	19540.26	19540.26
29	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	39157.57	TRATO DIRECTO	0.0157	DERECHO	32631.31	32631.31
30	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	4049.89	TRATO DIRECTO	0.0364	AMBOS	3374.91	3374.91
31	INF-004038-2022-MTC/20.4	11/07/2022	3390	231691.2	TRATO DIRECTO	10270	AMBOS	193076	231691.2

Nota. Elaboración Propia

Una vez terminada la parte gráfica en el software Civil 3D se utiliza la herramienta “Publish to ArcGIS” para elevar toda la información al ArcGIS Online (Entorno de Datos Comunes), para que los especialistas que trabajan con el software ArcGIS Pro puedan importar esta información y seguir con el flujo de trabajo colaborativo. La información a publicar en el ArcGIS Online son las Áreas afectadas (Polígonos) y el eje de la Vía (Polilínea), así como las tablas en Excel que almacenan la información predial.²

Figura 17

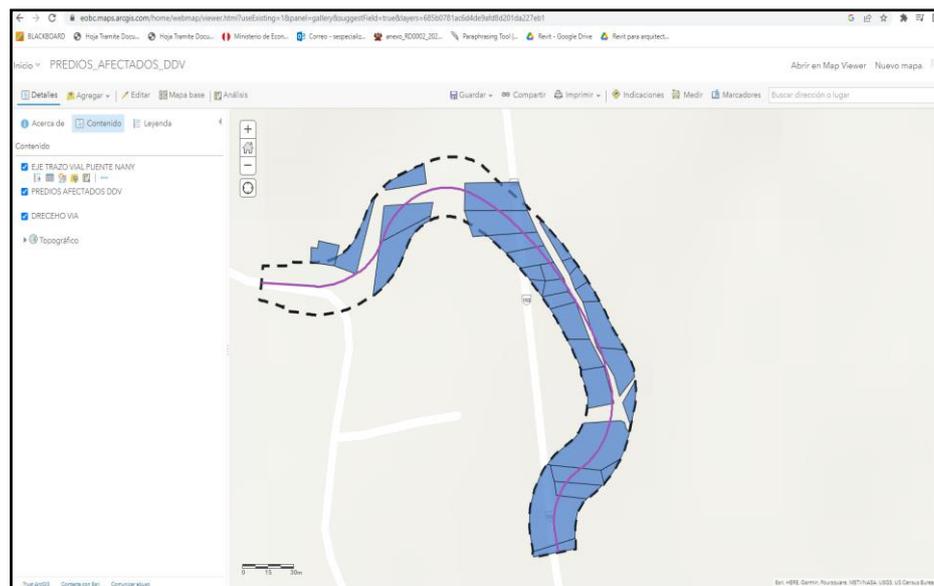
Publicación de los polígonos (posesiones no autorizadas por terceros) y líneas (Eje de vía) desde el software Civil 3D hacia ArcGis Online (Entorno de Datos Comunes)



Nota. Elaboración Propia

Figura 18

Visualización de las posesiones no autorizadas por terceros y Eje de Vía en ArcGis Online

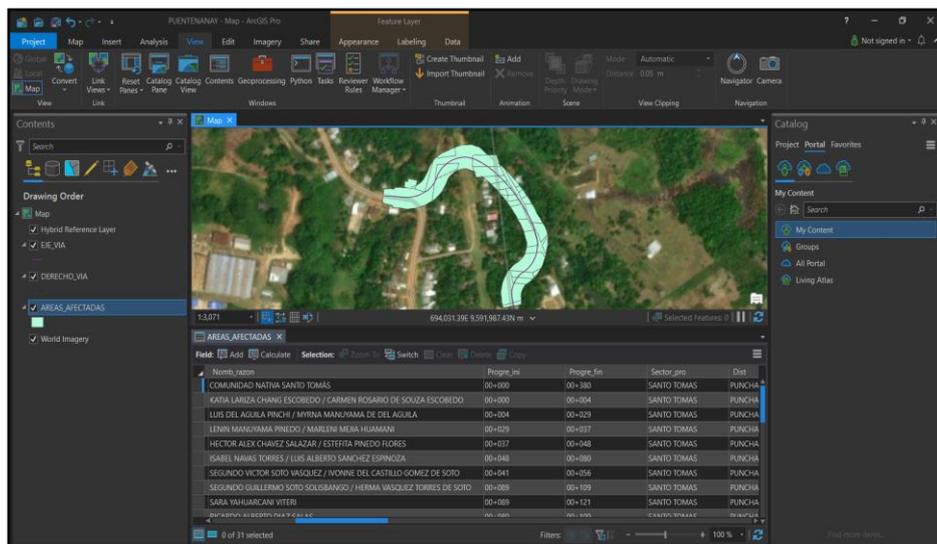


Nota. Elaboración Propia

2.9.4.2. Digitalización de Áreas afectadas en el software ArcGIS Pro. El siguiente paso es importar la información almacenada en la Nube (Arcgis Online) al software de escritorio “Arcgis Pro”, el software ArcGis Pro tiene la capacidad de convertir líneas, polígonos y puntos de formato .dwg a entidades (puntos, líneas y polígonos) en formatos. Shape, y a su vez estas capas. Shape permiten amarrar tablas con información alfanumérica, logrando unir información gráfica con información alfanumérica en una misma capa.

Figura 19

Digitalización de las posesiones no autorizadas por terceros en el software ArcGIS Pro



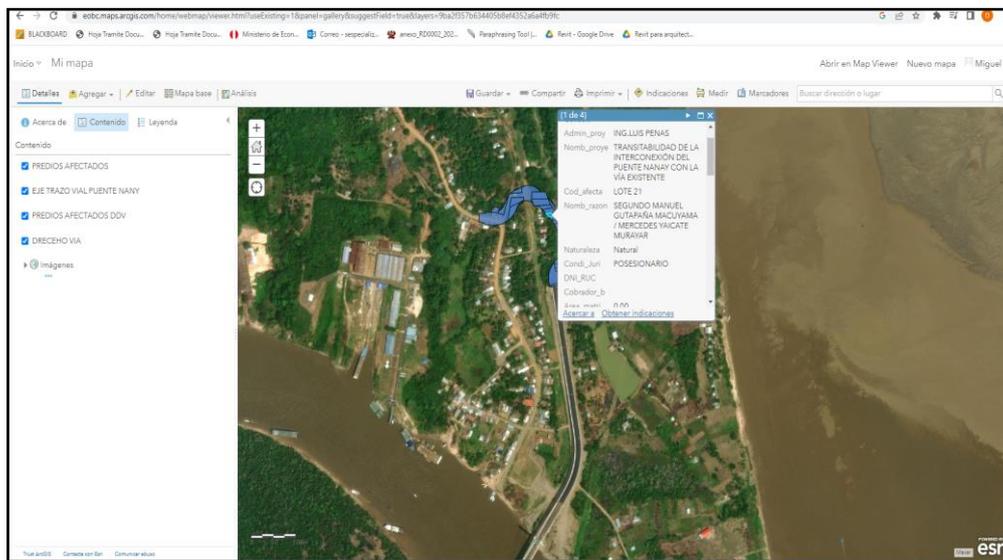
Nota. Elaboración Propia

Una vez unido tanto la información gráfica (posesiones no autorizadas por terceros) con la información alfanumérica (Código de Afectado, Propietario, Situación Predial, Área, etc) todo en una misma capa en formato. Shape, se procede a elevar esta información al ArcGis Online, debido a la interoperabilidad que poseen los softwares BIM, el software Infraworks posee una herramienta llamada “Aurtodesk Connector para ArcGIS” que permite poder

importar información en formato. Shape desde ArcGis online y poder realizar el modelo 3D a partir de esta información.

Figura 20

Visualización de las posesiones no autorizadas por terceros (Polígonos) y Eje de Vía (línea) en ArcGis Online después de ser procesadas en el software ArcGis Pro



Nota. Elaboración Propia

2.9.4.3. Modelado de la Información en el software Infracore. Una vez unida la información gráfica con la información alfanumérica y almacenada en el ArcGis Online (Entorno de Datos Comunes) se procede a aplicar la herramienta “Autodesk Connector para ArcGIS” para poder importar dicha información y generar el modelamiento de las áreas afectadas y del eje de la vía dentro de un entorno 3D. Estos modelos generados tendrán vinculada la información (data predial) que podrá ser consultada por los especialistas de la información y además a eso a estos modelos o volúmenes 3d que representan las áreas afectadas por el derecho de Vía se podrá vincular información complementaria que se crea conveniente.

2.10. Discusión de resultados

Se obtuvo que el nivel de conocimiento BIM de la Dirección de Derecho de Vía es el nivel Inicial como se aprecia en las tablas N° 6,7,8 y 9, ya que, de la información obtenida en el cuestionario, El 41.2% del área técnica encuestada en la DDV posee un grado inicial o muy básico de conocimiento BIM y gran porcentaje de personas carecen de conocimiento en otros aspectos como revisión, visualización y modelado BIM como se observa en la tabla N° 4.

De acuerdo a la tabla N° 4, se logró establecer que el nivel de madurez BIM obtenido en la Dirección de Derecho de Vía de la entidad pública, por cada recurso comprendido en ella es: Nivel Inicial para los recursos lógicos, humanos y tecnológicos.

De acuerdo a lo evaluado en la matriz de diagnóstico del Anexo N° 03, la Dirección de Derecho de Vía se encuentra en una Etapa Pre-BIM ya que no existe coordinación, aún existe una dependencia de la documentación 2D y hay una limitada inversión en lo correspondiente a infraestructura tecnológica.

De acuerdo a la Figura 23, gracias a un flujo de trabajo colaborativo se generó el Modelo digital 3D del proyecto en estudio y publicarlo en la Web, este modelo es de libre acceso a todo el personal de la dirección y para poder visualizarlo solo es necesario tener acceso a internet sin la necesidad de tener algún software instalado, podrán consultar la información de los predios afectados vinculados en dicho modelo digital. Este modelo permite una mejor visualización del proyecto y sirve de base confiable de información para la toma de decisiones.

