

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PROPUESTA DE GUÍA PARA ELABORACIÓN DE TÉRMINOS DE  
REFERENCIAS BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS DE SERVICIOS DE  
PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA PARA  
FASE DE PREINVERSIÓN BASADA EN EL ESTÁNDAR ISO 19650**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Joao Emanuel Mogollón Rivera

**ASESOR:**

Frank Roberto Chuquín Montoya

Lima, Julio, 2024

## Informe de Similitud

Yo, Frank Roberto Chuquín Montoya, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado:

“Propuesta de Guía para la Elaboración de Términos de Referencias BIM para Proyectos Públicos de Servicios de Protección contra Inundaciones y Movimientos de Masa para Fase de Preinversión basada en el estándar ISO 19650”, del autor Joao Emanuel Mogollón Rivera,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 16/07/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima 18 de setiembre de 2024

Apellidos y nombres del asesor: <u>Chuquín Montoya Frank Roberto</u>	
DNI: 41817447	
ORCID: 0000-0001-8342-6602	
Firma	

## Resumen

La infraestructura es un pilar importante del Estado, que permite incrementar los niveles de competitividad de un país debido a su influencia en la productividad y crecimiento de este (Giang y Pheng, 2015). Sin embargo, existen falencias en los proyectos públicos por una mala gestión de planificación y costos, estudios de preinversión incompletos, poco control por parte del Estado, entre otras (Arnao, 2011). En ese sentido, la introducción de BIM en el sector público permite mejorar la calidad de diseño en todo el periodo de la inversión.

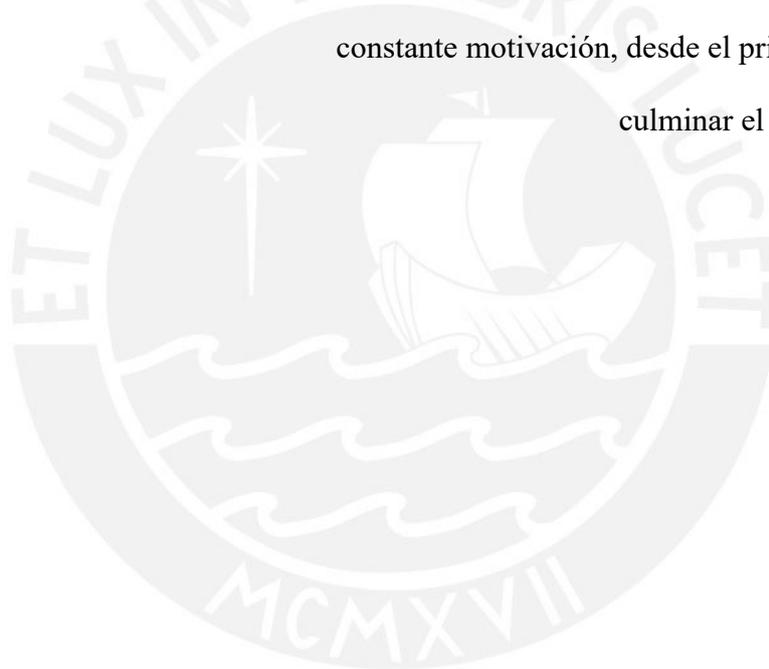
El presente trabajo posee la finalidad de desarrollar una Guía para elaborar Términos de Referencia BIM para proyectos públicos enfocado en los servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa, como defensas ribereñas y diques en la fase preinversión alineada a la ISO 19650. La investigación empieza con la elaboración del diagnóstico de las barreras de adopción BIM en dichos proyectos, mediante una encuesta a especialistas de esta metodología para identificar las principales barreras de implementación en el sector construcción. Luego, habiendo realizado un análisis de la ISO 19650: 1 y 2 (2018), así como de la Guía BIM Nacional se propone el Término de Referencia BIM, el cual consiste en la descripción de las ocho actividades de gestión de la información de la ISO 19650 y del desarrollo del Plan de Ejecución BIM Precontrato para establecer las estrategias de entrega de información. Por último, se valida la propuesta utilizando el método Delphi.

## **Agradecimientos**

A Dios por siempre darme sabiduría y entendimiento a lo largo de todo este camino.

A mi padre y hermanos, en especial a mi madre, por ser la primera impulsora de mis estudios, al enseñarme a trabajar desde pequeño en lo que deseo, así como a no rendirme nunca.

A una abogada de la construcción por su constante motivación, desde el primer momento, a culminar el presente trabajo.



## Índice

Capítulo 1. Introducción .....	1
1. 1. Planteamiento del problema .....	1
1. 2. Objetivos de la investigación.....	5
1.2. 1. Objetivo general .....	5
1.2. 2. Objetivos específicos .....	6
1. 3. Preguntas de investigación .....	6
1. 4. Metodología de la investigación.....	7
Capítulo 2. Marco teórico .....	10
2. 1. BIM (Building Information Modeling) .....	10
2.1. 1. BIM en el sector público en otros países .....	11
2.1. 2. Conceptos claves para la información a intercambiar.....	14
2. 2. Plan BIM Perú .....	18
2. 3. Estándar ISO 19650: Parte 1 y parte 2 .....	19
2.3. 1. ISO 19650-parte 1: "Conceptos y principios" .....	19
2.3. 2. ISO 19650-parte 2: "Fase de desarrollo de los activos" .....	23
2. 4. Sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones (invierte.pe)	26
2. 5. Método delphi.....	27
Capítulo 3. Caso de estudio .....	29
3.1. Características del estudio de preinversión .....	29
Capítulo 4. Barreras de adopción BIM en los proyectos públicos de alta complejidad .....	36
4. 1. Barreras en la adopción BIM en los proyectos públicos de alta complejidad.....	36
4.2. Hallazgos de la encuesta.....	47

Capítulo 5. Elaboración de guía de Términos de Referencia BIM en proyectos de servicios de protección contra inundaciones.....	49
5.1. Propuesta de guía de desarrollo de términos de referencia BIM.....	49
5.2. Desarrollo del PEB Precontrato.....	70
Capítulo 6. Validación de la propuesta de Término de Referencia BIM mediante el uso del método delphi.....	79
6.1. Etapa 1: Formulación del problema del presente trabajo .....	80
6.2. Etapa 2: Diseño del formulario delphi.....	80
6.3. Etapa 3: Panel de expertos.....	80
6.4. Etapa 4: Envío de formularios y recopilación de resultados de la primera ronda .....	81
6.5. Etapa 5: análisis de los resultados de la primera ronda .....	81
6.5.1. Bloque 01: ocho (08) actividades de gestión de la información de la ISO 19650 ..	81
6.5.2. Bloque 02: PEB precontrato alineado a la Guía BIM Nacional.....	84
6.6. Etapa 6: Retroalimentación y análisis de las respuestas proporcionadas de la segunda ronda .....	86
6.6.1. Bloque 02: PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional .....	87
6.7. Etapa 7: Finalizar el consenso .....	88
Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones .....	89
7.1. Conclusiones .....	89
7.2. Recomendaciones.....	91
Bibliografía .....	94
Anexo A: Encuesta de investigación sobre adopción BIM en proyectos públicos.....	99
Anexo B: Cuestionario delphi sobre propuesta de Términos de Referencia BIM en proyectos de protección contra inundaciones y movimientos de masa – ronda 01 .....	104

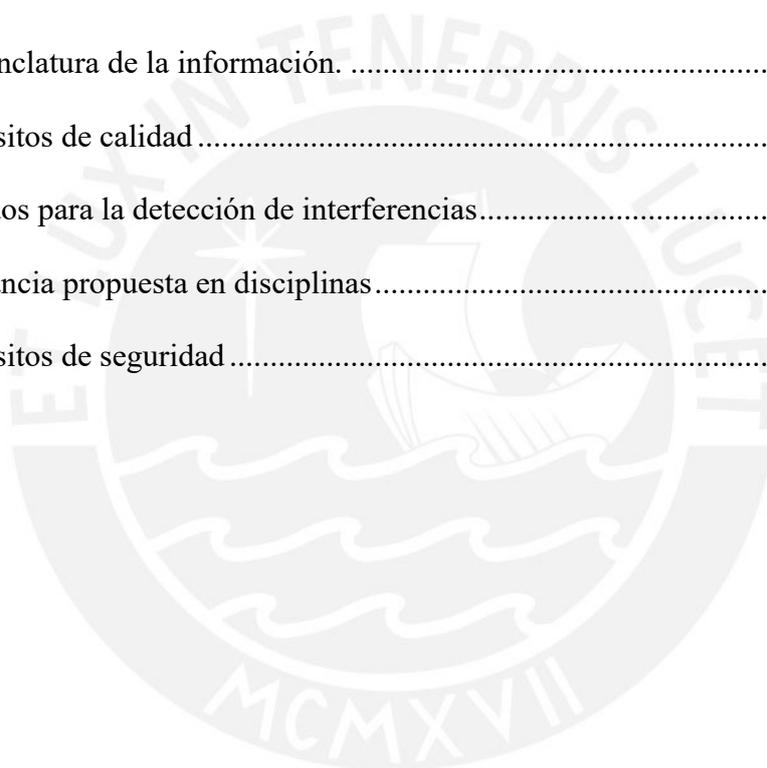
Anexo C: Cuestionario delphi sobre propuesta de Términos de Referencia BIM en proyectos de protección contra inundaciones y movimientos de masa – ronda 02.....	107
---	-----



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Posiciones de la nación peruana en la sección del “Informe Global de Competitividad 2019”.....	3
Tabla 2: Definición de los LOD.....	17
Tabla 3: Hoja de ruta del Plan BIM Perú en inversiones públicas. ....	19
Tabla 4: Tipología del grado de complejidad .....	27
Tabla 5: Niveles de documentos técnicos según los proyectos públicos.....	27
Tabla 6: Riesgos detectados en el caso de estudio.....	31
Tabla 7: Perfil profesional para los requerimientos BIM .....	50
Tabla 8: Objetivos, metas e información de requisitos de la Entidad Pública.....	51
Tabla 9: Usos BIM propuestos el presente trabajo de investigación .....	51
Tabla 10: Disciplinas de los modelos BIM propuestos .....	53
Tabla 11: Hitos de trabajo de la inversión pública .....	53
Tabla 12: Normas o estándares de información.....	54
Tabla 13: LOD para el proyecto en mención.....	55
Tabla 14: Métodos y procesos para generar información.....	55
Tabla 15: Documentos de referencias brindados por la Entidad .....	57
Tabla 16: Involucrados en proceso de información a intercambiar .....	58
Tabla 17: Formatos de los archivos requeridos .....	59
Tabla 18: Requisitos de información a intercambiar y sus entregables.....	60
Tabla 19: Criterios para autorización para los contenedores de información.....	61
Tabla 20: Preguntas necesarias para la aceptación de los modelos de información .....	69
Tabla 21: Descripción general del proyecto. ....	71
Tabla 22: Aspectos generales del proyecto.....	72

Tabla 23: Actividades de gestión.....	72
Tabla 24: Objetivos de la gestión.....	73
Tabla 25: Estructura organizativa del equipo de desarrollo.....	73
Tabla 26: Recursos informáticos mínimos .....	74
Tabla 27: Listado de actividades de la movilización .....	74
Tabla 28: Estrategia de difusión de entregables .....	76
Tabla 29: Reestructuración o adición de normas de información.....	76
Tabla 30: Nomenclatura de la información. ....	77
Tabla 31: Requisitos de calidad .....	77
Tabla 32: Métodos para la detección de interferencias.....	78
Tabla 33: Tolerancia propuesta en disciplinas.....	78
Tabla 34: Requisitos de seguridad .....	78



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Factores más conflictivos para realizar negocios en el estado peruano. ....	4
Figura 2 : Esquema de presente tesis .....	7
Figura 3 : Diagrama de los tres campos en la actividad BIM.....	11
Figura 4 : Niveles de madurez BIM según Bew-Mervyn.....	12
Figura 5 : Componentes de los Usos BIM. ....	15
Figura 6 : Usos BIM planteados .....	16
Figura 7 : Jerarquía de los requisitos y modelos de información .....	22
Figura 8 : Período de la gestión de información de proyectos.....	22
Figura 9 : Estructura del Entorno Común de Datos.....	23
Figura 10 : Interfaces entre partes y equipos .....	23
Figura 11 : Relación entre las partes y la contratación .....	24
Figura 12 : Actividades realizadas por las partes.....	25
Figura 13 : Proceso de gestión de la información durante la fase de desarrollo.....	25
Figura 14: Desarrollo del área de estudio .....	30
Figura 15: Sección típica de Muros de encauzamiento con enrocado en el margen izquierdo .....	33
Figura 16: Sección típica de Muros de encauzamiento con enrocado en el margen derecho	33
Figura 17: Sección típica de enrocado en el margen izquierdo .....	34
Figura 18: Sección típica de enrocado en el margen derecho.....	34
Figura 19: Sección típica de muro de contención en ambos márgenes .....	35
Figura 20: Principales secciones de Encuesta de investigación sobre implementación BIM en proyectos públicos .....	37
Figura 21: Porcentaje de la profesión del encuestado(a) .....	38

Figura 22: Porcentaje de la ocupación laboral del encuestado(a).....	38
Figura 23: Porcentaje de años de experiencia laboral pública del encuestado(a).....	39
Figura 24: Porcentaje de años de experiencia usando BIM en proyectos públicos del encuestado(a). .....	39
Figura 25: Porcentaje de proyectos públicos en los que se utilizó BIM.....	40
Figura 26: Porcentaje de etapas de un proyecto público en la que se utilizó BIM .....	41
Figura 27: Porcentaje de etapas de un proyecto en la que se utilizaría BIM. ....	42
Figura 28: Porcentaje de BIM con respecto a las Personas. ....	42
Figura 29: Porcentaje de BIM con respecto a los Procesos. ....	43
Figura 30: Porcentaje del Orden de importancia de las barreras de implementación BIM ...	44
Figura 31: Porcentaje de BIM con respecto a las Tecnologías. ....	45
Figura 32: Porcentaje de Estándares que se utilizaron para implementar BIM. ....	45
Figura 33: Porcentaje de BIM con respecto a las Estrategias. Elaboración propia. ....	46
Figura 34: Porcentaje de Orden de importancia de factores que impulsarían la implementación BIM. ....	47
Figura 35: Flujo de trabajo de la propuesta de guía de Término de Referencia BIM.....	50
Figura 36: Participantes en el CDE del proyecto de inversión pública .....	57
Figura 37: Asignaciones en la CDE.....	59
Figura 38: Contenido mínimo para la entrega de los hitos de información de proyecto .....	62
Figura 39: Estrategia de federación .....	74
Figura 40: Metodología a utilizar en el método Delphi.....	79
Figura 41: Primera sección de afirmaciones del primer bloque. ....	82
Figura 42: Segunda sección de afirmaciones del primer bloque .....	83
Figura 43: Tercera sección de afirmaciones del primer bloque.....	84

Figura 44:Primera sección de afirmaciones PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional.  
..... 85

Figura 45: Segunda sección de afirmaciones PEB Precontrato alineado a la Guía BIM  
Nacional..... 86

Figura 46: Segunda ronda de afirmaciones PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional..  
..... 87



## LISTA DE ACRÓNIMOS

BEP: BIM Execution Plan / Plan de Ejecución BIM

BIM: Building Information Modeling / Modelamiento de la Información de la Construcción

CAD: Computer Aided Design / Diseño Asistido por Computadora

CIRA: Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos

ISO: International Organization for Standardization / Organización Internacional de la Normalización

LOD: Levels Of Development / Nivel De Desarrollo

MEF: Ministerio de Economía y Finanzas (Perú)

MINAGRI: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

MOP: Ministerio de Obras Públicas (Chile)

PROMA: Procedimiento Simplificado de Monitoreo Arqueológico

UIT: Unidad Impositiva Tributaria



## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

La infraestructura es un pilar importante del Estado, que permite incrementar los niveles de competitividad de un país debido a su influencia en la productividad y crecimiento de este. Además, es considerada uno de los aspectos determinantes de la competitividad internacional, que impacta directamente en la habilidad del país para participar en la competencia de inversión extranjera directa, por lo que la mala calidad e inadecuada infraestructura son desafíos de varios países en crecimiento (Giang y Pheng, 2015). Los proyectos de infraestructura en el Estado son políticamente sensibles, complejos y sin certeza económica; debido a esto, se necesitan acciones más inteligentes para gestionar los desafíos de desarrollar proyectos eficientes de infraestructura (Vilutiene et al., 2020). Por ello, se proponen conceptos de digitalización, análisis de datos, así como soluciones inteligentes. Una de estas herramientas es la metodología BIM (*Building Information Modeling*) que brinda una mejor coordinación del proyecto, mayor rapidez en los procesos, diseños más claros y accesibles, y proyectos más eficientes (Gurevich et al., 2017). Sin embargo, la implementación dicha metodología podría ser compleja y darse de una forma incorrecta, por lo que para poder trabajar con todo el potencial de BIM, se plantea como solución buscar la estandarización de esta metodología, por medio de una guía de implementación a través de términos de referencia que sirvan como manual para su puesta en práctica.

### **1. 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La infraestructura pública posee la finalidad de servir a las necesidades comunitarias y normalmente son ejecutados por los gobiernos centrales o locales (Hee Min et al., 2018). A medida que una sociedad crece, se presenta un aumento en los proyectos públicos como

consecuencia de las demandas para una mejor calidad de vida. Sin embargo, no todos los gobiernos han adoptado métodos necesarios para afrontar el aumento de expectativas de los servicios públicos debido a limitaciones de tiempo o presupuesto (Gurgun y Turan, 2014).

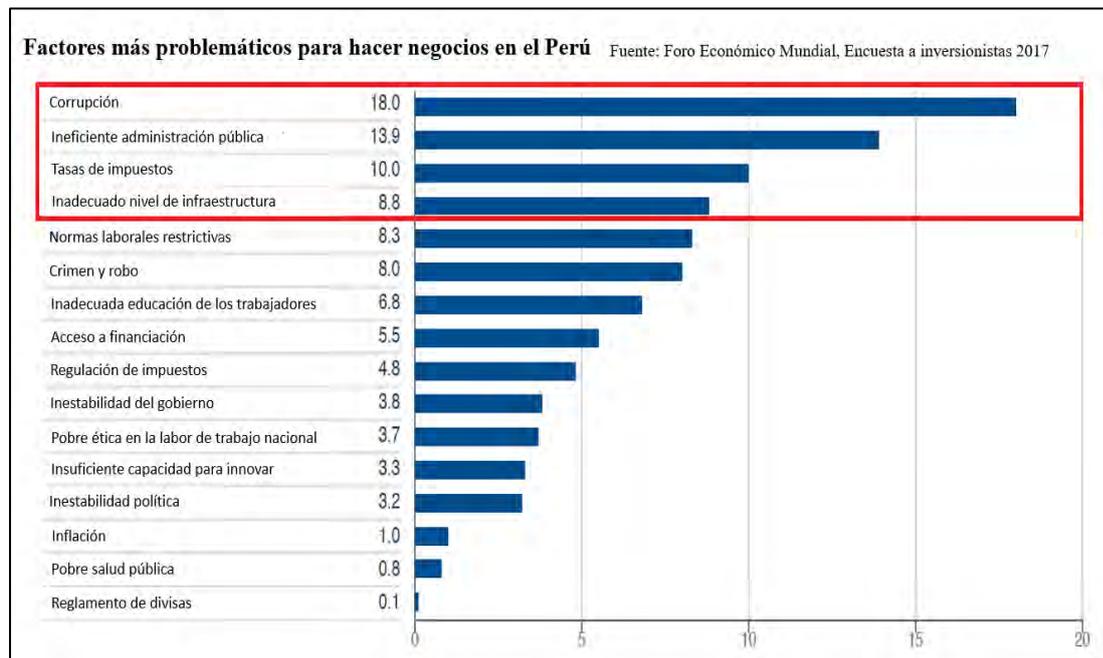
Las infraestructuras se consideran un aspecto importante a la hora de medir la competitividad de un país. Una de las instituciones que miden lo mencionado es el Foro Económico Mundial (FEM), que lo hace en su publicación anual "*Global Competitiveness Report 2019*". Este informe identifica los indicadores que determinan el crecimiento a largo plazo de los países que participan en la evaluación y proporciona a los países una guía para reconocer sus fortalezas y debilidades para desarrollar un análisis que los países puedan tomar en cuenta y posteriormente diseñar estrategias de crecimiento económico (Foro Económico Mundial, 2019). En el análisis del informe, Perú se posicionó en la ubicación 65 de 141 países, dos puestos más abajo que en la edición anterior. La tabla 1 muestra el ranking del Perú en cada uno de los bloques analizados en el informe.

Tabla 1: Posiciones de la nación peruana en la sección del “Informe Global de Competitividad 2019”.

Bloque de competitividad económica	Posición	Tendencia a
Bloque N°1: Necesidades del entorno		
Instituciones	94	bajar
Infraestructura	88	bajar
Adopción de TIC (Tecnologías de Comunicación e Información)	98	subir
Estabilidad Macroeconómica	1	mantenerse
Bloque N°2: Capital Humano		
Salud	19	subir
Habilidades	81	subir
Bloque N°3: Mercado		
Producto del mercado	56	bajar
Mercado laboral	77	subir
Sistema financiero	67	subir
Tamaño de mercado	49	subir
Bloque N°4: Innovación del Ecosistema		
Dinámica de negocios	97	subir
Capacidad de innovación	90	subir

Nota. Adaptado de la WEF, 2019

Adicionalmente, se presenta una lista de los indicadores más conflictivos para hacer negocios en el Perú, resultado de una encuesta entre inversionistas. En esta encuesta, se pide a los inversionistas que escojan los cinco factores más problemáticos para hacer negocios en sus países y los clasifiquen del uno (1) (más problemático) al cinco (5) (menos problemático). La figura 1 muestra que el indicador más conflictivo para hacer negocios es la corrupción, seguido de una administración pública ineficiente, los tipos impositivos y un nivel inadecuado de infraestructuras, que a su vez están relacionados con los proyectos de inversión en infraestructuras públicas, lo que indica que existen problemas en la gobernanza del país. (Foro



*Figura 1: Factores más conflictivos para realizar negocios en el estado peruano. Adaptado de WEF (2017-2018)*

Se observa que el estado peruano posee carencias en los ámbitos de gestión pública e infraestructura por parte del gobierno, lo que conlleva que su productividad y crecimiento se ubiquen por debajo de países de primer nivel de desarrollo en comparación.

En el Perú, es necesario lograr los objetivos de infraestructura pública, por lo que el Estado debe buscar agilizar la ejecución de los proyectos públicos. Sin embargo, existen deficiencias debido principalmente a la mala gestión de la planificación y ejecución, fragmentación del tipo de contratos ejecutados por el Estado, estudios de preinversión incompletos, mínimo control estatal, limitaciones financieras, entre otros (Arnao, 2011).

Durante la ejecución de infraestructura pública se forma un flujo de información que implica a varios involucrados, pero no existe una integración a nivel organizativo o de fase de proyecto. El resultado obtenido es un proyecto ineficiente, un aumento de los costes y del tiempo de trabajo (Prado, 2018).

Para superar dichos inconvenientes mencionados en los proyectos de infraestructura pública se emplea BIM (*Building Information Modeling*), debido a que permite potenciar la calidad de diseño, la reducción de costos de construcción, un trabajo más rápido reduciendo plazos de trabajo, mejora de la planificación y gestión de proyectos.

Por esta razón, existen entidades públicas que han empleado dicha metodología en sus proyectos en base a los resultados obtenidos por el sector privado. Sin embargo, esta metodología no ha sido aprovechada en su totalidad, ya que han existido algunas barreras que superar a la hora de implementarla (Prado, 2018). Esto se debe a que BIM depende de varios factores, como la actitud del personal hacia las nuevas tecnologías, las dificultades para implantarlas, los riesgos financieros y la falta de normas nacionales, entre otros (Liu et al, 2015).

Por ello, en la presente tesis se desarrolla una guía para elaborar Términos de Referencias BIM para proyectos públicos en servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa, como defensas ribereñas, que permita establecer los requerimientos para la realización de estas infraestructuras en un entorno colaborativo.

## **1. 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2. 1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una Guía para elaborar Términos de Referencias BIM para proyectos públicos de servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa en el estudio de preinversión.

## 1.2. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos para la presente tesis son los siguientes:

- Elaborar un diagnóstico de las barreras para la adopción BIM en los proyectos de alta complejidad de la tipología de defensas ribereñas y diques en la etapa de preinversión.
- Analizar el contenido de la Guía BIM Nacional, siguiendo los lineamientos de la ISO 19650: 1 y 2 (2018) con la finalidad de incorporar los elementos más importantes en la guía de Términos de Referencia BIM.
- Desarrollar una Guía para la elaboración de Términos de Referencia BIM enfocada en los proyectos de inversión pública de servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa.
- Validar la propuesta de Guía de Términos de Referencia BIM enfocado en los proyectos de servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa mediante el Método Delphi en un proceso iterativo y sistemático.

## 1. 3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Por qué en el Perú no se posee una guía para la elaboración de Términos de Referencia BIM para proyectos de inversión pública de servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa en la fase de preinversión?
2. ¿Cómo adoptar la metodología BIM en proyectos públicos de servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa?
3. ¿Cuáles serían los beneficios de la utilización de una guía de elaboración de Términos de Referencia BIM en proyectos públicos hidráulicos en el estudio de preinversión?

## 1. 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo sigue una estructura ordenada basada en un enfoque cualitativo para poder elaborar una Guía para el desarrollo de Términos de Referencia BIM. Dicha guía se generó a partir de una extensa revisión de literatura, enfocada en la metodología BIM y gestión pública. Se determinarán las barreras de adopción BIM con el objetivo de elaborar nuestra propuesta. En la figura 2, se describe la investigación que consta de seis etapas:

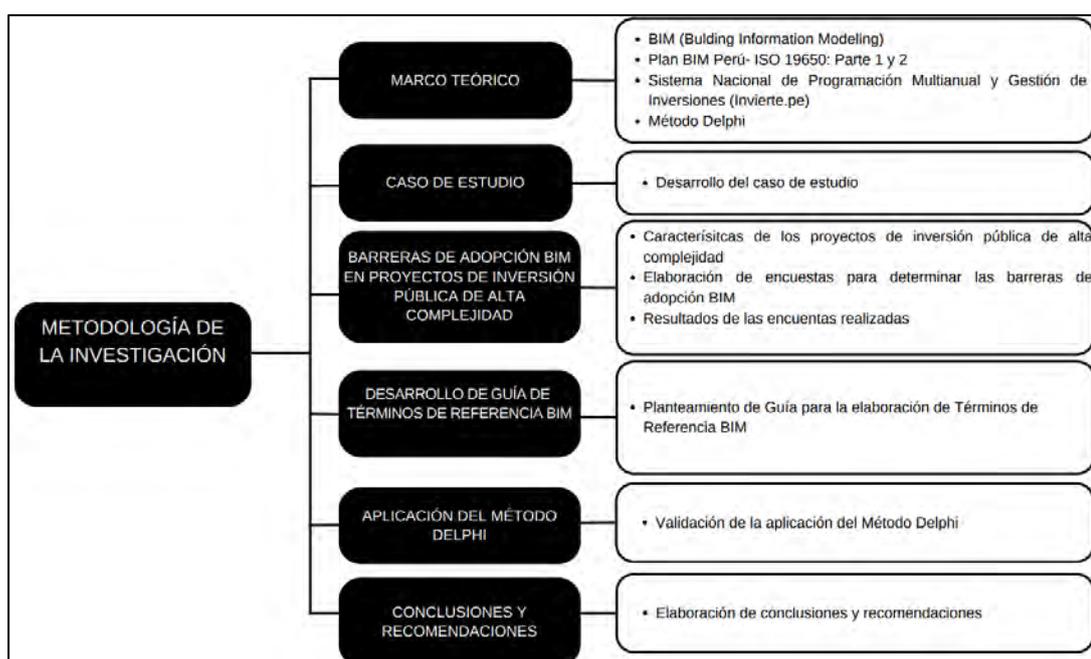


Figura 2 : Esquema de presente tesis. Elaboración propia.