Esto coincide con lo concluido según Díaz (2019), el cual indica que las cuatro deficiencias fundamentales en la gestión de la información en la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial son las siguientes: Limitación en la visualización o representación de los objetos de diseño (dibujos), falta de automatización en los procesos con herramientas tecnológicas convencionales, falta de la coordinación entre los participantes del proyecto y la falta de seguridad en el almacenamiento de la información y/o los datos del proyecto.

III. APORTES MAS DESTACADOS A LA EMPRESA

Lo aportes más relevantes se enfocan en dar a conocer las etapas del proceso de Implementación de la Metodología BIM y la generación del Modelo digital.

A continuación, se describen de manera más detallada, las principales aportaciones del presente trabajo de investigación, tomando en cuenta que se debe tomar mejores decisiones para aumentar y generar nuevo conocimiento para un desempeño más productivo, considerando el enfoque utilizado y la metodología planteada:

- Gracias a la encuesta realizada se pudo conocer el estado situacional actual de la Dirección, por ende, se identificaron a las personas con mayor conocimiento BIM (Recurso Humano), Software y Hardware con los que cuenta la Dirección (Recurso Tecnológico) y los procesos internos, flujos de trabajo y puntos críticos (Recursos Lógicos).
- Se obtuvo un diagnóstico sobre la situación actual de la dirección referente a sus recursos (Humanos, Tecnológicos y Lógicos), identificando las debilidades y fortalezas y evaluando el Nivel de Madurez BIM de la Dirección.
- Se definieron de manera más precisa los roles y perfiles laborales, lo cual apoyará a la toma de decisiones y a enfocar acciones para incrementar la productividad, se elaboró una matriz de software y hardware que la dirección debe adquirir, un plan de capacitaciones para incrementar los conocimientos de esta metodología y un plan de cómo se debe intercambiar información en las licitaciones aplicando un Entorno de Datos Comunes.
- Se determinó el flujo de trabajo para realizar el modelado BIM de las posesiones no autorizadas por terceros, así como el modelado de las condiciones existentes del tramo en estudio del proyecto, este modelo BIM integrará información técnica y legal generada en el proceso de liberación o expropiación de áreas y podrá ser compartido con las distintas direcciones de Provias Nacional encargadas de gestionar el Derecho de Vía.

IV. CONCLUSIONES

- Para iniciar una adecuada implementación de la metodología BIM es necesario recopilar información con la cual, al analizarla, se obtendrá el nivel de madurez BIM a través de un diagnóstico situacional del área en estudio, esto sirvió para tener un marco de referencia y poder elaborar los documentos en la etapa de Planificación en la que se definen los roles BIM, el proceso de gestión de la información, las capacitaciones a impartir, la infraestructura tecnológica, etc.
- El nivel de Madurez BIM dentro de la Dirección de Derecho de Vía de la entidad pública se encuentra en un nivel Inicial, esto se debe a la falta de capacitaciones en diferentes temas como el Marco Normativo BIM (Impulsada por el MEF), visualización de modelos BIM, etc. Si bien muchos conocen lo que es la metodología, son muy pocos los que la han aplicado en su vida laboral dentro de la entidad.
- Para una adecuada Implementación de la metodología BIM de deberá trabajar en base a tres recursos, para los Recursos Lógicos, Humanos y Tecnológicos se obtuvo un nivel Inicial que si bien no es Inexistente (0%) igualmente viene a ser un nivel bajo de madurez BIM, ya que, si bien parte del personal tiene conocimientos básicos de BIM, no existe un trabajo colaborativo, los roles BIM aún no están definidos, y no hay una adecuada infraestructura tecnológica para el correcto desarrollo de la adopción BIM en la entidad.
- La mejora en la gestión de la información se dará a partir de una planificación que consiste en la elaboración de los diversos documentos que se presentan en la Tabla 10, en el que se definan y establezcan: los roles BIM, los proyectos a ejecutar bajo esta metodología, la

adquisición de software y hardware, programa de capacitaciones y un plan de cómo se gestionará el Entorno de Datos Comunes.

- Para poder realizar el Modelo BIM que integre toda la información técnica y legal del proyecto es necesario que los especialistas de la dirección cuenten con la debida capacitación en el uso de los distintos softwares y plataformas colaborativas que intervienen en este proceso, como el Civil 3D, ArcGis Pro, Infraworks, ArcGis Online, ACC, etc. Este Modelo BIM una vez generado estará almacenado en la plataforma colaborativa Autodesk Construcción Cloud (ACC) y podrá ser consultado por todo el personal involucrado en el proyecto desde cualquier dispositivo con acceso a internet sin la necesidad de tener instalado un software antes mencionado.
- La correcta aplicación de un Entorno Común de Datos no solo permite ser un puente para el intercambio de información entre los distintos softwares para generar el Modelo BIM, sino que establecer un Entorno Común de Datos en la Dirección también permite almacenar, gestionar e intercambiar información técnica y legal generada por los especialistas en un único entorno. De este modo todos los archivos permanecen ordenados y organizados dentro de una estructura de carpetas y se contará con una trazabilidad e historial de versiones.
- Por otra parte, hay que aclarar que el BIM no es un software sino una metodología que abarca nuevas tecnologías, un conjunto de procesos y estándares para generar y gestionar la información de un proyecto de manera colaborativa en un espacio virtual.

V. RECOMENDACIONES

- En primer lugar, se recomienda a las personas que lideren la implementación de la metodología BIM en la Dirección de Derecho de Vía seguir el flujo que se presenta en la Figura 7 y asignar los roles indicados en la Tabla 11, realizar un diagnóstico BIM cada 6 meses para evaluar el nivel de Madurez BIM y tener conocimiento si hubo una mejora con respecto a los recursos humanos, lógicos y tecnológicos de la dirección, para esto también es necesario actualizar los documentos generados en la etapa de planificación en base a las lecciones aprendidas a medida que se van ejecutando los proyectos.
- Se le recomienda al personal de la Dirección de Derecho de Vía capacitarse y certificarse en temas relacionados a la metodología BIM porque conocerán más sobre los beneficios de esta metodología, y podrán adaptar de una mejor manera los procedimientos planificados, esto para aumentar el nivel de madurez BIM. Un modelo BIM bien elaborado conlleva a que todos los miembros de la dirección trabajen de manera colaborativa y bajo los mismos lineamientos, si no, podrían, por el contrario, obtener resultados inesperados y esto podría generar retrasos en los proyectos y prolongar la etapa de adaptación de esta nueva Metodología.
- Adicionalmente, se sugiere integrar toda la información del proyecto en el software Infracore ya que es una herramienta muy completa y en constante evolución en cuanto al BIM; además de poseer una gran interoperabilidad con distintos softwares ya que permite importar gran variedad de formatos como es el caso de los Dwg, Shape, Raster, IFC, etc. Es uno de los programas más utilizados en nuestro país para el diseño conceptual de carreteras, lo que permite modelar, analizar y visualizar los conceptos de diseño en un contexto real

dentro de su entorno natural y de construcción, esto genera una mejora en la toma de decisiones y por consiguiente en el resultado del proyecto.

- Se recomienda contar con una plataforma colaborativa en la nube, es decir, un Entorno Común de Datos, como la única fuente de intercambio de información para los proyectos. Esta plataforma debe utilizarse para almacenar, intercambiar y gestionar toda la información relacionada con el proyecto, ya sea en formato convencional o BIM.

VI. REFERENCIAS

- Costina, A., Adibfara, A., Hu, H. y Chenc, S. (2018), *Building information modeling (BIM) for transportation infrastructure – literature review, applications, challenges, and recommendations*.
- Díaz, J. (2019). *Gestión de proyectos utilizando las herramientas BIM en la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto].
- Díaz, M. y Cogollo, C. (2021), *Desarrollo de una guía para la Implementación de la Metodología BIM aplicada a las condiciones de proyectos de infraestructura vial en el territorio colombiano*. [Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomás].
- Ministerio de Economía y Finanzas (2021). *Guía Nacional BIM*. Lima.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2021). *Nota Técnica de Introducción BIM*. Lima.
- Ministerio de Obras Públicas. (2021). *Sistema de Implementación BIM (SiBIM)*. Argentina
- Moreno, R. (2021). *Estado del Conocimiento de la Aplicabilidad de la Metodología BIM en proyectos de infraestructura vial en Colombia*. [Ensayo de Grado, Universidad Militar Nueva Granada].
- Limas, D. (2019). *Metodología BIM aplicada a la fase de prefactibilidad de un proyecto vial de tercer orden en Colombia*. [Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomás].
- Ríos, E. (2018). *Modelación del Tránsito y Propuesta de Solución Vial a la Av. Cáceres con Infracore y Synchro 8*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura].
- Ulloa, K. y Salinas, J. (2013), *Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios*. [Tesis de Postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

VII. ANEXOS

7.1. ANEXO 01: Cuestionario para el Diagnóstico del Nivel de Madurez BIM

Datos Básicos de Contacto

Personal de la Dirección de Derecho de Vía.

***Obligatorio**

1. Correo *

2. Nombres y Apellidos *

3. Celular *

4. Profesión *

Marca solo un óvalo.

Ingeniera(o)/Arquitecta(o)/Arqueóloga(o)/Geógrafo/Cadista

Abogada(o) *Salta a la pregunta 27*

Otro: _____

5. Cargo/Rol *

6. Jefatura/Equipo al que pertenece dentro de la Dirección de Derecho de Vía. *

7. ¿Cuáles son las actividades o tareas principales que realiza en su Jefatura/Equipo/Área? *

Objetivos Generales

Objetivo: Comprender los objetivos generales de la implementación BIM.

8. ¿Cree que BIM es el futuro de la información de los proyectos? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

No sé

9. ¿Cuáles son los beneficios/objetivos que desea alcanzar con la implementación BIM dentro de sus procesos o tareas? *

10. ¿Cuáles de los siguientes problemas considera que pueden optimizarse con el uso de BIM? *

Selecciona todos los que correspondan.

Compresión de objetivos por todos los actores intervinientes

Fiabilidad de la información utilizada

Coordinación entre Jefaturas/Equipos/Áreas

Incumplimiento de plazos

Calidad de Entregables

Pérdida de información

Retrabajos

Otro: _____

11. ¿Tiene acciones compartidas con otras Jefaturas o Equipos dentro de la Dirección de Derecho de Vía?(Describe como es esa interacción). *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

12. En el caso de que la respuesta de la pregunta anterior sea "Sí", describa como es esa interacción

13. BIM es un cambio de paradigma y requiere una implementación que integre a todas las personas y todos los conocimientos, mejora la gestión de la información, utiliza nuevas tecnologías y acelera la transformación de las capacidades. ¿Qué barreras se tendrán que superar para enfrentar el cambio? *

14. ¿De que manera cree que esta implementación en un principio pueda afectar en sus procesos, actividades o tareas? *

Selecciona todos los que correspondan.

Puede ocasionar retrasos en la elaboración/revisión de informes por falta de conocimiento en la aplicación de nuevas tecnologías y herramientas BIM

Dificultad para cambiar los hábitos del personal de la Dirección de Derecho de Vía

Puede haber incertidumbre en los requisitos a solicitar y cumplir en la elaboración de TDR's entre los diferentes actores del proyecto y a cuánto riesgo se expone cada uno

Otro: _____

CONOCIMIENTOS BIM

Objetivo: Conocer cual es el nivel de conocimiento BIM del equipo de trabajo y la modalidad de capacitación realizada

15. ¿Para qué considera que sirve BIM? *

Selecciona todos los que correspondan.

Gestión de la información

Computo, software, aplicaciones digitales

Dibujo y visualización en 2D/3D

Diseño

Levantamiento de condiciones existentes de terreno

Trabajo colaborativo

Otro: _____

16. Que grado de conocimiento de la metodología BIM tiene: *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Nada En profundidad

17. ¿Cuáles son sus alcances de conocimientos en BIM? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Ninguno	Básico	Intermedio	Avanzado
Conocimientos generales sobre alcances de la metodología BIM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modelado o dibujo 3D de una infraestructura Vial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalización con Software GIS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisión de modelos BIM.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visualización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Levantamiento de condiciones existentes con DRON.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. ¿Cómo aprendió BIM? *

Marca solo un óvalo.

No me capacité

Capacitaciones brindadas en el trabajo

Autodidacta

Hice un curso

Otro: _____

19. ¿Cómo calificaría esa experiencia en cuanto a las posibilidades de implementar la metodología BIM en su trabajo cotidiano?

Marca solo un óvalo.

Muy posible a mediano o largo plazo

Muy posible a corto plazo

Bajas posibilidades a corto plazo

Ninguna posibilidad

Otro: _____

20. ¿Le interesaría capacitarse en temas relacionados con la correcta implementación de BIM en su labor diaria?

Marca solo un óvalo.

Si

No

Me es indiferente

21. En el caso de que la respuesta de la pregunta anterior sea "SI", ¿En qué temas le gustaría capacitarse?

Marca solo un óvalo.

Introducción y/o Fundamentos de la Metodología BIM

Marco Normativo BIM

Software BIM

Software GIS

Entorno Común de Datos

Otro: _____

Hardware y Software

Objetivo: Conocer cuál es el tipo de tecnología disponible

22. ¿Qué tipo de memoria RAM tiene la computadora/laptop con la que trabaja actualmente? *

Marca solo un óvalo.

2 GB

4 GB

8 GB

16 GB o más

Desconoce

23. ¿Qué tipo de procesador tiene su computadora/laptop?(Completar con marca y modelo ejem: Intel Core i7,i5,i3; AMD Ryzen 5,7, Otros).

24. Indique por favor los software, programas o aplicaciones digitales con los que trabaja actualmente. *

Selecciona todos los que correspondan.

Excel

Word

Autocad

Civil 3d

Arcgis

Qgis

Agisoft,Pix4d

Revit

Otro: _____

25. En el caso de que la respuesta de la pregunta anterior sea "Otro", indicar con que programas o software trabaja usualmente.

26. Indique brevemente que tareas realiza dentro de los software o programas de computadora que utiliza comúnmente.

Ejemplo: AutoCAD: Elaboración o revisión de planos.

Flujo de Trabajo

El objetivo de esta encuesta es comprender los procesos de trabajo del sector.

27. Previo a esta encuesta, ¿Había escuchado sobre BIM? *

Marca solo un óvalo.

No, nunca lo había escuchado

Si, tengo una idea general

Si, se de de que se trata pero no lo aplico

Si, se de de que se trata y lo aplico

28. ¿Cuál etapa de sus procesos cree que necesita ser mejorada?(Describa puntos críticos/problemas que impiden que el flujo sea correcto) *

Entorno Común de datos Registrar características de la forma de guardado y seguridad de datos.

29. ¿Cuál es el espacio de almacenamiento de información designado? *

Selecciona todos los que correspondan.

En la propia computadora/laptop.

Red Local/Discos de resguardo

Red institucional/OTI

Nube/Drive/Gmail

Otro: _____

30. ¿Cómo es la estructura donde guarda su información? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No	No sé
Existe una estructura de carpetas para guardar información.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existe una codificación para nombrar los archivos, planos o informes elaborados por el personal de la dirección.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existe alguien designado para el mantenimiento del espacio de almacenamiento de información?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

31. ¿Cómo es la seguridad del espacio donde almacena su información? *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	No sé
El acceso a la información es libre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El acceso a la información depende de habilitación de un usuario institucional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El acceso a la información tiene niveles de restricción según nivel de autorización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El acceso requiere presencia en el lugar de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32. ¿Existe una base de datos para cada proyecto desarrollado? *

Marca solo un óvalo.

Si

No

No sé

Otro: _____

33. ¿Existe un repositorio de acceso libre donde se almacene y comparta información elaborada por el personal de la dirección? *

Marca solo un óvalo.

Si

No

No sé

Otro: _____

Equipo de Trabajo Conocer las capacidades del equipo de trabajo

34. ¿Qué parte de su trabajo le interesa más?

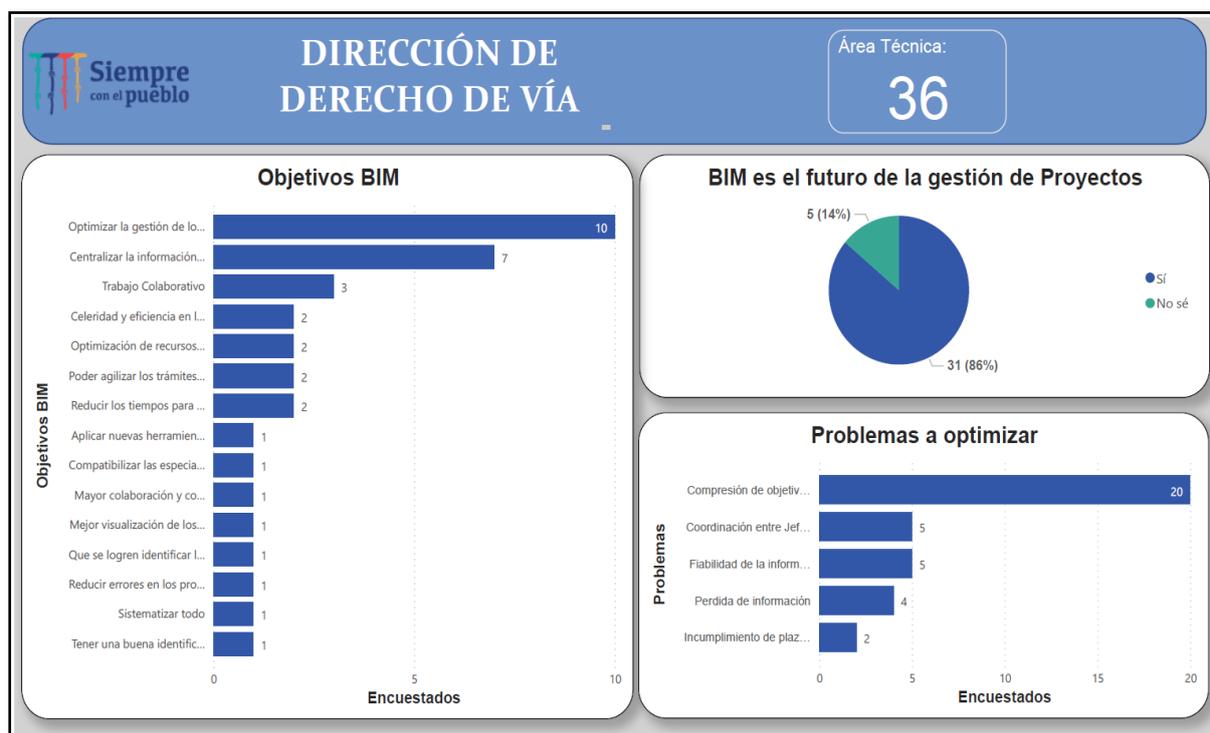
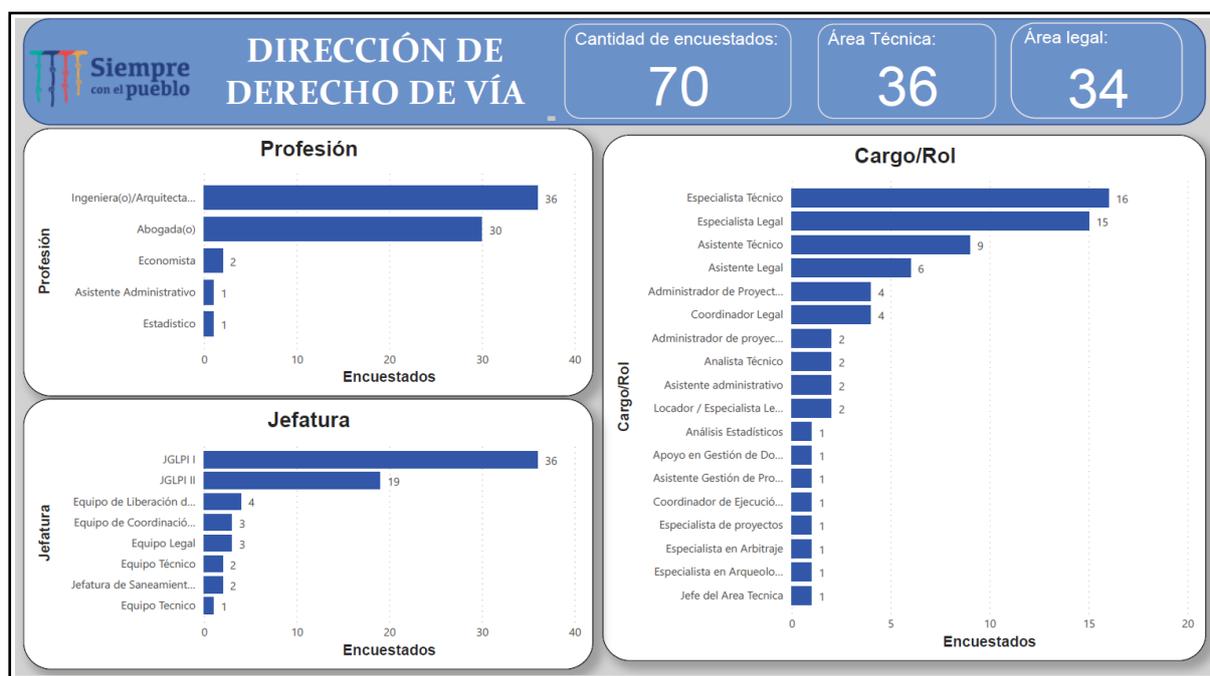
35. Respecto a los proyectos desarrollados durante el último año, comente si usted logró interactuar con nuevas herramientas tecnológicas como aplicaciones web, nuevos software, instrumentos o equipos. (Describa el tipo de herramienta tecnológica y para que lo requirió o aplicó) *