En el capítulo 02, se reunirá información sobre BIM centrándose en su aplicación en la gestión de infraestructura pública en diversos países, así como el uso de Estándares en dichos proyectos. Además, se incluirá información sobre el Plan BIM Nacional y el Estándar Internacional ISO 19650 para comprender su contexto global y su rol en la implementación de dicha metodología a nivel internacional. Asimismo, se abordará la gobernanza actual de dichos proyectos públicos en Perú, incluyendo procesos, así como las leyes que regulan la ejecución de estos proyectos por parte del Estado. Por último, se explorará la metodología Delphi para comprender su aplicación y su uso previsto en la validación de la propuesta a desarrollar.

El capítulo 03 , se basará en la descripción de un estudio de preinversión a nivel de perfil del proyecto, cuya finalidad es lograr los niveles deseados de protección y seguridad. Además, el valor referencial de la elaboración del perfil asciende a S/. 394,591,894.96 soles, debido a sus componentes y complejidad, por lo que se le considera un proyecto de alta complejidad. Por tales motivos, se estudiará el perfil mencionado con la finalidad de proponer una guía de elaboración de Término de Referencia BIM que sirva de manual para la elaboración de perfiles de infraestructura hidráulica.

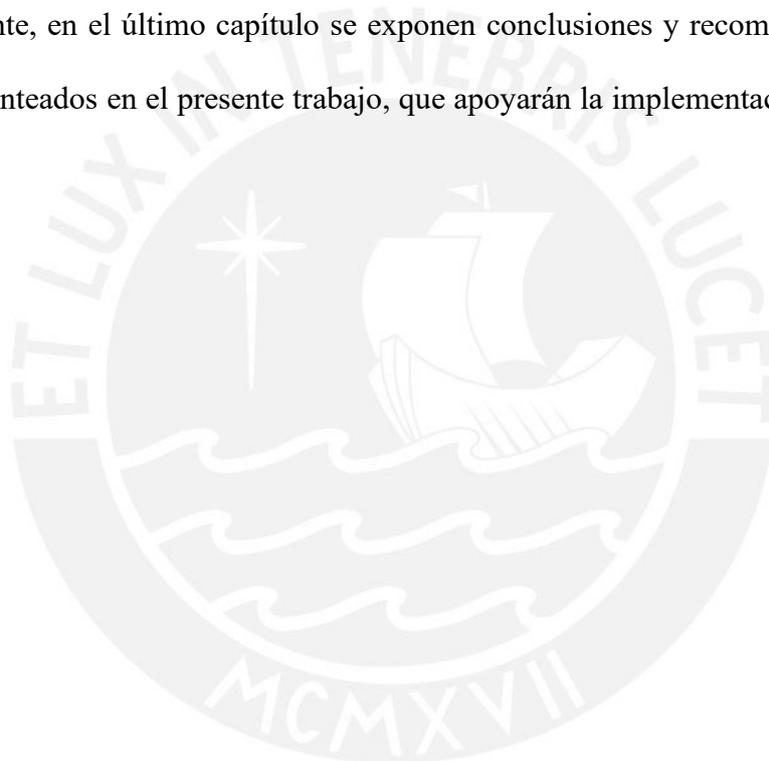
El capítulo 04 recopilará información de artículos, conferencias y revistas de construcción sobre dichos obstáculos. Además, se llevarán a cabo encuestas entre funcionarios gubernamentales, trabajadores de la construcción, que se ocupan de infraestructura pública para analizar los obstáculos a la adopción de BIM a los que se enfrenta el Estado peruano en proyectos de infraestructuras centrados en proyectos de alta complejidad, como los servicios de protección contra inundaciones y movimientos en masa, como defensas fluviales y terraplenes. La información obtenida se utilizará para determinar las barreras más comunes que tiene el Estado para adoptar BIM en sus proyectos.

En el capítulo de Desarrollo de Guía de Términos de Referencia BIM enfocado en proyectos de servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa, se recopilará información en base artículos, conferencias, entrevistas sobre las necesidades de la adopción BIM en proyectos de alta complejidad, como servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa, entre otros. Luego, se elaborará el planteamiento teórico con los diferentes conceptos evaluados en el análisis de la ISO 19650. Con el objetivo que esta guía sea aplicada en la etapa de preinversión en la infraestructura en mención. El planteamiento

teórico de la guía de elaboración de Términos de Referencia BIM se basará en el perfil viable mencionado en el Caso de estudio.

En el capítulo "Aplicación del método Delphi", se administró un cuestionario a profesionales expertos en BIM y con amplia experiencia en proyectos públicos hidráulicos para que evalúen la propuesta de Términos de Referencia BIM. Posteriormente, analizan y validan los resultados obtenidos mediante las rondas del formulario.

Finalmente, en el último capítulo se exponen conclusiones y recomendaciones según los objetivos planteados en el presente trabajo, que apoyarán la implementación de BIM en el estado peruano.



## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2. 1. BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

Hasta mediados del siglo XIX, se adoptaron herramientas simples para diseñar proyectos de edificación, como lápiz, regla y papel. Luego, con la invención de la computadora, se adoptaron herramientas 2D CAD, como el AutoCAD, para diseño en dos dimensiones, que hasta el día de hoy son herramientas muy utilizadas. Sin embargo, Yan y Damián (2008) mencionan que las herramientas en el sector constructivo han innovado de dibujos 2D CAD a modelado 3D, lo que cambió el pensamiento de diseño de visualización a simulación. *Building Information Modeling* (BIM) se ha convertido en el desarrollo más prometedor de la construcción desde que se introdujo por primera vez el término en los años 70's (Cheng y Lu, 2015).

Bilal Succar (2009) señaló que “BIM es un conjunto de políticas, procesos y tecnologías que forman una metodología para gestionar digitalmente el diseño y la información del proyecto en el período de vida”. Los tres campos mencionados se precisan de la siguiente manera:

- Tecnología: incluye a todos los implicados en el desarrollo de software, hardware, equipos y lo necesario para incrementar la calidad de producción.
- Proceso: incluye a todos los implicados en el diseño, la construcción, la producción y la explotación, incluidos propietarios, diseñadores, contratistas y coordinadores de proyectos.
- Política: incluye a quienes participan en la preparación de los investigadores, la distribución de los resultados obtenidos y la reducción de conflictos con la industria de la construcción. Estos participantes son organizaciones que no

fabrican productos de construcción, pero desempeñan un regulador en el proceso del proyecto. En la figura 3 se describe los tres campos, los cuales están relacionados entre ellos (Succar, 2009).

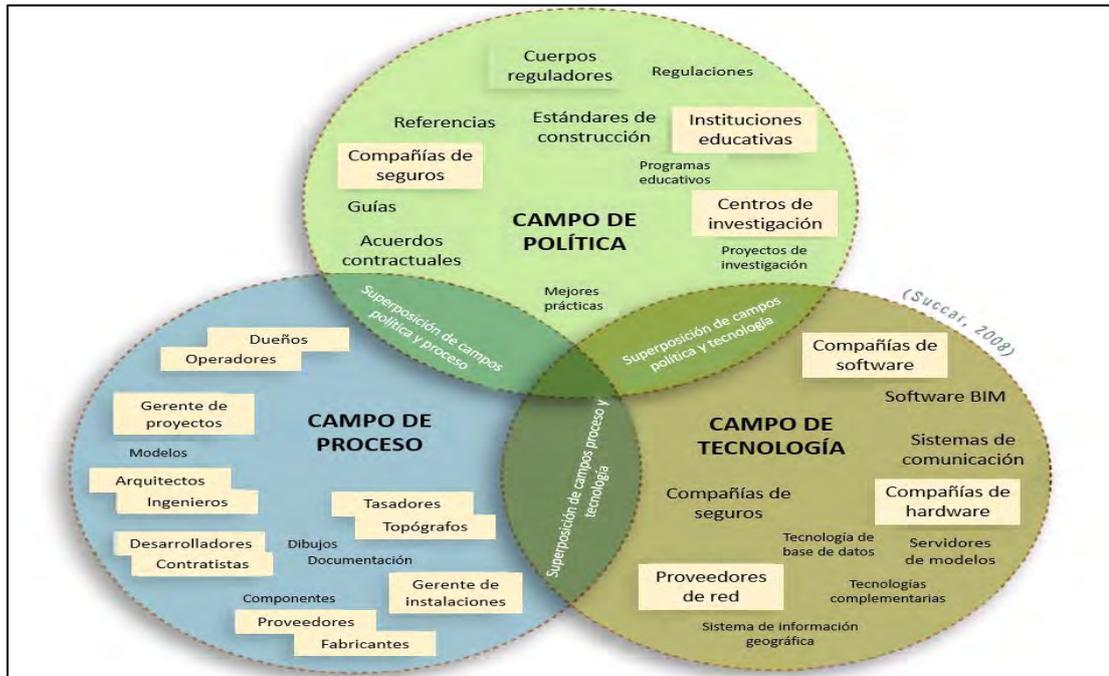


Figura 3 : Diagrama de los tres campos en la actividad BIM. Extraído y traducido de Succar, 2009

### 2.1. 1. BIM EN EL SECTOR PÚBLICO EN OTROS PAÍSES

BIM se ha estudiado y aplicado al diseño, construcción y mejora continua de la gestión e incluso la demolición. Como consecuencia, varios países han decidido adoptarla. En consecuencia, el Estado desempeña un rol fundamental en la implantación de BIM de cada país (Cheng y Lung, 2015). Por ello, se describen las contribuciones a nivel gubernamental de los siguientes países.

#### a) Reino Unido

Este país está a la vanguardia de la implantación del BIM impulsada por el gobierno y es una de las naciones más actualizadas en cuanto a tecnología BIM (Cheng y Lung, 2015). En 2011, el gobierno británico instó a todos los organismos públicos a implantar el BIM en todos

los proyectos hacia el 2016. Para lograr este objetivo y aumentar la implantación de BIM, en 2011 se creó el Grupo de Trabajo BIM para apoyar al sector de la construcción en la fomentación de métodos que faciliten la implantación de BIM (Smith, 2014). Las normas, niveles y directrices que los gobiernos han implantado se sitúan en el mapa de madurez de BIM. A continuación, la figura 4 muestra los niveles propuestos de madurez de BIM en dicha nación.

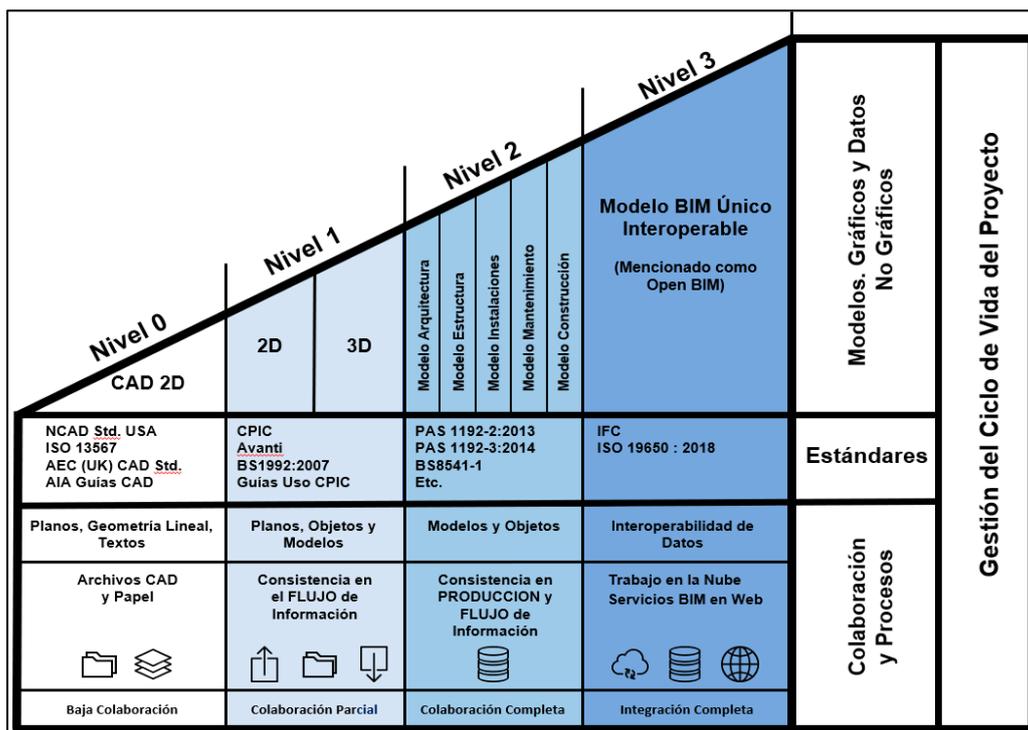


Figura 4 : Niveles de madurez BIM según Bew-Mervyn. Tomada y traducida de: McPartland, *BIM Levels explained* 2014.

A continuación, se expondrá cada uno de los niveles observados en la figura 4:

- Nivel 0: No promueve la colaboración y usan planos 2D-CAD para intercambiar información.
- Nivel 1: Engloba el uso de modelos 3D y archivos 2D CAD. En este nivel, la información se intercambia mediante un entorno común gestionado por el propietario.

- Nivel 2: Este es el nivel que el gobierno británico aspiró hacia el 2016, el cual a partir de ese momento es obligatorio para los proyectos públicos. Se motiva a realizar el trabajo colaborativo entre los involucrados trabajando en modelos 3D, con la diferencia que no necesariamente sobre un mismo modelo.
- Nivel 3: Los actores del proyecto trabajan en un modelo en simultáneo, eliminando los conflictos de intercambio de información, por lo que existe integración entre todas las disciplinas involucradas, lo que genera trabajos colaborativos. Además, propone soluciones integradas usando estándares abiertos como, por ejemplo, IFC (de acuerdo con sus siglas en inglés de *Industry Foundation Classes*) para toda información del proyecto (United BIM, 2019).

#### **b) Estados Unidos**

Los Estados Unidos es uno de las primeras naciones en usar la metodología BIM y, actualmente, uno de los más grandes fabricantes y consumidores de los productos BIM. Lo que diferencia a este país del resto es que, desde los organismos gubernamentales hasta las universidades públicas, todos contribuyen en la implementación BIM (Cheng y Lu, 2015).

Diferentes niveles del sector público de los Estados Unidos han publicado estándares BIM en orden para una efectiva implementación BIM en sus proyectos públicos y privados. A continuación, se expondrán el trabajo realizado por 3 entidades que destacaron en el desarrollo de estándares BIM en el país norteamericano:

- El Instituto Nacional de las Ciencias de la Edificación (NIBS): En 2017, con la asistencia técnica del NIBS, se publicó la Guía Nacional BIM para Propietarios. Un documento que incluye especificaciones, criterios, expectativas de diseño y procedimientos a seguir durante el proceso de construcción de edificios o infraestructuras (National Institute of Building Sciences, 2017).

- El Instituto Americano de Arquitectos (AIA): En 2007, esta entidad publicó los primeros Documentos de Datos Digitales para orientar sobre cómo utilizar BIM y otra información digital. Estos documentos definen los procesos de información a intercambiar entre las partes involucradas (AIA, 2008).
- Universidades del país: La Universidad de Pensilvania (PSU), como parte del proyecto buildingSMART, ha publicado desde el año 2009 varios estándares BIM. Entre estos destaca el documento Guía de Plan de Ejecución BIM que proporciona recomendaciones esenciales para la implementación de BIM como metodología. Esta guía se basa en estrategias prácticas y en la creación de BEP específicos para cada proyecto (Programa de Investigación en Construcción Integrada, 2013a).

### c) Chile

En 2013, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) desarrolló, mediante la Universidad del Bio-Bio, un documento nombrado "Términos de Referencia, Uso de Modelos BIM - Dirección de Arquitectura MOP". Posee la finalidad establecer métodos y directrices sobre el uso de BIM en proyectos de construcción pública, con la finalidad de crear un estándar BIM chileno para facilitar la toma de decisiones del MOP (Universidad del Bio-Bio, 2013).

## 2.1. 2. CONCEPTOS CLAVES PARA LA INFORMACIÓN A INTERCAMBIAR

Es clave que se defina la información que se necesitará en los proyectos de infraestructura pública, información y métodos que estén orientados a cumplir los objetivos trazados, por lo que se expondrán los siguientes conceptos para una correcta implantación de BIM:

### a) USOS BIM

Se trata de métodos específicos de aplicación de BIM a lo largo del período de un proyecto para lograr objetivos concretos (Kreider y Messner, 2013). Estos pueden clasificarse principalmente en función al propósito de la implantación BIM. Además del propósito en sí, pueden definirse otras características para identificar y comunicar apropiadamente un Uso BIM. En la figura 5 se definen los propósitos y características.

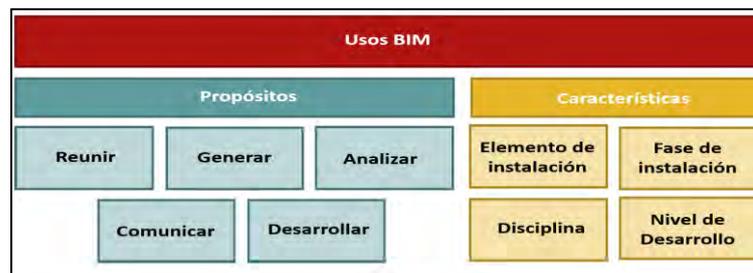


Figura 5 : Componentes de los Usos BIM. Extraído y traducido de Kreider y Messner, 2013

Los Usos BIM más utilizados son los definidos por la Universidad de Pennsylvania en la Guía de Planificación de Ejecución BIM. En la figura 6, se observan algunos de los Usos establecidos se superponen en las diversas etapas del proyecto, lo que significa que existe una continuidad de este Uso en las diferentes etapas del proyecto.

PLANIFICACIÓN	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
Modelado de Condiciones Existentes			
Estimación de costos			
Planificación por fases			
Programación del proyecto			
Análisis de terreno			
Revisiones de diseño			
Generación de diseño			
Análisis estructural			
Análisis de iluminación			
Análisis energéticos			
Análisis mecánicos			
Otros análisis de Ingeniería			
Evaluación LEED			
Revisión de normativa			
Coordinación 3D			
Desarrollo del layout de obra			
Análisis de procesos constructivos			
Pre-fabricación digital			
Monitoreo y control 3D			
Modelos del activo entregado			
Mantenimiento preventivo			
Análisis de los sistemas del edificio			
Gestión de activos			
Administración de espacios			
Planificación ante desastres			

Usos BIM Primarios  
 Usos BIM Secundarios

Figura 6 : Usos BIM planteados. Extraído y traducido de la Penn State University, 2010

## b) NIVEL DE DESARROLLO (LOD)

El Nivel de Desarrollo (LOD, debido a sus siglas en inglés de *Level of Development*) se define como el grado de desarrollo de información que contiene un elemento del modelo, y éste, además, es parte de un sistema constructivo (AIA, 2008). De acuerdo con el LOD que presenta un modelo, la información que contenga será de mayor precisión o alcance. BIM Forum interpreta los conceptos definidos de los LOD desarrollados por el AIA en la tabla 2 de la siguiente manera:

Tabla 2: Definición de los LOD.

NIVEL DE DESARROLLO (LOD)	DEFINICIÓN
LOD 100	Esquema referencial o símbolo que carece de información precisa sobre su forma, tamaño o ubicación exacta.
LOD 200	Modelo con datos aproximados de forma, tamaño, orientación, posición y cantidad, presentado gráficamente como un sistema genérico de referencia.
LOD 300	Modelo que muestra elementos de un sistema en términos de forma, tamaño, orientación, posición y cantidad, pero sin precisión gráfica exacta.
LOD 350	Modelo que incluye las partes necesarias para la coordinación de los elementos, representado como un sistema específico en cantidad, tamaño, forma, ubicación, orientación e interfases con otros sistemas.
LOD 400	Modelo específico con detalles exactos en cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación, con información precisa para fabricación, montaje e instalación.
LOD 500	Modelo verificado de la situación en el campo, reflejando cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación, conocido como modelo "As-Built", utilizado en las fases de Operación y Mantenimiento.

Nota. La información ha sido extraída de “Level of Development Specification”, BIM Forum, 2020

### c) SESIONES DE INGENIERÍA CONCURRENTE INTEGRADA

Las sesiones de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE, debido a sus siglas en inglés de *Integrated Concurrent Engineering*) son un método de trabajo social, acompañado de tecnología, cuyo objetivo es crear y evaluar múltiples opciones de diseño integradas para las distintas especialidades implicadas en el proyecto (Chachere, Kunz y Levitt, 2009). Se encuentra que las sesiones ICE usan lo siguiente: combinación de diseñadores expertos, modelado avanzado, visualización y herramientas de análisis, un conjunto de procesos sociales, entre otros.

La principal idea es la Latencia, que se define como el tiempo que un sistema o sus responsables necesitan para resolver problemas o inconsistencias en un proyecto. El objetivo de estas sesiones es reducir la latencia para mejorar la eficiencia. Las sesiones ICE se concentran en eliminar desviaciones que no aportan valor, algo inherente a las reuniones de diseño, incluyendo aspectos como responsabilidades, esperas por respuestas de los

involucrados ausentes, y el apoyo tecnológico, entre otros (Prado, 2018). Al evitar estas desviaciones, el equipo puede obtener respuestas más rápidas en comparación con las reuniones fragmentadas típicas que suelen ocurrir (Chachere, Kunz y Levitt, 2009).

## **2. 2. PLAN BIM PERÚ**

A través del Decreto Supremo N°237-2019-EF, en el marco del Plan Nacional de Competitividad y Productividad, se dictamina la implantación progresiva de BIM, dando origen al Plan BIM Perú, un documento que determina la ruta de adoptar BIM en los procesos de inversión pública, en conjunto con el sector privado y la academia en forma coordinada.

Posteriormente, mediante el Decreto Supremo N°289-2019-EF, se aprobaron lineamientos para la incorporación gradual de BIM en las inversiones públicas de entidades públicas sujetas al Sistema Nacional de Programación Plurianual y Gestión de Inversiones. Luego, a través de la Resolución Directoral N°007-2020-EF/63.01, se aprobaron directrices para el uso de BIM en los proyectos, sirviendo como guía con criterios mínimos para su aplicación.

El plan en mención define las acciones estratégicas para la progresiva implantación de BIM en proyectos públicos hacia el 2030, asegurando y mejorando la adecuada ejecución de gasto público en edificaciones e infraestructuras (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019). En la tabla 3, se observa la hoja de ruta planteada por el Estado.

Tabla 3: Hoja de ruta del Plan BIM Perú en inversiones públicas.

Estrategias	2020-2021	2025	2030
Determinar Liderazgo Público	Determinar estructura de gobernanza.	-	Cumplir con el plan en mención.
	Garantizar la continuidad de las estrategias.		
Elaborar marcos colaborativos	Crear marcos legales y técnicos para ser aplicados en los tres niveles de gobierno.	Impulsar el desarrollo de documentos normativos internos de cada entidad.	Cumplimiento de los marcos legales y técnicos establecidos.
		Fomentar el desarrollo de herramientas BIM estandarizadas en inversiones públicas.	
Incrementar la capacidad de la industria	Determinar las estrategias de capacitación del personal involucrado.	Capacitaciones a nivel nacional	Cumplir y continuar en las capacitaciones BIM
		Crear la plataforma colaborativa BIM	
Divulgar la visión	Divulgar la identidad del Plan BIM Perú.	Interactuar entre los distintos sectores, promover capacitaciones.	Divulgar logros obtenidos.
		Difundir y comunicar sobre Plan BIM Perú.	

Nota. Información extraída del Plan BIM Perú, por MEF, 2023. (<https://acortar.link/kdYqmn>)

## 2. 3. ESTÁNDAR ISO 19650: PARTE 1 Y PARTE 2

BIM bajo los conceptos de la ISO 19650 representa oportunidades para aumentar los valores agregados durante el proceso de construcción (Rudden, 2019). Esta fue publicada en dos partes: parte 1 y parte 2, mientras que, en el 2020, se publicaron la parte 3 a la parte 5. El presente trabajo de tesis se enfocará en la parte 1 y parte 2 de la ISO 19650 debido a que están orientadas hacia las fases iniciales de un proyecto, ya que este estándar es aplicable para activos edificaciones y construcción de proyectos de todo tamaño y todo nivel de complejidad.

### 2.3. 1. ISO 19650-PARTE 1: "CONCEPTOS Y PRINCIPIOS"

Este documento brinda recomendaciones para un entorno de trabajo en la gestión de información, que incluye su intercambio, almacenamiento, versionado y organización entre los

involucrados. Se puede utilizar en todo el periodo de vida del proyecto y puede adaptarse a cualquiera de cualquier escala y complejidad. Según la ISO 19650 los términos y flujo de trabajo para poder elaborar la propuesta son los siguientes:

**a) Términos y definiciones**

**a.1) Parte que designa:** Cliente propietario de la información concerniente a los trabajos, bienes o servicios.

**a.2) Parte que designada principal:** Proveedor de información concerniente a los trabajos, bienes o servicios.

**a.3) Parte designada:** Destinatario de la información concerniente a los trabajos, bienes o servicios de la parte designada principal.

**a.4) Requisitos de Información Organizacional (OIR):** Contienen la información necesaria para cumplir o informar de los objetivos estratégicos generales de la parte que designa, como los siguientes requisitos: Operaciones Estratégicas de Negocio, Gestión de Activos, entre otros.

**a.5) Requisitos de Información de Activos (AIR):** Definen los aspectos de gestión, comerciales y técnicos de la producción de información patrimonial. Los aspectos de gestión y comerciales deben incluir información estándar y la producción de métodos y procesos por grupos de trabajo para su aplicación.

**a.6) Requisitos de Información del Proyecto (PIR):** Describe la información mínima requerida para cumplir o informar objetivos estratégicos de alto nivel dentro de la parte que designa en relación con un activo específico.

**a.7) Requisitos para el Intercambio de Información (EIR):** Describe los detalles técnicos del desarrollo de la información del proyecto. Los aspectos técnicos del EIR deben establecer los detalles de cualquier información necesaria para cumplir el PIR.