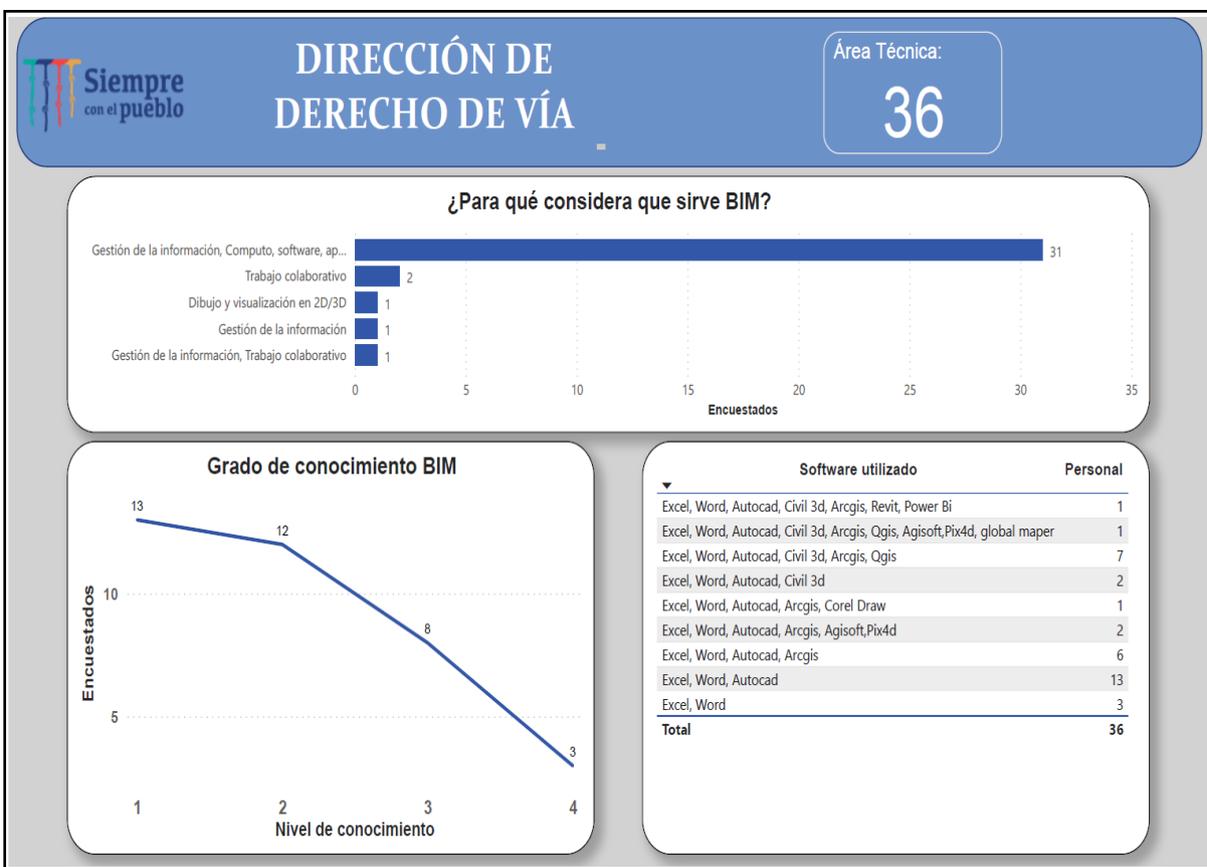
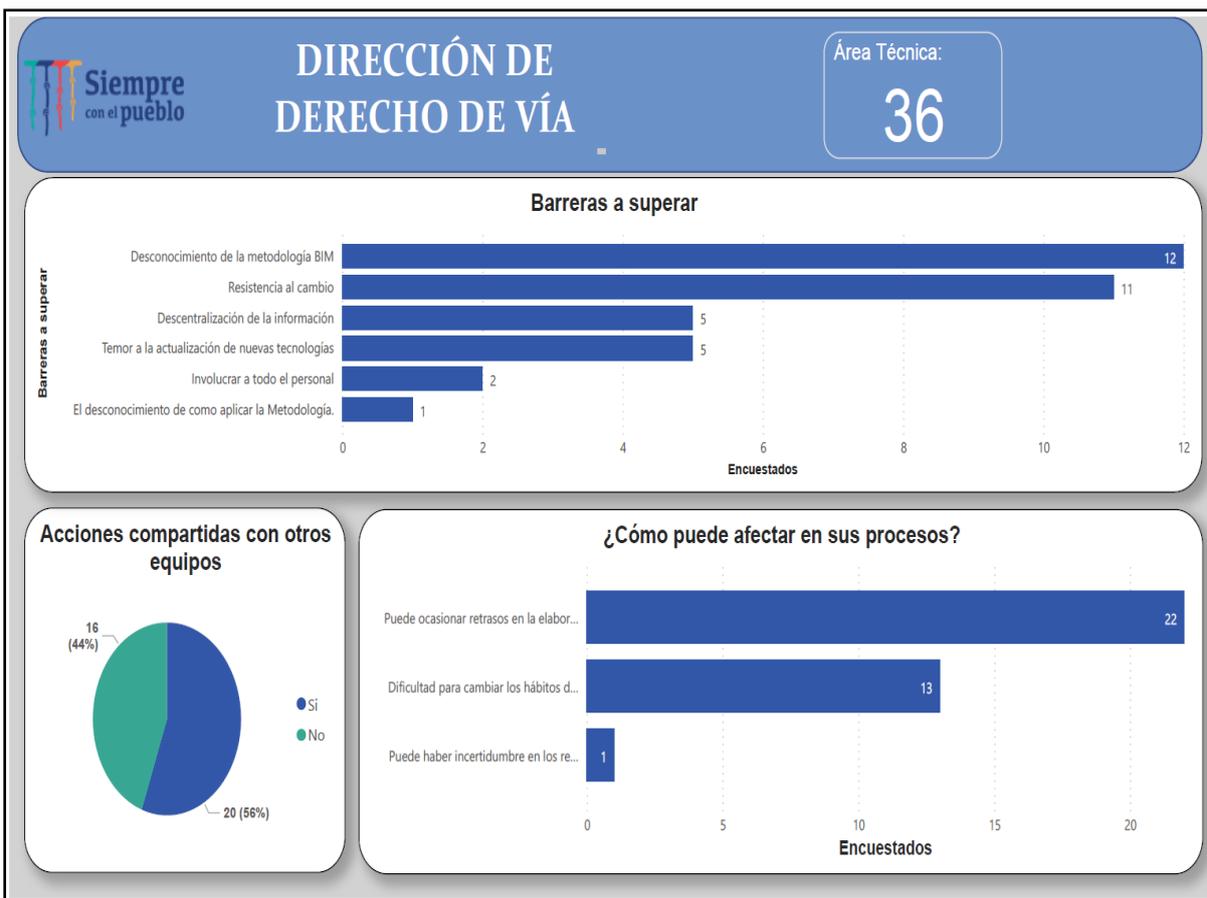
36. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar la forma de trabajo dentro de su Jefatura o Equipo de trabajo?