**a.8) Modelo de Información de Activos (AIM):** Apoya la estrategia y procesos cotidianos de administración establecidos por la parte designada. Además, el AIM puede proporcionar información en una fase temprana del proceso de ejecución del proyecto.

**a.9) Modelo de Información de Proyecto (PIM):** Apoya la ejecución del proyecto y contribuye al AIM apoyando las actividades de gestión de activos. El modelo también debe proporcionar un amplio registro del proyecto y almacenar información para fines del proyecto.

**a.10) Entorno Común de Datos (CDE):** Recurso de información coherente encargada de recopilar, gestionar y distribuir contenedores de información sobre todos los proyectos o activos a lo largo del proceso del proyecto. Esto significa crear un entorno de colaboración para compartir y coordinar el trabajo y la información que se puede comunicar a través del entorno.

## b) Flujos de trabajo

En primer lugar, la entidad debe entender qué información es requerida concerniente a los activos del proyecto para apoyar sus objetivos organizacionales. Por lo que, en la figura 7, se ejemplifica, lo mencionado en la sección anterior.



Figura 7 : Jerarquía de los requisitos y modelos de información, Extraído y traducido de la ISO 19650-1, 2018. (<https://www.iso.org/standard/68080.html>)

Por otro lado, en la figura 8 muestra la gestión general de la información del ciclo de vida para la operación de activos y desarrollo de proyecto, además de la relación que existe entre los demás estándares ISO 55000, ISO 21500 e ISO 9001 con la ISO 19650. Asimismo, se muestra que en “A”, se empieza la fase de desarrollo, transfiriendo información relevante desde el AIM hacia el PIM. Luego, se muestra “B” como la fase de desarrollo progresivo del intento de modelo de diseño hacia un modelo de construcción virtual. Por último, “C” muestra el final de la fase de desarrollo, como un puente entre el proceso de construcción y la fase operación, lo que implica la transferencia de información relevante desde el PIM hacia el AIM. (Rudden, 2019).



Figura 8 : Período de la gestión de información de proyectos. Extraído y traducido de la ISO 19650-1, 2018. (<https://www.iso.org/standard/68080.html>)

Por último, para la administración de la información se utiliza el CDE, que debe implantarse para intercambiar información entre todas los involucrados en el periodo del activo. Por tanto, el CDE se estructura como se muestra en la Figura 9: el trabajo en curso de los autores, que pasa a los equipos de desarrollo tras su revisión, luego se revisa, se publica para su uso durante las fases de diseño, construcción o gestión de activos y, por último, se archiva para proporcionar después la información del contenedor.

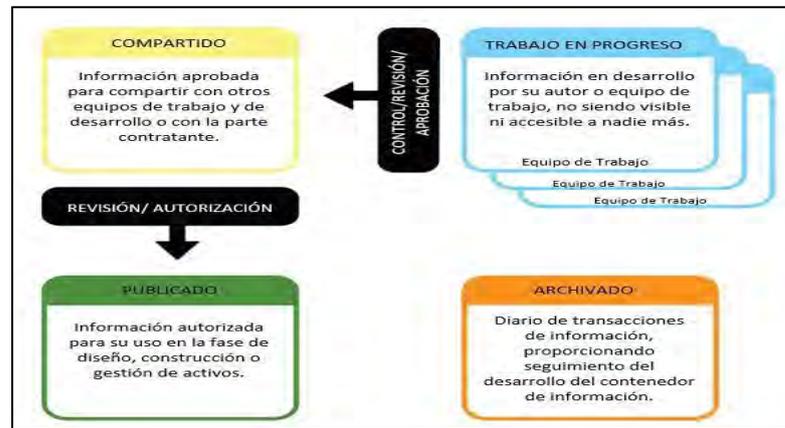


Figura 9 : Estructura del Entorno Común de Datos. Extraído y traducido de la ISO 19650-1, 2018. (<https://www.iso.org/standard/68080.html>)

### 2.3. 2. ISO 19650-PARTE 2: "FASE DE DESARROLLO DE LOS ACTIVOS"

Este documento está elaborado para permitir que la parte que designa determine sus requisitos de información durante la fase de desarrollo de activos y para proporcionar el entorno colaborativo adecuado en el que las partes designadas puedan producir información de manera eficiente. En la figura 10 se observa la interacción entre los involucrados. Los términos de partes y equipos se utilizan a lo largo de este documento para identificar y asignar la parte responsable para cada subactividad.

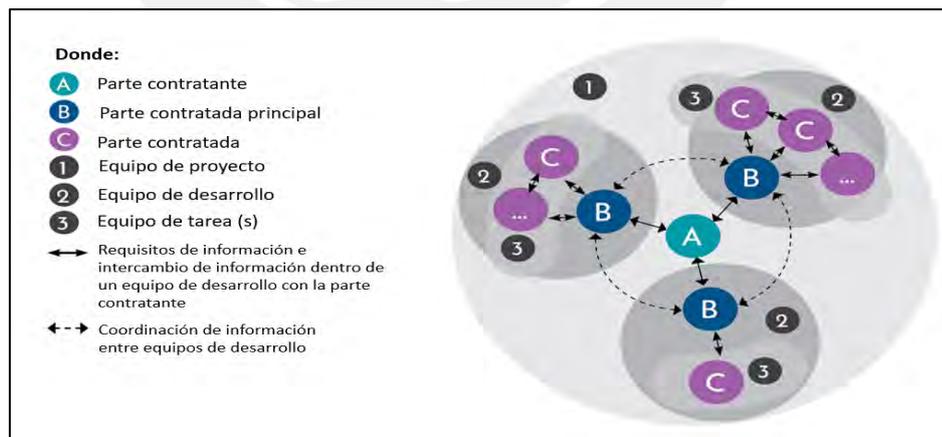


Figura 10 : Interfaces entre partes y equipos. Extraído y traducido de Guidance Part 2: Parties, teams and processes for delivery phase of the assets, 2020. (<https://acortar.link/DXj3O8>)

Para entender las relaciones de las partes involucradas se definieron los términos de

parte que designa que es el cliente o la parte que gestiona la información en nombre del cliente, luego la parte designada principal que es una parte designada por el cliente y, por último, las partes designadas que son designadas por la parte designada principal, estas son las que proveen la información. En la figura 11, se muestra la jerarquía entre involucrados y las contrataciones, con los colores respectivos para su representación.

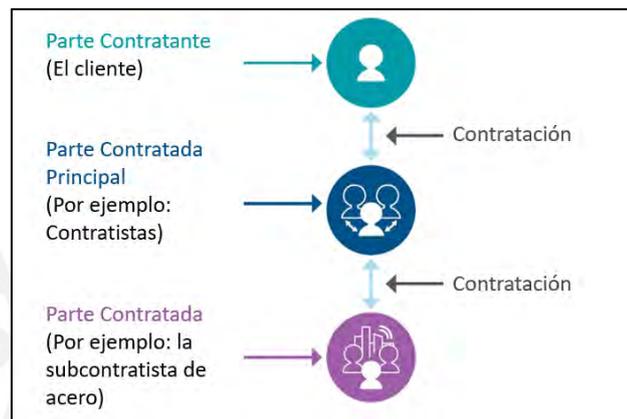


Figura 11 : Relación entre las partes y la contratación. Extraído y traducido de la *Guidance Part 2: Parties, teams and processes for the delivery phase of the assets* (<https://acortar.link/DXj3O8>)

A continuación, se expondrá el proceso de desarrollo que contempla el estándar para la gestión de información que sirve de base en la elaboración de la propuesta del presente trabajo de tesis.

#### a) Proceso de desarrollo de información

Para entender las actividades, estas se pueden categorizar como a nivel de proyecto, lo que involucra a todas las actividades relacionadas con el proyecto en conjunto y nivel de contratación, esto incluye lo relacionado a la contratación de las partes designadas principales. Por lo que, en la figura 12, se detallan las actividades de las cláusulas 5.1 y 5.8 de la ISO 19650-2 relacionadas con el proyecto en conjunto, las actividades desde la 5.2 hasta la 5.7 son repetidas por cada equipo de trabajo de la parte que designa que licita, ya sea para consultoras,

contratistas y/o especialistas. Como se expuso líneas arriba, cada color representa las partes involucradas en cada etapa del proyecto.

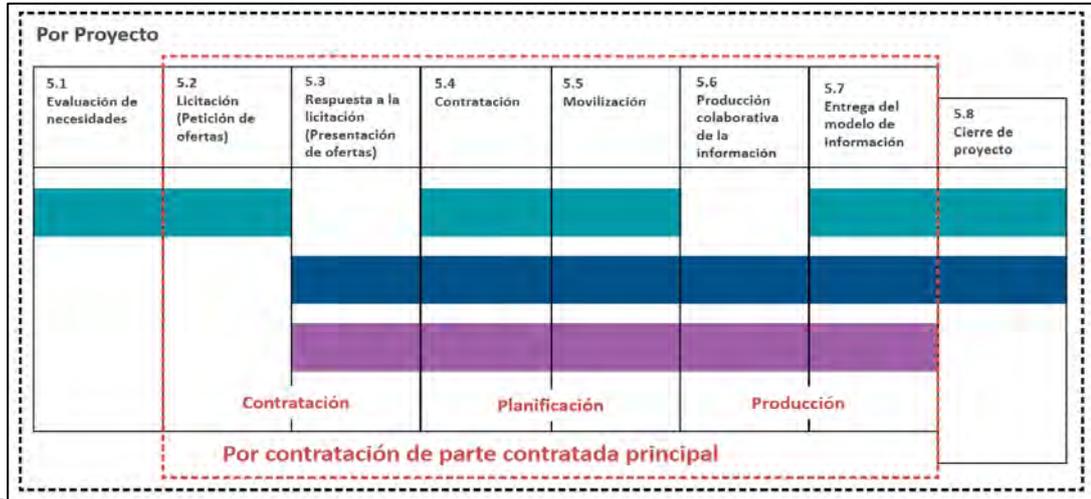


Figura 12 : Actividades realizadas por las partes. Extraído y traducido de la Guidance Part 2: Parties, teams and processes for the delivery phase of assets, 2020. (<https://acortar.link/DXj3O8>)

De acuerdo con el estándar, el proceso de administración de información durante la fase desarrollo de activos consta de ocho actividades, a niveles de proyecto y contratación. Mediante la siguiente figura 13, se puede observar el procedimiento de dichas actividades descritas.

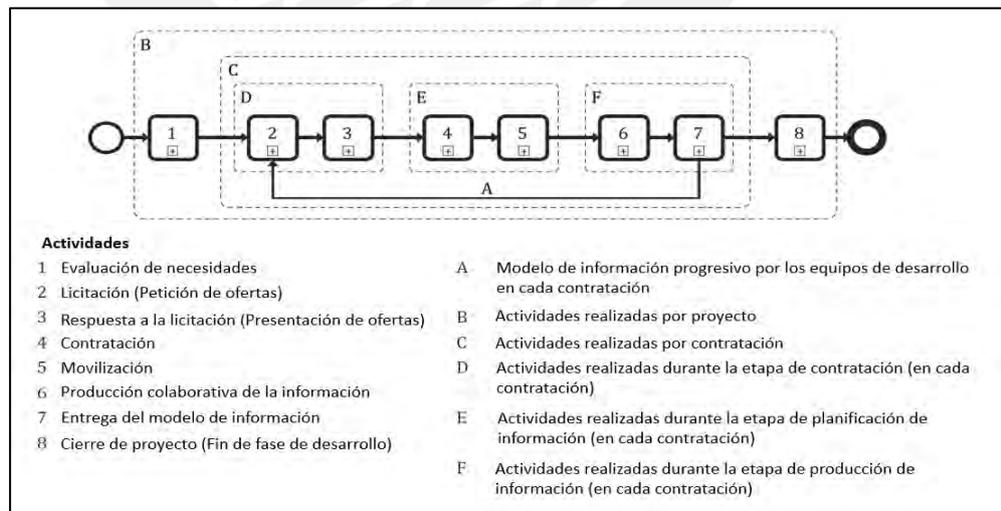


Figura 13 : Proceso de gestión de la información durante la fase de desarrollo. Extraído y traducido de la ISO 19650-2, 2018 (<https://www.iso.org/standard/68080.html>)

## **2. 4. SISTEMA NACIONAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL Y GESTIÓN DE INVERSIONES (INVIERTE.PE)**

En 2016, según el Decreto Legislativo N° 1252 se estableció el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (INVIERTE.PE) como un sistema administrativo del Estado. Su principal función es guiar el uso de los recursos públicos asignados a la inversión para la efectiva prestación de servicios y la provisión de la infraestructura.

Además, según el Decreto Supremo N° 027-2017-MEF, la Unidad Formuladora (UF) tiene la función de elaborar las fichas técnicas y estudios de preinversión, registrar las inversiones en el Banco de Inversiones, aprobar la ejecución de inversiones que no son consideradas proyectos de inversión y declarar la viabilidad, desempeñando un papel crucial dentro de la entidad.

Los grados de complejidad de los proyectos de inversión pública se establecen según dos factores principales: el nivel de riesgo o incertidumbre en relación con los resultados del proyecto y el valor estimado o la magnitud de la inversión. El primer factor se divide en tres factores según el nivel de riesgo. El segundo factor también se clasifica en tres factores según el valor. En tabla 4, se detalla lo mencionado.