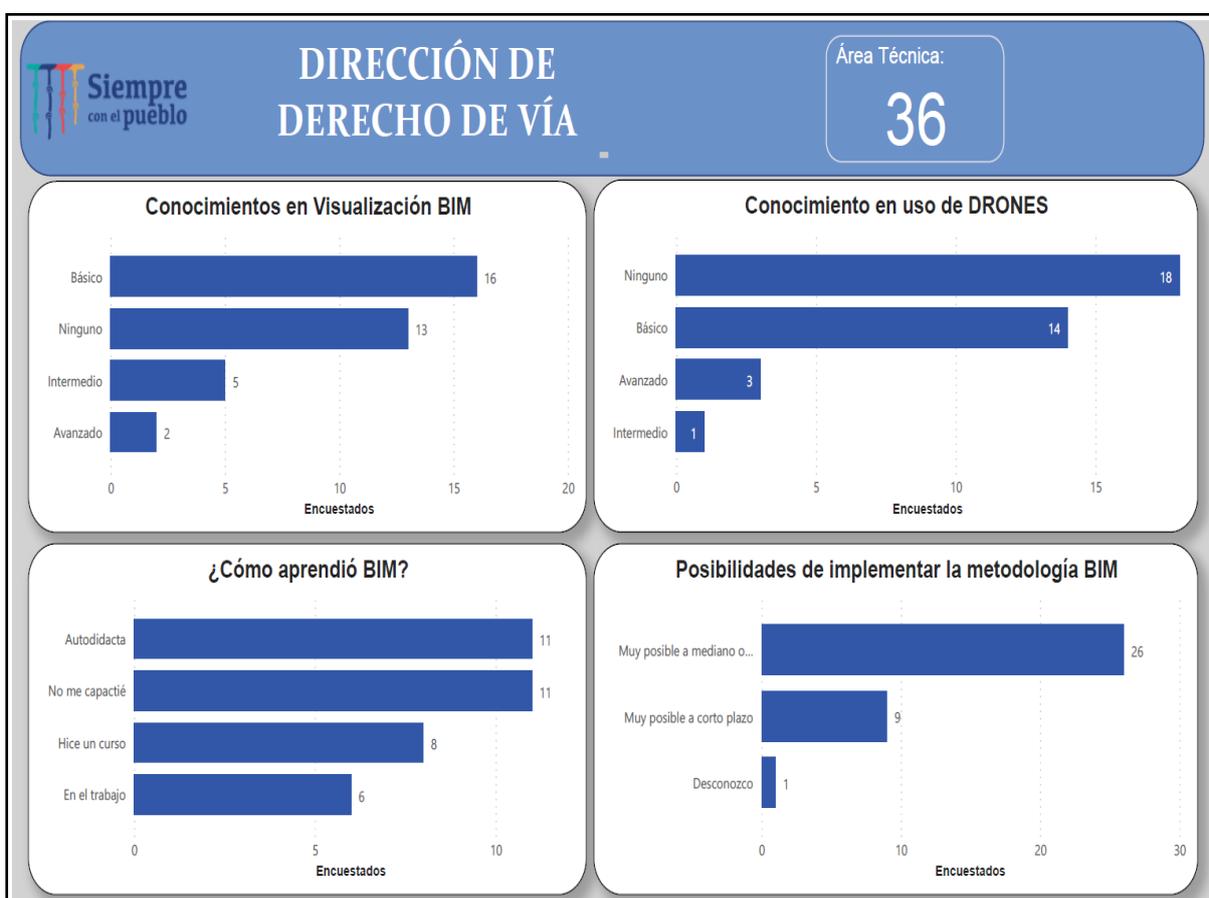
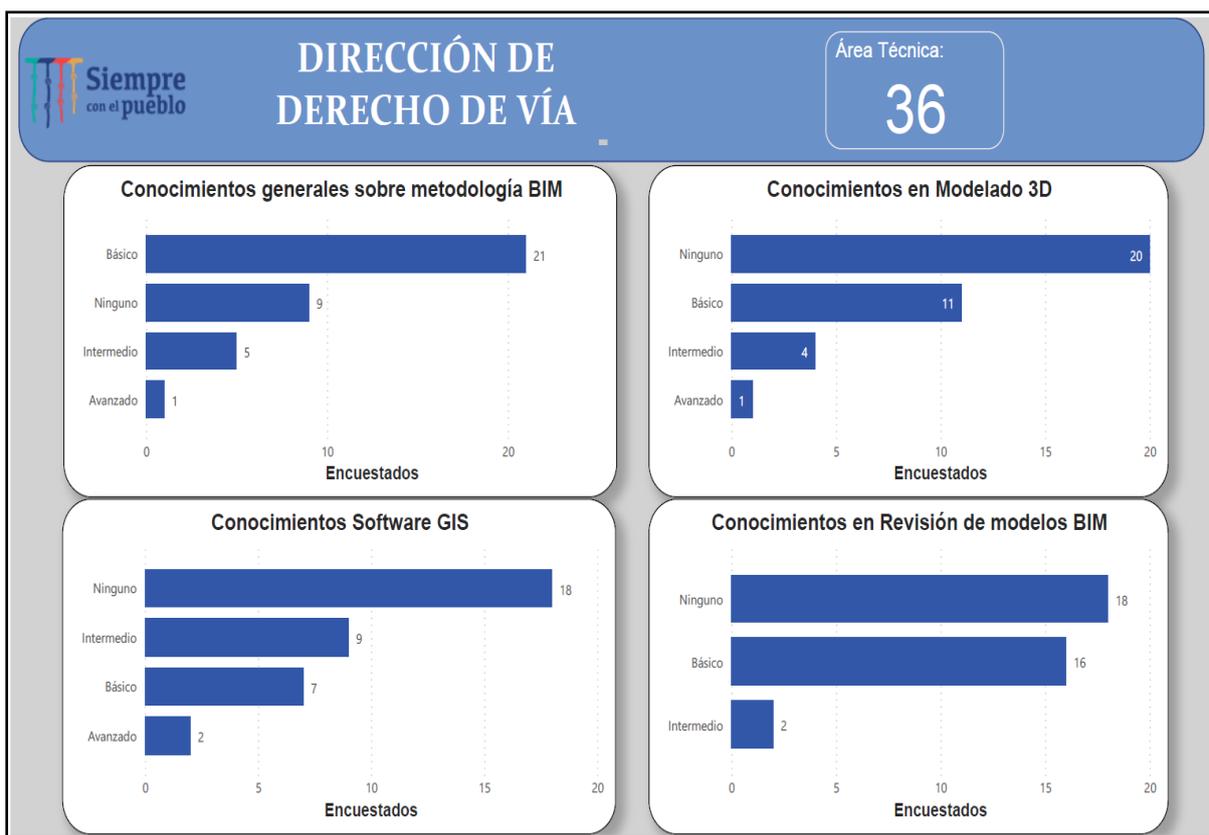
Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

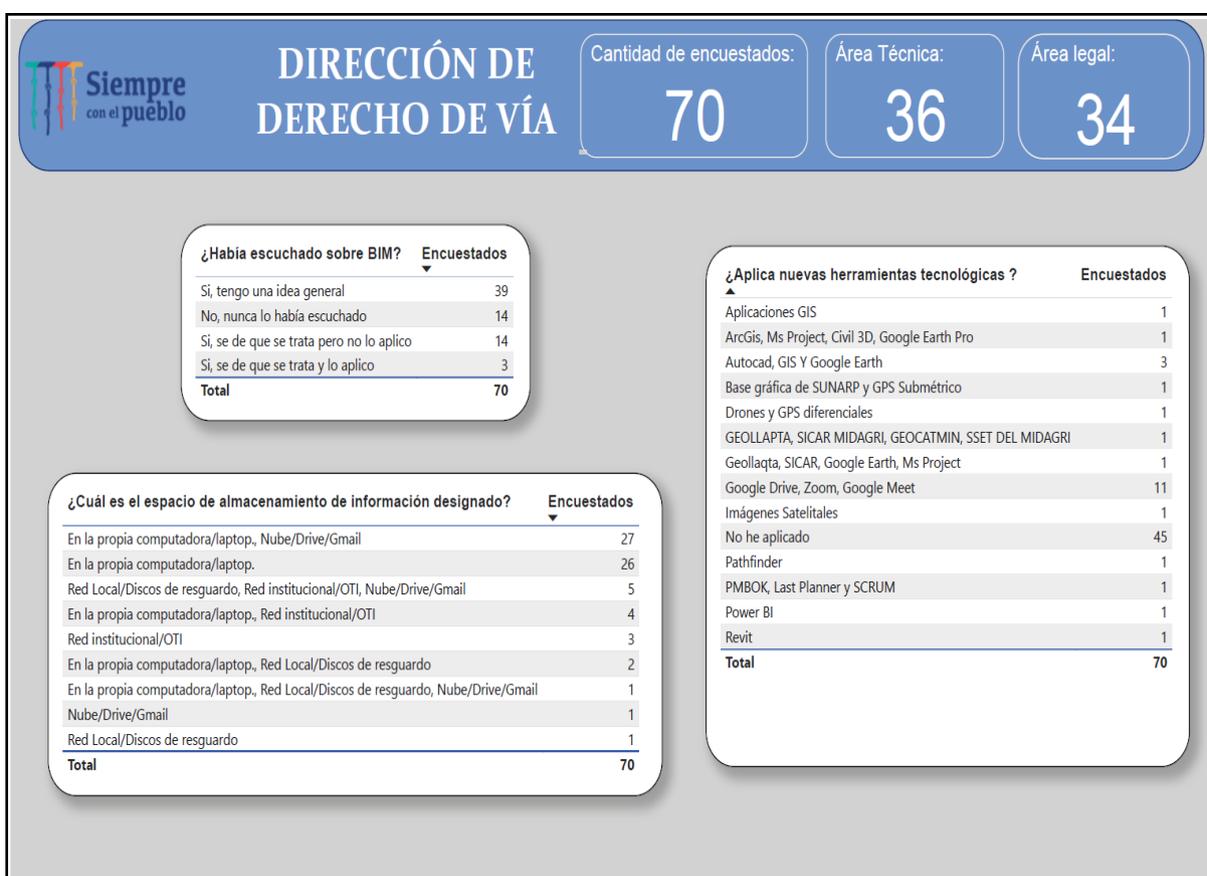
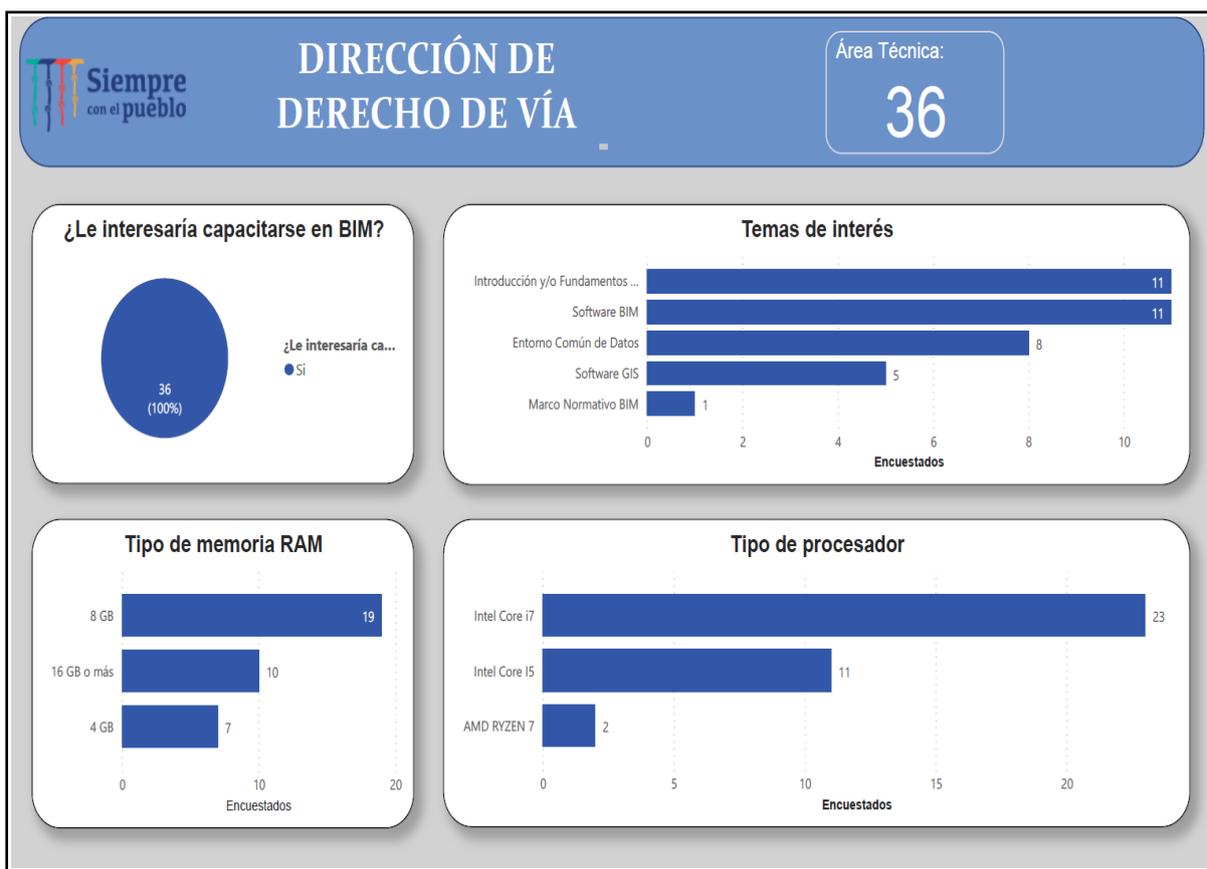
Google Formularios