Tabla 4: Tipología del grado de complejidad

Nivel de riesgo / Monto de inversión	Monto bajo (15 mil UIT)	Monto medio (Entre 15 mil y 407 mil UIT)	Monto alto (407 mil UIT)
Riesgo alto	Alta Complejidad	Alta Complejidad	Alta Complejidad
Riesgo medio	Mediana Complejidad	Alta Complejidad	Alta Complejidad
Riesgo bajo	Baja Complejidad	Mediana Complejidad	Alta Complejidad

Nota. La información ha sido extraída del Anexo N°10, Criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad de los proyectos de inversión, 2019

Además, en la tabla 5, se describen los niveles de documentos técnicos según el proyecto, basándose en el monto de inversión y modalidades, estos se elaboran mediante fichas técnicas o estudios de preinversión.

Tabla 5: Niveles de documentos técnicos según los proyectos públicos

Proyectos de inversión pública	Nivel de documento técnico
Monto de inversión menor a 750 UIT	Ficha Técnica Simplificada
Estandarizados por el Sector funcionalmente competente	Ficha Técnica Estándar aprobada por el Sector
Cuya modalidad en ejecución sería una Asociación Público-Privada cofinanciada	Estudio de preinversión a nivel de Perfil
Cuyo financiamiento depende fondos públicos provenientes de operaciones de endeudamiento externo	Estudio de preinversión a nivel de Perfil
Monto de inversión mayor o igual a 407 mil UIT	Estudio de preinversión a nivel de Perfil

Nota. La información fue extraída del Anexo N°10, Criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad de los proyectos de inversión, 2019

## 2. 5. MÉTODO DELPHI

Jon Landeta proporciona una definición del método Delphi, como un proceso sistemático e interactivo orientado a recolectar opiniones para lograr un consenso mediante un juicio de profesionales expertos en un tema. La retroalimentación gestionada realizada vía un moderador del método facilita el flujo de información sin interferencias durante las iteraciones

del proceso. Finalmente, las respuestas estadísticas del grupo aseguran que todas las valoraciones sean consideradas válidas en el resultado final (Landeta, 1999).

Este método es aplicable a cualquier tema según una serie de pasos o etapas; sin embargo, el número de estos varía de un caso a otro según las condiciones existentes. Estos pasos pueden ser los siguientes:

1. Primero, plantear una discusión, en la que cada profesional pueda aportar información adicional que considere relevante.
2. Formar un grupo para la supervisión de la aplicación del método.
3. Seleccionar los expertos que participarán del método.
4. Elaborar el formulario para la primera ronda.
5. Proporcionar el formulario a los participantes del método.
6. Preparar un diagnóstico de los resultados obtenidos.
7. Elaborar el formulario para la segunda ronda.
8. Enviarlo a los mismos participantes de la primera ronda.
9. Analizar los resultados de la segunda ronda.
10. Finalmente, preparar un informe detallado y elaborar las conclusiones del del método.

### **CAPÍTULO 3. CASO DE ESTUDIO**

La cuenca del río Huarmey por poseer una hidrología irregular, esta puede llegar a registrar en un corto periodo de tiempo incrementos significantes de caudales en el río. Además, a esto se le suma, aunque de forma esporádica, los efectos del Fenómeno El Niño provoca inundaciones que afectan a la población, la infraestructura y los servicios públicos.

Por tal razón, se presenta el estudio de preinversión a nivel de perfil del proyecto: “Creación del servicio de protección ante peligro de inundaciones en ambas márgenes del río Huarmey, desde el sector Huamba hasta la salida al mar, en los distritos de Huarmey y Huayan de la provincia Huarmey – departamento de Ancash” con Código Único de Inversiones igual a 2501291, en cual está basada la propuesta de guía de elaboración de Términos de Referencia BIM.

#### **3.1. CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO DE PREINVERSIÓN**

El presente caso de estudio posee la finalidad de lograr los niveles deseados de protección y seguridad reduciendo la amenaza de desastres producidos por posibles inundaciones.

El área de estudio abarca aproximadamente 21,976 hectárea, esto involucra no solo el cauce, también la terraza aluvial donde se encuentran asentados los centros poblados afectados por el problema de las inundaciones. Mediante la siguiente figura 14, se puede observar el área abarcada.



Figura 14: Desarrollo del área de estudio. Extraído del estudio de preinversión, 2020

Los estudios involucrados para la elaboración del perfil en mención y que se utilizaron para el desarrollo del modelamiento hidráulico que define el área de influencias, se describirán de la siguiente manera:

- **Topografía:** Este estudio comprendió 7496 hectáreas, desde aguas arriba de la localidad de Huamba (inicio del proyecto) extendiéndose aguas abajo pasando el Puente Panamericana (fin de proyecto). El levantamiento topográfico se realizó mediante vuelo LiDAR fotográfico y el levantamiento batimétrico recogió datos de profundidad máxima, largo máximo y ancho máximo.
- **Hidrología:** Se utilizó el programa HEC-HMS para realizar el análisis hidrológico, así como para el modelamiento de la cuenca se utilizó información de la estación hidrológica Huamba.
- **Geología/Geotecnia:** La zona está constituida por depósitos fluviales que contienen cantos rodados y bloques con alto porcentaje de gravas. Los suelos dentro del área de

estudio están conformados por arena, limo y arcilla, con abundante grava, esto es característico de suelos ribereños.

- **Hidráulica:** Este estudio se enfocó en el cálculo del coeficiente de rugosidad de Manning, así como de las estructuras hidráulicas en la zona del perfil. Los coeficientes oscilaron entre 0.02 y 0.05, con un promedio de 0.043.
- **Modelamiento hidráulico:** Para la elaboración del modelamiento recopiló la información de los estudios básicos, así como el software Flo-2D para la simulación hidráulico pluvial, con la finalidad de obtener el área de influencia.
- **Arquitectura paisajista:** Se proyecta el Mirador que se encuentra en el cruce con la auxiliar de la Panamericana Norte y el río Huarmey, compuesto de un malecón y 3 bulevares principales.
- **Diseño estructural:** Se planteó como obras estructurales muros de contención y diques en ambos lados del río en estudio.
- **Análisis ambiental:** En la ejecución se prevén los mayores impactos sobre los componentes ambientales, los cuales son no significativos que oscilan de leve a moderado y de carácter temporal.
- **Arqueología:** En este proyecto no resulta exigible el CIRA, ni el Plan de Monitoreo Arqueológico, sino se adecuó el Procedimiento Simplificado de Monitoreo Arqueológico (PROMA), este se desarrolla durante toda la etapa de remoción de suelos con la objetivo de reducir posibles impactos negativos sobre vestigios prehispánicos.
- **Análisis de la Gestión de desastres:** De acuerdo con el estudio de preinversión, en la tabla 6, se muestran los peligros, así como el nivel de estos y sus medidas de reducción de riesgos.

*Tabla 6: Riesgos detectados en el caso de estudio.*

<b>Peligros</b>	<b>Nivel</b>	<b>Medida de reducción de riesgo</b>
Inundaciones	Alto	Correcto diseño hidráulico y estructural del proyecto
Movimientos de masa	Bajo	Correcta localización de las obras
Lluvias	Alto	Correcto diseño hidráulico y estructural del proyecto
Sismos	Bajo	Correcto diseño estructural del proyecto

*Nota. Información extraída del Resumen Ejecutivo del estudio de preinversión, 2020*

Con base en los estudios mencionados, se ha propuesto una solución que contempla la construcción de estructuras de protección a lo largo del río Huarmey, desde la parte alta de Huamba (Km 0 + 000.00) hasta su desembocadura en el mar (Km 46 + 600.00). Esto implica la edificación de muros reforzados con revestimiento y protección contra la erosión mediante enrocado, cubriendo 02 tramos con una longitud total de 1,89 km en el borde izquierdo del río y 02 tramos con una longitud total de 0,48 km en la margen derecha. Además, se contempla la ejecución de diques protectores con revestimiento y estructuras anti-erosión de enrocado, compuestos por 09 sectores con una longitud total de 16,80 km en la margen izquierda y 13 tramos con una longitud total de 45,93 km en la margen derecha. Finalmente, se propone la ejecución de muros de concreto armado, que incluyen 03 sectores con una longitud total de 1,31 km en el borde izquierdo del río y 03 tramos con una longitud total de 1,33 km en la margen derecha. Para una mayor descripción de la alternativa de solución se presentan las secciones típicas, extraídas del estudio de preinversión, de las estructuras planteadas, estas se pueden observar de la siguiente manera, desde la figura 15 hasta la figura 19:

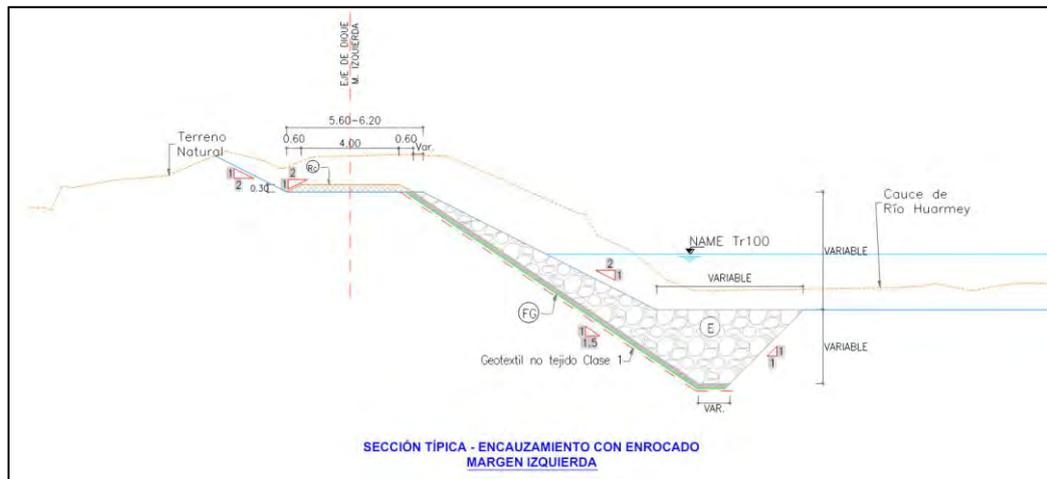


Figura 15: Sección típica de Muros de encauzamiento con enrocado en el margen izquierdo. Extraído del estudio de preinversión, 2020

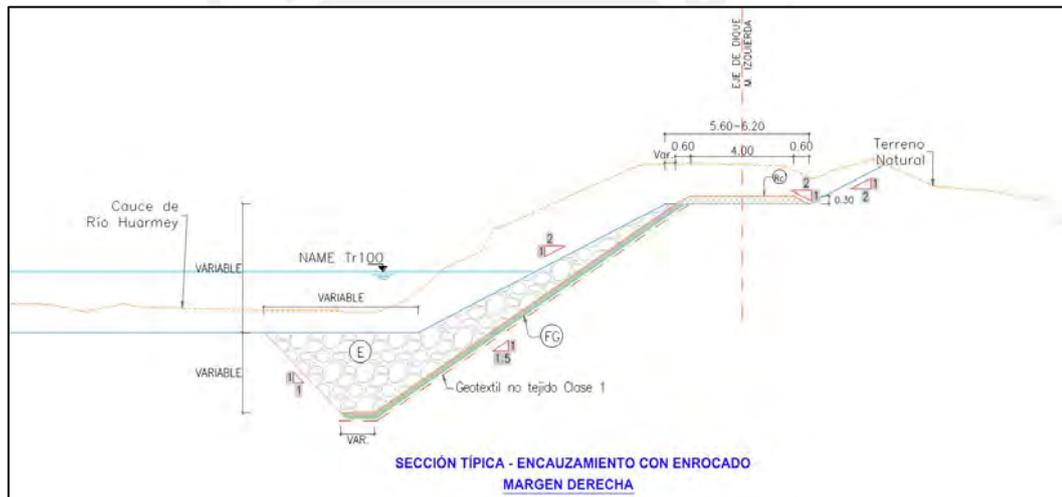


Figura 16: Sección típica de Muros de encauzamiento con enrocado en el margen derecho. Extraído del estudio de preinversión, 2020

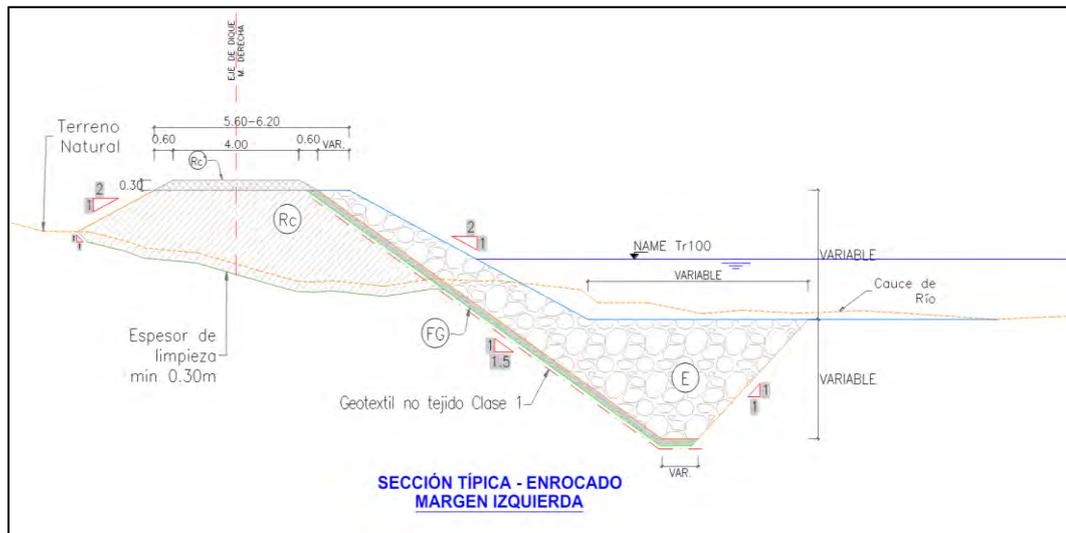


Figura 17: Sección típica de enrocado en el margen izquierdo. Extraído del estudio de preinversión, 2020