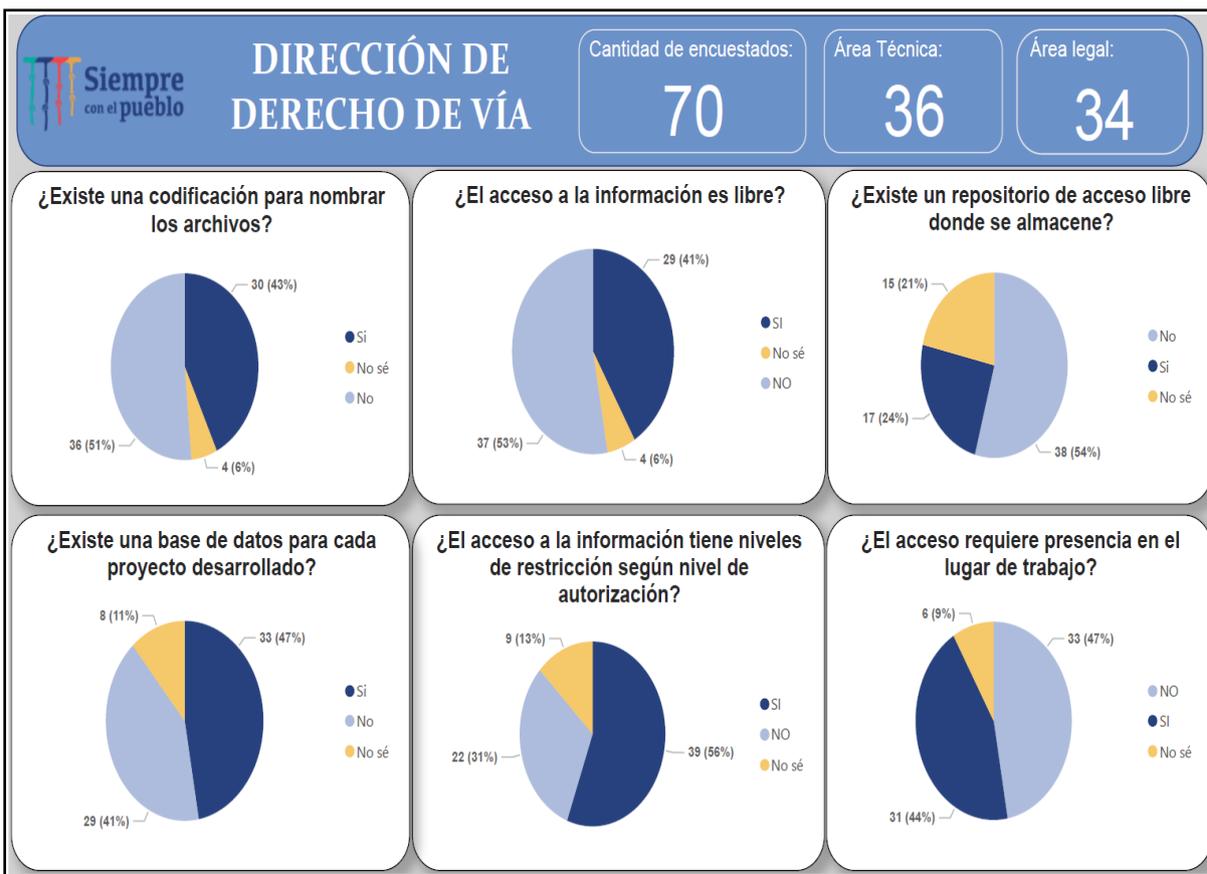
7.2. ANEXO 02: DashBoard que muestra de manera visual la información recopilada en las encuestas











7.3. ANEXO 03: Matriz de Diagnóstico de Madurez BIM

MATRIZ DE DIAGNÓSTICO DE NIVEL DE MADUREZ BIM								
ELEMENTO DE DIAGNÓSTICO	NIVEL DE MADUREZ					NIVEL ACTUAL	TOTAL	
	01-20	21-40	41-60	61-80	81-100	267	1700	
	Inicial	Definido	Gestionado	Integrado	Optimizado			
RECURSO LÓGICO ESTRATEGIA Y OBJETIVOS IMPLEMENTACIÓN BIM	OBJETIVOS: Definidos y consensuados en los distintos niveles (Directores, Jefes de Gestión, Administradores y Especialistas)	Están sugeridos por el Equipo BIM-PVN y responsables de las direcciones de línea.	Están definidos a un nivel	Están definidos y consensuados a dos niveles	Están definidos y consensuados a tres niveles	Están incorporados a los objetivos generales de la dirección	10	100
	DESAFÍOS: Se tiene conocimiento de las dificultades de implementar BIM	Se conocen las dificultades referentes a la infraestructura tecnológica y capacitación	Se tiene noción de los desafíos a nivel de proceso, además de la infraestructura tecnológica	Se tiene noción de los desafíos a nivel conceptual, de proceso e infraestructura tecnológica	Se tiene una planificación de acciones para manejar los desafíos (infraestructura tecnológica, de proceso y conceptuales)	Se tiene una hoja de ruta para mapear los desafíos (infraestructura tecnológica, de proceso y conceptuales)	10	100
	CONOCIMIENTO BIM: Se tiene conocimiento de la metodología BIM por parte de todo el personal de la dirección	Se conoce algo relacionado con los programas de modelado	Se conoce lo relacionado con los programas de modelado y algunos conceptos de trabajo colaborativo	Se tiene un conocimiento de lo que implica una metodología BIM en cuanto a procesos y trazabilidad	Existe un conocimiento completo de la metodología BIM por parte de todo el personal	Existe un conocimiento completo y poseen experiencia mayor a 2 años en el uso de la metodología BIM por parte de todo el personal	10	100
	RECURSOS: Recursos destinados a la implementación BIM (Humanos, tecnológicos y económicos)	Hay algún recurso parcial, humano o tecnológico o económico o Normativos (Recursos humanos (RH), tecnológicos (T), económicos (E))	Hay mas de un recurso parcial (RH/T/E)	Hay mas de un tipo de recurso asignado	Hay recursos RH+T+E dedicados	Están incorporados todos los recursos a la planificación específica	10	100
	MARCO TEMPORAL: Existencia de algún marco limitante para estructurar la implementación BIM.	Se está evaluando	Se evaluó y se encontraron limitantes	Se evaluó y se están analizando las soluciones	Se planificó la resolución de las limitantes	No hay limitantes temporales	25	100

RECURSO LÓGICO	PROCESOS PRE-BIM	METODOLOGÍA DE TRABAJO: Se tiene definida una metodología de trabajo	Existen protocolos o documentos base comunes para el desarrollo de tareas del personal de la dirección	Existen protocolos o documentos base comunes para el desarrollo de tareas y están comunicados al personal de la dirección	Existen protocolos o documentos base comunes para el desarrollo de funciones y se aplican.	Existen protocolos o documentos base comunes para el desarrollo de tareas, se aplican y se revisan para ser optimizados	Si, todos los niveles estan alineados	05	100
		DESARROLLO DE METODOLOGÍA: Manera en que se desarrolló la metodología de trabajo adoptada.	Usos y costumbres del personal de la dirección	Directivas de un cargo jerárquico	Análisis y desarrollo colaborativo de dos o mas niveles	Análisis y desarrollo colaborativo de dos o mas niveles + verificación via ejemplos prácticos.	Análisis y desarrollo colaborativo de dos o mas niveles+ verificación via ejemplos prácticos o + retralimentación de resultados de los procesos superados	25	100
		COMPATIBILIDAD BIM: Adaptación de la metodología de trabajo actual con el proceso de implementación de BIM	Si, pero con muchas modificaciones	Si con pocas modificaciones	Adaptable	Facilmente adaptable	Adaptable sin modificaciones necesarias	15	100
		FLUJO DE TRABAJO: Flujo de procesos que incluya a todos los equipos o jefaturas	No hay procesos definidos; los roles son ambiguos y estructuras de equipo son inconsistentes. El rendimiento es impredecible y la productividad depende de capacidades individuales.	Los roles BIM se definen informalmente y los equipos se forman en consecuencia. Cada proyecto BIM se planifica de forma independiente. Se identifican los Usos BIM y se objetivan; las habilidades BIM se desvanecen a medida que aumenta la complejidad de los proyectos, pero la productividad sigue siendo impredecible	El trabajo colaborativo en las direcciones aumenta a medida que se ponen a disposición las herramientas para la comunicación entre proyectos. Flujo de información constante; los roles BIM son visibles y los objetivos se consiguen de forma más consistente.	Los roles BIM y los objetivos de los Usos BIM se consolidan en las direcciones. Los equipos tradicionales son sustituidos por otros orientados a BIM a medida que los nuevos procesos se convierten en parte de la cultura de la organización. La productividad es ahora consistente y predecible	Los objetivos de los Usos BIM mejoran de manera continua para que coincidan con los avances tecnológicos y se alinean con los objetivos organizacionales. Las prácticas de recursos humanos se revisan de forma proactiva para asegurar que el capital intelectual coincida con las necesidades del proceso	20	100
		PUNTOS CRITICOS: Detectar puntos criticos	Hay puntos criticos pero no se pueden puntualizar	Hay puntos criticos identificados	Hay puntos criticos identificados y diagnosticados	Se identificaron puntos criticos diagnosticados que pueden mejorar con BIM	Es factible modificar los puntos criticos con BIM	25	100
		PROCESOS DE TRABAJO: Posibilidad para reestructurar los procesos	Se deben mantener aislados pero se pueden agrupar en puntos especificos del proceso	Se deben mantener aislados pero se pueden compartir los productos	Se deben mantener aislados pero se pueden agrupar en puntos especificos del proceso y compartir los productos	Se pueden realizar en forma aislada pero con conocimiento del resto de las áreas y compartir los productos	No hay procesos aislados	25	100
		OPTIMIZACION PROCESOS: Posibilidad de hacer propuestas de optimización	No existen antecedentes pero está abierto a realizarlo	Se pueden realizar desde los jefes de gestión	Se pueden evaluar propuestas puntuales de otros niveles	Está abierto a propuestas de cualquiera de los niveles	La evaluación y optimización forma parte del proceso	25	100
		PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD: Establecimiento de un proceso de control de calidad	Una vez finalizado el proceso de trabajo	En puntos criticos y/o al realizar una entrega a otro actor	En puntos criticos y al realizar una entrega a otro actor	QA especifico del proceso y productos	En puntos criticos + al realizar una entrega a otro actor + QA especifico del proceso y productos	10	100
		CRONOGRAMA DE TRABAJOS: Cronograma para cada entregable o producto	Solo se especifican fechas de entrega finales	Solo se especifican fechas de entrega finales y parciales	Hay un listado de actividades y las fechas de entregas finales y parciales	Si hay un cronograma especificado del inicio al fin del proceso	Si hay un cronograma especificado del inicio al fin del proceso que se monitorea y actualiza	25	100
		MODALIDAD DE TRABAJO	Individual	Individual con comunicación virtual algunos conceptos	Grupal	Grupal con comunicación virtual	Grupal con comunicación virtual y presencial periódica	25	100
		RECURSOS: Infraestructura fisica y de conocimiento	El entorno de trabajo no es propicio para la productividad. El conocimiento BIM suele compartirse de manera informal entre el personal (a través de consejos, técnicas y lecciones aprendidas)	El entorno de trabajo es apropiado para el personal, pero no genera motivación. El conocimiento compartido es recopilado, documentado y después transferido de tácito a explícito.	El entorno de trabajo y las herramientas en el lugar de trabajo se identifican como factores que influyen en la motivación y la productividad. Además, el conocimiento documentado se almacena adecuadamente.	El entorno de trabajo es controlado, modificado y sus criterios gestionados para aumentar la motivación del personal, la satisfacción y la productividad. El conocimiento se integra en los sistemas de organización; el conocimiento almacenado se hace accesible y fácilmente recuperable.	Los factores fisicos del lugar de trabajo se revisan constantemente para asegurar la satisfacción del personal y un entorno propicio para la productividad. Del mismo modo, las estructuras de conocimiento responsables de la adquisición, representación y difusión se revisan y modifican sistémicamente.	01	100
		NORMAS: Códigos, regulaciones, estándares, clasificaciones, directivas y referencias	No hay normas o estándares de revisión y generación de modelos. No hay estándares de documentación. Los planes de control de calidad son informales o no existen; tampoco para los modelos 3D o la documentación.	Existen normas y estandares para la gestión de modelos de información. Los estándares de Revisión, Modelado y documentación están bien definidos, de acuerdo con los estándares aceptados en el sector público.	Existen normativas BIM detalladas y disponibles(formación, estándares, flujos, excepciones.). La revisión y generación de modelos se gestionan mediante estándares y planes de calidad.	Las normativas BIM están integradas en las politicas y las estrategias de la organización. Los estándares BIM se incorporan en los sistemas de gestión de calidad.	Las normativas BIM se redefinen continua y proactivamente para reflejar las lecciones aprendidas y las mejores prácticas. Se alinean continuamente la mejora de calidad y el cumplimiento de normativa y regulaciones.	01	100

	ELEMENTO DE DIAGNÓSTICO	NIVEL DE MADUREZ					NIVEL ACTUAL	TOTAL
		01-20	21-40	41-60	61-80	81-100	130	1100
		Inicial	Definido	Gestionado	Integrado	Optimizado		
RECURSO HUMANO Y EQUIPOS DE TRABAJO	TRABAJO COLABORATIVO: Capacidad para trabajar de manera colaborativa	Existen estándares de trabajo colaborativo pero de forma aislada.	Se está capacitando	Están capacitados	Es la forma de trabajo actual	La forma de trabajo actual coincide con lo propuesto en el plan de implementación	05	100
	LIDERAZGO & GESTIÓN: Calidades de organización, estratégicas, de gestión y comunicativas; innovación y renovación.	Los líderes de cada dirección tienen varias visiones sobre BIM. La implementación de BIM se lleva a cabo sin una estrategia. En este nivel de madurez, BIM se trata como una corriente tecnológica; la innovación no se reconoce como un valor independiente.	Los líderes de cada dirección adoptan una visión común sobre BIM. La estrategia de implementación de BIM carece de datos procesables. BIM se trata como un proceso de cambio, una corriente tecnológica. Se reconocen las innovaciones de producto y proceso.	Se comunica la visión de implementar BIM y es entendida por la mayoría del personal. Se define un plan de implementación y el desarrollo de esta. BIM es reconocido como una serie de tecnología, procesos y cambios en las políticas que deben ser gestionados sin poner trabas a la innovación.	La visión es compartida por el personal de toda la organización. La implementación de BIM, sus requisitos y la optimización de procesos son comunicados y entendidos por toda la organización. El personal tiene acceso y trabaja en base a un marco de referencia (normas, formatos, guías y estándares).	Las partes interesadas han consolidado la visión BIM y se logra activamente. La estrategia de implementación de BIM y sus efectos en la estructura organizacional se revisa de forma continua y alineada con otras estrategias de la misma dirección o de otras direcciones de línea. Si son necesarias modificaciones, se implementan de forma proactiva.	15	100
	ROLES Y TAREAS: División de roles con sus funciones establecidas	Se están analizando los roles	Están los roles y se están desarrollando las tareas	Los integrantes del equipo tienen claras sus funciones y lo que se espera de ellos	Están consensuados los roles y tareas y se aplican	Se cumplen y se reajustan según experiencia con lo propuesto en el plan de implementación	10	100
	CAPACIDAD RRHH: Tienen habilidades para el rol que desarrollan, distribución correcta de tareas según capacidades del equipo.	Se está haciendo un diagnóstico	Se realizó un diagnóstico y propuesta de adaptación	Relativamente	Mayoriariamente	Completamente	10	100
	COMPATIBILIDAD BIM-ROLES: Compatibilidad con los roles requeridos para la implementación BIM.	Se están analizando los roles	Están realizando los ajustes iniciales	Están ajustados	Están ajustados y se aplican	Se cumplen y se reajustan según experiencia	10	100
	COMPATIBILIDAD BIM-ÁREAS: Áreas de trabajo definidas adecuadamente según los requerimientos y compatibles para la adopción BIM.	Hay áreas que cubren el proceso pero sin definición específica en la secuencia	Hay áreas que cubren el proceso pero con desarrollos en paralelo	Hay áreas que cubren el proceso con el flujo secuencial estudiado y coordinado	Las áreas que cubren el proceso con el flujo secuencial estudiado y coordinado pero deben ajustarse a BIM	Las áreas que cubren el proceso con el flujo secuencial estudiado y coordinado pueden funcionar con BIM	15	100
	COMUNICACIÓN: Trabajo colaborativo	Los procesos se realizan en forma aislada y consecutiva	Los procesos se realizan en forma aislada pero manteniendo informadas a las distintas partes involucradas (asincrónica)	Los procesos se realizan colaborativa manteniendo informadas a las distintas partes involucradas	Los procesos se realizan en colaboración sincrónica entre las distintas partes involucradas	Los procesos se realizan en colaboración sincrónica entre las distintas partes involucradas y hay trazabilidad	15	100
RECURSO HUMANO Y CAPACITACIÓN	CAPACITACIONES: Modalidad de capacitación	Muy poca o ninguna formación a disposición del personal BIM. Los medios de capacitación no son adecuados para alcanzar los resultados buscados.	Se definen los requisitos de capacitación y por lo general se proporcionan sólo cuando es necesario. Los medios de capacitación son diversos, permitiendo flexibilidad en la distribución de conocimiento BIM.	Los requisitos de capacitación se gestionan para cumplir con las competencias pre-establecidas y los objetivos de desempeño. Los medios de capacitación se adaptan al personal para alcanzar los objetivos de aprendizaje de una manera rentable.	La capacitación se integra en las estrategias de la organización y objetivos de desempeño. La capacitación se basa típicamente en las funciones del personal y objetivos de cada proyecto. Los medios de capacitación las propone el personal de cada dirección.	La capacitación se evalúa y mejora de forma continua. La disponibilidad de formación y los métodos de capacitación se planifican para permitir el aprendizaje continuo.	15	100
	CAPACIDADES: Identificación de capacidades necesarias para implementación BIM	Se está evaluando	Están identificadas	Están identificadas y se está planificando la capacitación	Se está capacitando al personal en ellas	Se realiza periódicamente el análisis y se ajusta el plan de capacitación	15	100
	REGISTRO CONOCIMIENTO BIM: Se tiene definido un registro del nivel de conocimiento BIM de cada integrante del equipo de trabajo	No	Si y se actualizan periódicamente	Intercambio del conocimiento de los integrantes y áreas factibles	Intercambio del conocimiento de los integrantes, capacitaciones propuestas y áreas factibles	Evaluación periódica del conocimiento de los integrantes, incorporación de habilidades según capacitaciones brindadas en tareas asignadas	15	100