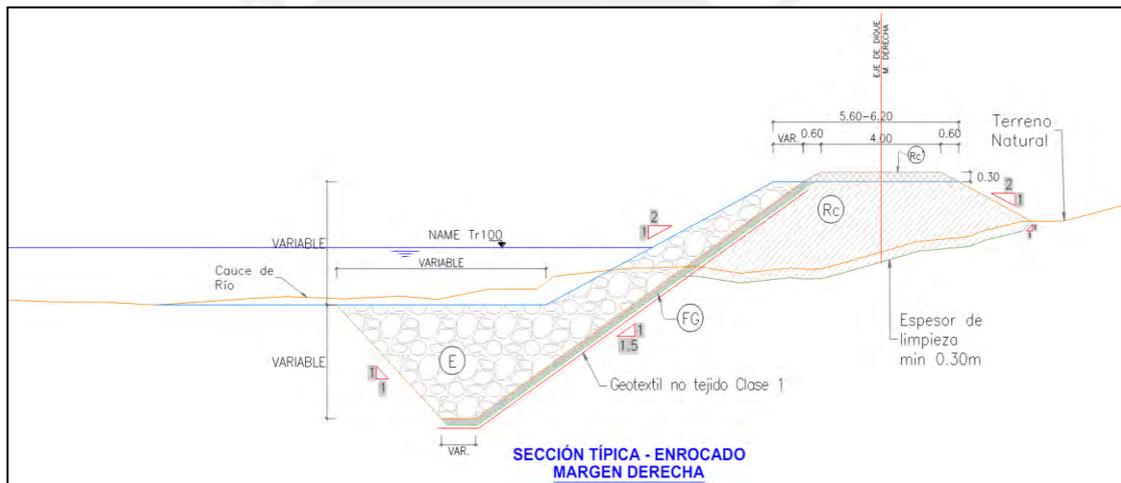


Figura 18: Sección típica de enrocado en el margen derecho. Extraído del estudio de preinversión, 2020

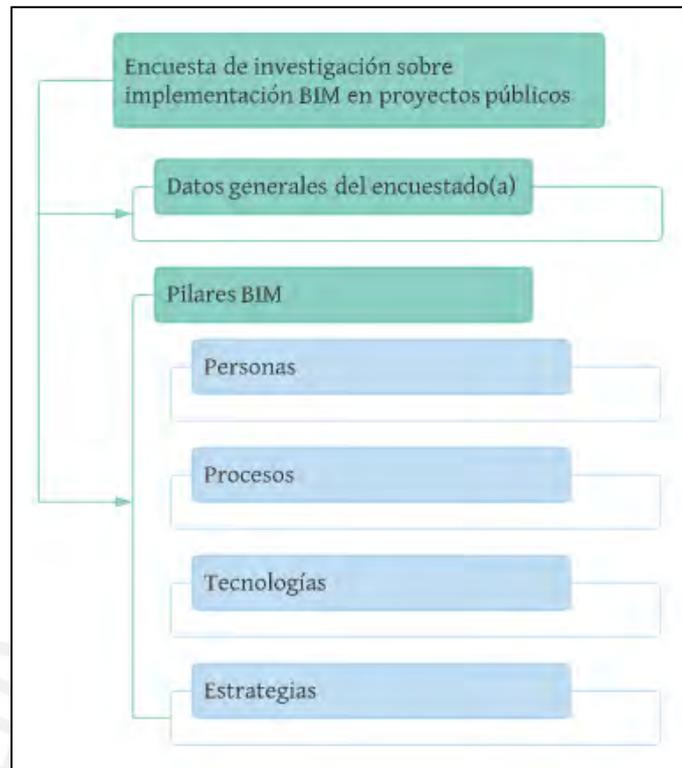


## **CAPÍTULO 4. BARRERAS DE ADOPCIÓN BIM EN LOS PROYECTOS PÚBLICOS DE ALTA COMPLEJIDAD**

La adopción de BIM puede conllevar dificultades en el caso que no se haga correctamente o no se tenga claro los beneficios que se obtienen, por lo que es necesario conocer las posibles barreras que conlleva esta implementación. En consecuencia, en este capítulo, se exponen los resultados obtenidos de una encuesta presentada a profesionales del sector público y privado que hayan utilizado BIM para determinar las barreras que se poseen al implementar esta metodología.

### **4. 1. BARRERAS EN LA ADOPCIÓN BIM EN LOS PROYECTOS PÚBLICOS DE ALTA COMPLEJIDAD**

En esta sección, se pretende conocer el estado situacional de la adopción BIM en los proyectos públicos, por medio de una encuesta, siendo la población que analizar personas que laboren en el Estado, consultoras privadas que trabajen con el Estado y contratistas que posean contratos con el Estado. El formato de dicha encuesta, como se presenta en el Anexo A, se formuló en cinco bloques. Es en la figura 20, donde se consolida información pertinente del encuestado y la implementación BIM, a través de cuatro pilares: Personas, Procesos, Tecnologías y Estrategias, en las que se evalúa el estado de implementación BIM en proyecto públicos, así como el grado de conocimiento del personal acerca de esta metodología y su anhelo por implementarla.



*Figura 20: Principales secciones de Encuesta de investigación sobre implementación BIM en proyectos públicos. Elaboración Propia*

#### **a) Datos generales del encuestado(a)**

La finalidad de esta sección fue identificar los datos pertinentes del encuestado(a). Esta encuesta va dirigida a profesionales de la construcción, del sector público o privado, que hayan utilizado BIM en proyectos de mediana y/o alta complejidad con un expertis no menor a tres (03) años.

De los 12 profesionales encuestados, la mayor parte de ellos han respondido que su profesión es ingeniero(a) civil con el 83 %, siendo el resto un 17% que indica ser arquitecto(a). Asimismo, en la tabla 21, se muestra todos los porcentajes.



Figura 21: Porcentaje de la profesión del encuestado(a). Elaboración propia

Además, la ocupación de los profesionales encuestados un 25% Empleados (as) públicos (as), el 33% Consultores y el resto poseen el cargo de Gestores y Coordinadores BIM . Estos porcentajes se pueden discriminar en la siguiente figura 22.



Figura 22: Porcentaje de la ocupación laboral del encuestado(a). Elaboración propia.

Luego, se evaluó los años de laborando en el estado, en el presente trabajo, el profesional debe poseer como mínimo con 3 años de experiencia; por lo tanto, solo aquellos que cumplen ese requisito han podido completar este cuestionario. La mayoría posee una experiencia entre 3 y 5 años, con un 58%. Asimismo, en la figura 23, se muestra el resto.

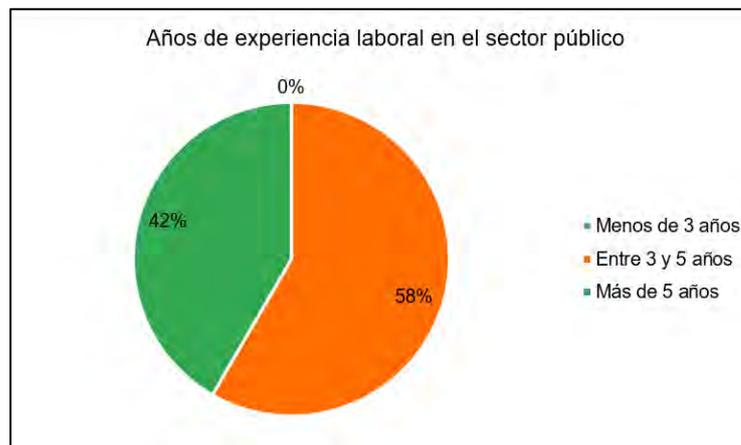


Figura 23: Porcentaje de años de experiencia laboral pública del encuestado(a). Elaboración propia.

Por último, en la figura 24, la presente encuesta evaluó los años de experiencia laboral utilizando BIM en proyectos públicos, resultando que el 100% de los encuestados ha usado entre 1 y 5 años BIM en proyectos públicos.

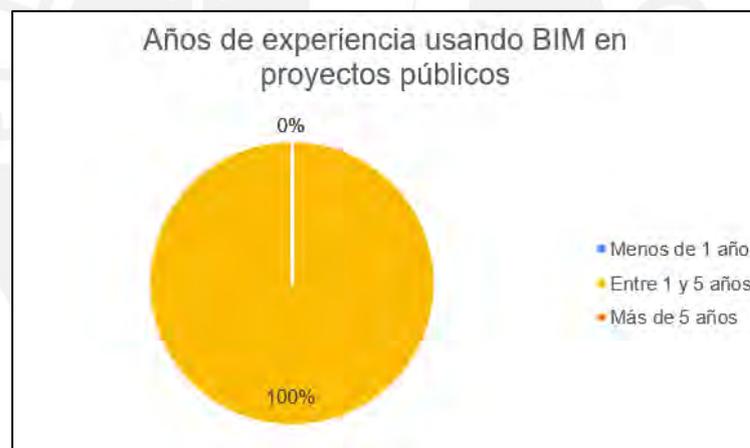


Figura 24: Porcentaje de años de experiencia usando BIM en proyectos públicos del encuestado(a). Elaboración propia.

## b) Pilares BIM

Esta sección posee el objetivo de conocer el estado situacional de la adopción BIM en proyectos públicos, esto se divide en cuatro aspectos principales: personas, que abarca los roles necesarios para las acciones relacionadas con BIM, incluyendo la capacitación en BIM y las tareas correspondientes; procesos, que describen cómo se llevan a cabo las acciones para obtener productos y/o servicios utilizando BIM, e identifican los flujos de

información; tecnologías, que implican recursos tecnológicos (software y hardware) para realizar actividades relacionadas con BIM; y estrategias, que se centran en agregar valor al trabajo con BIM, definir objetivos de uso de BIM y alinearlos con la misión y visión del estado.

- **Personas**

En esta sección se busca conocer en qué tipo de proyectos se ha utilizado la metodología BIM, así como en qué etapas de esos proyectos públicos ha empleado dicha metodología, además en que etapas la utilizaría en un futuro y también el estado de conocimiento sobre BIM en el Estado. Asimismo, en las tres primeras preguntas los encuestados/as pudieron haber escogido más de una opción para responder.

De los profesionales encuestados, que eran empleados públicos y/o pertenecían a empresas privadas que trabajaban con el Estado, en la figura 25, se puede observar que en su mayoría se ha utilizado BIM en hospitales y colegios, con un 42% y 92% respectivamente. Además, solo un 17% ha utilizado BIM en infraestructura hidráulica. Asimismo, se resalta que todos los profesionales han usado la metodología.

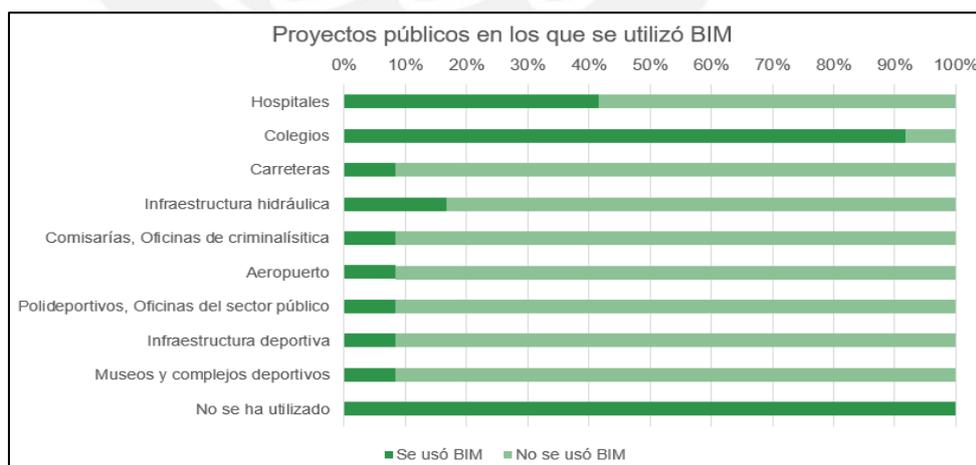


Figura 25: Porcentaje de proyectos públicos en los que se utilizó BIM. Elaboración propia.

Luego, de los proyectos públicos mencionados, en la figura 26, las personas encuestadas en su mayoría han usado BIM en la etapa de inversión con un 92%. Además, el 33 % ha utilizado esta metodología en la etapa de preinversión, mientras que solo un 8% lo ha utilizado en la post inversión de un proyecto público.