ELEMENTO DE DIAGNÓSTICO	NIVEL DE MADUREZ					NIVEL ACTUAL	TOTAL
	01-20	21-40	41-60	61-80	81-100		
	Inicial	Definido	Gestionado	Integrado	Optimizado	145	1100
COMPATIBILIDAD BIM: Compatibilidad entre estructura de carpetas y clasificación de archivos tradicionales con la implementación BIM.	Se evaluó y no se clasifican ni codifican archivos	La información esta disponible y accesible para todas las áreas	Existen codificaciones y clasificaciones de los archivos y carpetas	Existen codificaciones y clasificaciones de archivos, carpetas y del modelo (y sus elementos)	Es totalmente compatible y está definida la codificación y clasificación	20	100
NIVELES DE SEGURIDAD: Lectura, modificación, descarga y eliminación de archivos	No existen tales niveles de seguridad	Hay separaciones y permisos por equipos/temas de trabajo	Existen niveles de seguridad para la lectura, modificación y eliminación de archivos por usuario	Existen niveles de seguridad para la lectura, modificación y eliminación de archivos por usuario + hay trazabilidad de las modificaciones	Hay un CDE estructurado con procedimientos definidos, restricciones según niveles. Con trazabilidad y respaldo automático	10	100
BACKUP: Copias de resguardo periódicamente.	Cada uno cuenta con backup individual	Hay un backup por área en discos externos	Hay un backup periódico centralizado	Hay un backup semanal centralizado	Hay un backup diario centralizado	20	100
PROTOCOLO VERSIONADO: Protocolo establecido de versionado de archivos.	Establecido para cada profesional responsable por cuenta propia	Establecido por cada equipos/temas de trabajo	Establecido por el área	Establecido y registrado para todos los actores del área	Se hace automáticamente al subir al archivo servidor	10	100
TRABAJO COLABORATIVO: Restricciones en cuanto al uso y guardado de datos colaborativos.	No hay un servidor para el área	Hay un servidor para el área pero la conexión no es fiable o no se emplea para el trabajo colaborativo	Hay un servidor para el área que es fiable y la conexión adecuada pero existe alguna restricción para el trabajo colaborativo	Hay un servidor para el área y se aplica para el trabajo colaborativo	Hay un servidor para el área que es fiable y la conexión adecuada. Hay protocolos para colaboradores internos y externos	25	100
LICENCIAS: Proveer licencias de software a los integrantes del equipo	Si, a algunos las básicas de modelado/Entorno Común de Datos	Si, a todos las básicas de modelado /Entorno Común de Datos	Si, un número acotado de licencias, para cada uso	Si, licencias en grupo suficientes para todos los usuarios	Si, licencias para cada uso específicas según roles de cada individuo	10	100
EQUIPAMIENTO BIM: Incorporación de hardware y software necesarios para implementar BIM.	Es necesaria la actualización, de la capacidad y tecnología de los equipos informáticos, para la incorporación de un software BIM	Es necesario actualizar la cantidad de equipos con la capacidad y tecnología para la incorporación de un software BIM, pero hay suficientes para iniciar un desarrollo básico	Es necesario actualizar la cantidad de equipos con la capacidad y tecnología para la incorporación de un software BIM, pero hay suficientes para iniciar un desarrollo intermedio	Se cuenta con las herramientas tecnológicas para desarrollar las tareas en cantidad y calidad	Se cuenta con las herramientas tecnológicas para desarrollar las tareas en cantidad y calidad y existe un plan de actualización de la tecnología ligado al desarrollo de la implementación	05	100
ESPACIO FÍSICO: Apto para trabajar de forma colaborativa	No, pero se planea acondicionarlo	Se está ajustando	Permite el trabajo colaborativo	Está diseñado para fomentar el trabajo de los equipos	Está diseñado para fomentar el trabajo en equipos y entre los mismos	05	100
HARDWARE: Equipos, entregables y localización/movilidad	Las computadoras son inadecuadas; las especificaciones son demasiado bajas o inconsistentes en toda la organización. La sustitución o mejora de equipos se considera un coste y sólo se realiza cuando es inevitable.	Las especificaciones de los equipos son adecuadas para la revisión y modelado BIM - se definen, presupuestan y estandarizan en toda la organización. Las sustituciones y actualizaciones de hardware son partidas de coste bien definidas.	Se dispone de una estrategia para documentar, gestionar y mantener los equipos BIM con transparencia. La inversión en hardware está bien orientada para ampliar la productividad BIM.	Los despliegues de hardware se realizan de forma inmediata cuando se requiera a partir de una necesidad BIM. La inversión en equipos se integra perfectamente con los planes financieros y estrategias de la organización.	Los equipos existentes y las soluciones innovadoras se prueban, actualizan y despliegan continuamente. El hardware BIM se convierte en parte de la ventaja competitiva de la organización o del equipo de proyecto.	10	100
RED: Soluciones, entregables y control de seguridad/ acceso.	Las soluciones de red no existen. Profesionales, direcciones y equipos de proyecto usan cualquier herramienta para comunicarse o compartir datos. Las partes interesadas carecen de la infraestructura de red necesaria para recopilar, almacenar y compartir conocimientos.	Se identifican soluciones de red para compartir información y controlar su acceso en y entre direcciones de línea. A nivel de proyecto, los agentes identifican sus requerimientos para compartir datos/información. Las direcciones y equipos de proyecto dispersos están conectados a través de conexiones de ancho de banda relativamente bajo.	Las soluciones de red para recopilar, almacenar y compartir información entre direcciones se gestionan bien a través de plataformas comunes. Se despliegan herramientas de gestión de contenidos para regular los datos estructurados y no estructurados compartidos a través de conexiones de banda ancha.	Las soluciones de red permiten la integración de múltiples facetas del proceso BIM a través del intercambio en tiempo real continuo de datos, información y conocimientos. Las soluciones incluyen redes / portales específicos del proyecto que permiten el intercambio de datos intensivos (intercambio) interoperable entre las partes interesadas	Las soluciones de red se evalúan continuamente y se sustituyen por las últimas innovaciones probadas. Las redes facilitan la adquisición, almacenar y compartir conocimientos entre todas las partes interesadas. La optimización de datos integrados, los procesos y los canales de comunicación es implacable.	20	100
SOFTWARE: Aplicaciones, entregables y datos	Se utiliza software BIM para revisión y visualización de entregables pero por iniciativa propia del especialista. El Uso de Software no esta regulado ni estandarizado en la entidad. Mayormente se siguen utilizando software tradicionales por temor al cambio	El Uso de software se estandariza dentro de una dirección o equipos de proyectos. El personal tiene capacidad para revisar los modelos 3D por disciplina y los documentos generados a partir de este.	La selección de software y su uso se controla y gestiona de acuerdo con los entregables definidos. Adquiere y aplica software relacionado con los Usos BIM solicitados en los requisitos de intercambio de información(EIR).	La selección e implementación de software sigue objetivos estratégicos. Los especialistas tienen la capacidad de aplicar distintos softwares para verificar si los modelos 3D están bien sincronizados e integrados. Tienen capacidad de revisar y generar observaciones a partir de modelos federados.	La selección de software se revisa continuamente y se alinea con los objetivos estratégicos. Se aplica software para revisar y cumplir con el alcance del proyecto. Los entregables del modelado se revisan cíclicamente para beneficiarse de las nuevas funcionalidades y extensiones disponibles de software.	10	100

RECURSO TECNOLÓGICO

RECURSO FÍSICOS Y TECNOLÓGICOS