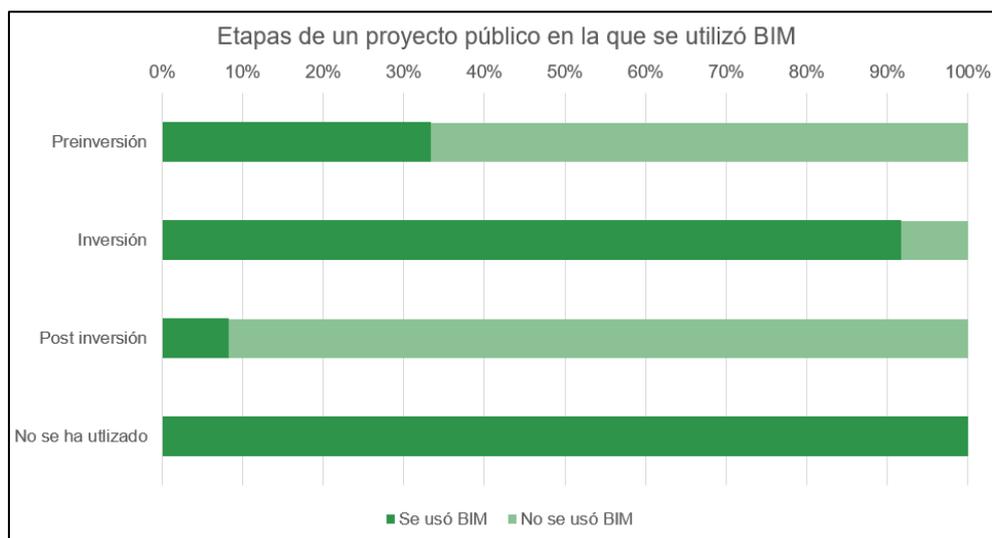
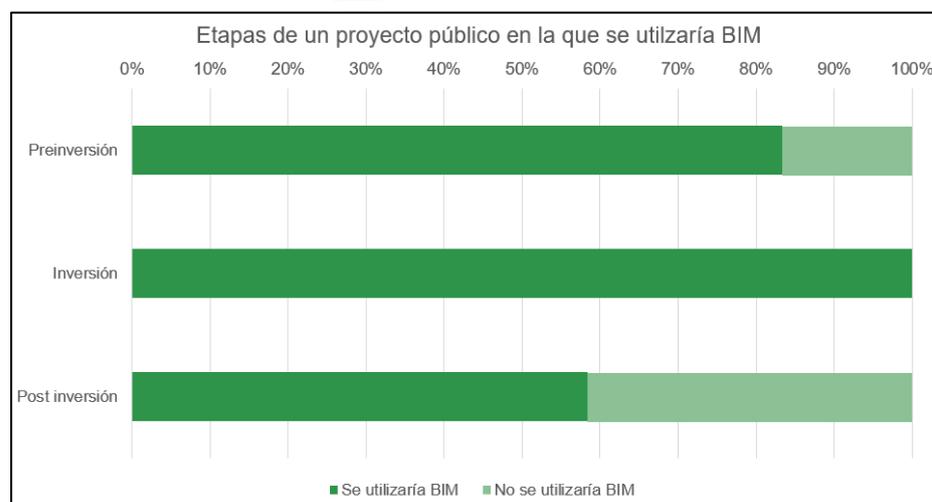


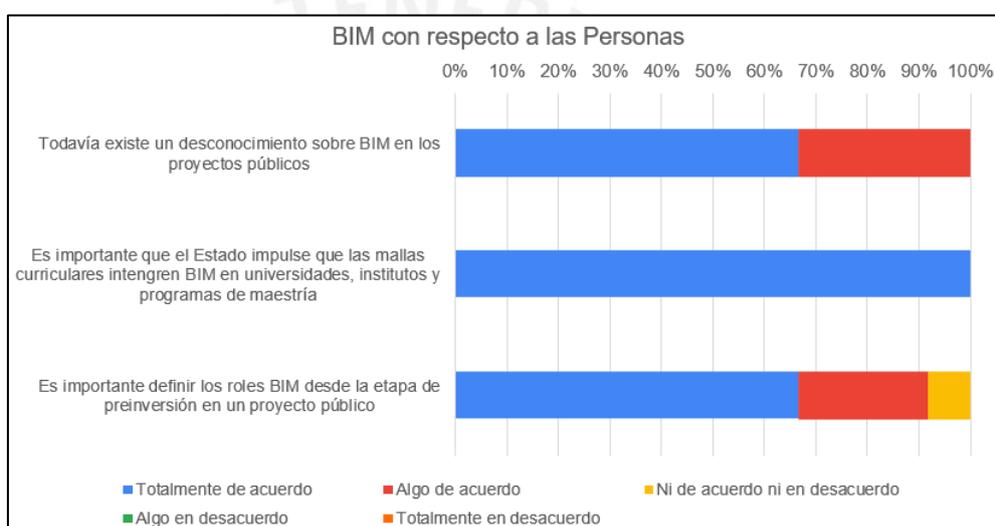
Figura 26: Porcentaje de etapas de un proyecto público en la que se utilizó BIM. Elaboración propia.

Además, en la figura 27, los profesionales encuestados en su mayoría detallan que usarían BIM en las etapas de preinversión e inversión con un 83% y 100%, respectivamente. Además, el 58% mencionó que usaría esta metodología en la etapa de post inversión.



*Figura 27: Porcentaje de etapas de un proyecto en la que se utilizaría BIM. Elaboración propia.*

Por último, se indica que un gran porcentaje de los encuestados creen que todavía existe un desconocimiento sobre BIM en los proyectos públicos, así como que es importante que el Estado impulse que las mallas curriculares integren BIM en universidades, institutos y programas de maestría con un 100%. Por otro lado, en la figura 38, se muestra que un 67% de los encuestados(a) considera que es crucial definir los roles BIM desde la etapa de preinversión de todo proyecto público.

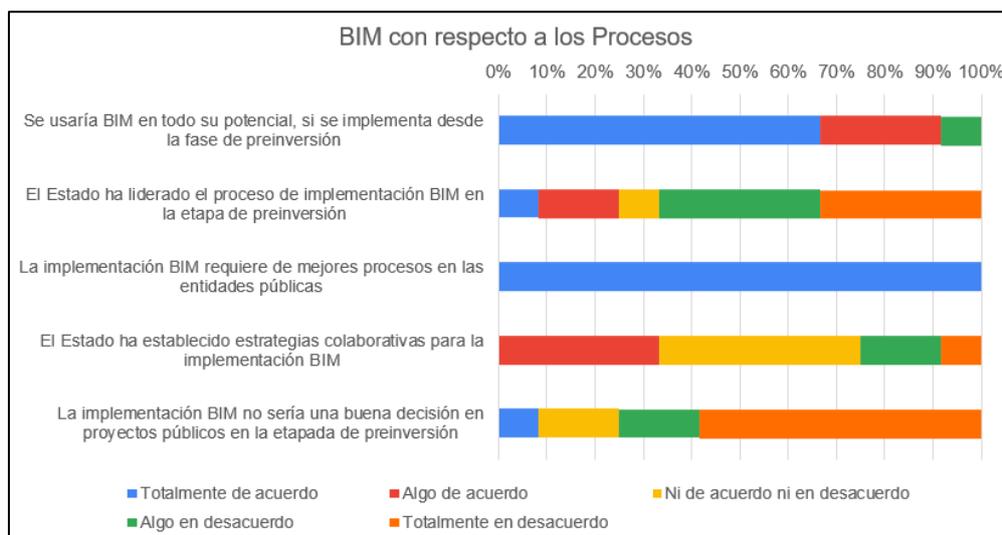


*Figura 28: Porcentaje de BIM con respecto a las Personas. Elaboración propia.*

- **Procesos**

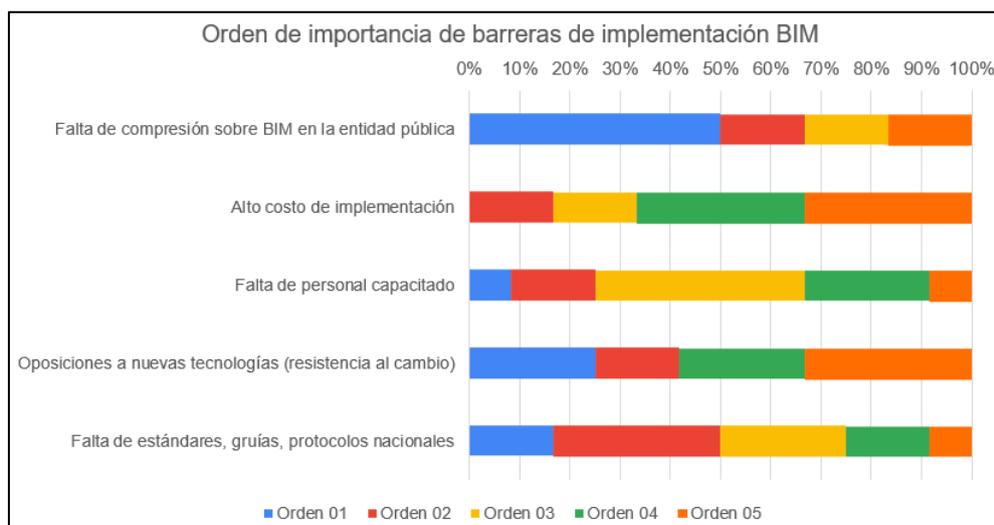
Esta sección mide la situación de los procesos de implementación BIM en el Estado, así como posibles decisiones futuras en la adopción de esta metodología. Como se puede observar en la figura 29 del total de encuestados(as) el 75% no considera que el Estado haya liderado el proceso de utilización BIM en la fase de preinversión. Además, alrededor de un 67% cree que el Estado no ha establecido estrategias colaborativas para la implementación de BIM. Asimismo, un 92% considera que es una buena decisión implementar BIM en proyectos públicos en la etapa de preinversión.

Por otro lado, la mayoría de los profesionales considera que se utilizaría BIM en todo su potencial, si se implementa desde la fase de preinversión y que esta implementación BIM requiere de mejores procesos en las entidades públicas, con un 92% y 100% respectivamente.



*Figura 29: Porcentaje de BIM con respecto a los Procesos. Elaboración propia.*

Finalmente, se evaluó los factores que más han retrasado la instauración de dicha metodología en el Estado. Mediante una escala de importancia de barreras de adopción de esta metodología, siendo 1 el factor de mayor grado de importancia y 5 el de menor grado de importancia, se obtuvo que el factor que más ha retrasado la adopción BIM en el Estado ha sido la falta de comprensión sobre BIM en las entidades públicas, con un 50%, mientras que el factor que menos ha retrasado esta adopción ha sido el alto costo de implementación con un 33%. Se puede observar, en la figura 30, el resto de los factores que han influido en la instauración de BIM sea un poco más lenta.



*Figura 30: Porcentaje del Orden de importancia de las barreras de implementación BIM.  
Elaboración propia.*

- **Tecnologías**

Esta sección mide los recursos tecnológicos (software y hardware), así como innovaciones tecnológicas por parte del Estado para implementar BIM. En la figura 31 del total de personas encuestadas, la mayoría considera que el Estado debería de impulsar más el empleo de tecnologías en sus proyectos y que adoptar BIM ayudaría a desprenderse de los documentos físicos, lo que impulsaría la transformación digital en el Estado, con 83% y 84% respectivamente. Además, más del 80% cree que existen deficiencias de recursos tecnológicos (software y hardware) para la implementación BIM. Por otro lado, el 75% ha observado alguna innovación tecnológica importante en el desarrollo de proyectos públicos en estos últimos años.

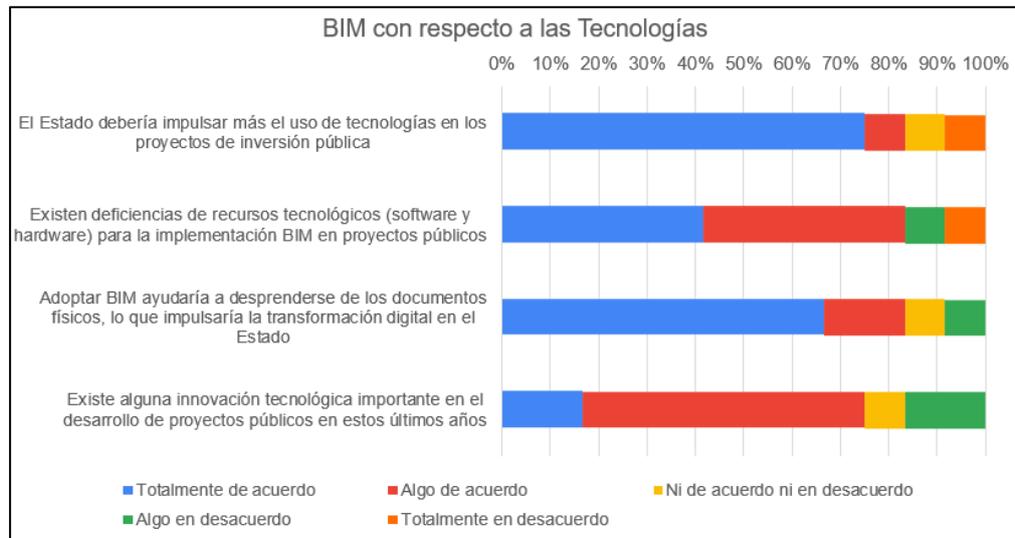


Figura 31: Porcentaje de BIM con respecto a las Tecnologías. Elaboración propia.

### • Estrategias

Esta sección se enfoca en las estrategias de aplicación BIM en el Estado, en la que la mayoría de los profesionales encuestados han mencionado que para implementar BIM han utilizado estándares ISO, BIM Forum locales o iniciativas gubernamentales con un 75%. Mientras que el 25% restante ha mencionado que han utilizado sus propias guías y manuales en sus proyectos. En la figura 32, se muestra lo mencionado.



Figura 32: Porcentaje de Estándares que se utilizaron para implementar BIM. Elaboración propia.

Además, como en la presente investigación se busca realizar un Término de Referencia BIM basado en la ISO 19650, se buscó conocer que tanto el profesional encuestado conoce o si ha utilizado este estándar. Por lo que, en la figura 33, entre los

se muestra que la mayoría de profesionales posee conocimiento de la ISO 19650 con 92%. Este alto porcentaje es reflejo de la experiencia del profesional en dicha metodología. Además, el 100% cree que es importante implementar este estándar para proyectos de inversión pública. Por otro lado, con respecto a lo hecho por el Estado, un 92% considera que en los últimos años se ha fortalecido la política BIM en las entidades públicas del estado peruano. También, más de un 70% dice conocer que el Estado mediante el Ministerio de Economía y Finanzas a través del Plan BIM ha publicado los lineamientos BIM y las disposiciones para la implantación gradual de BIM en el estado.

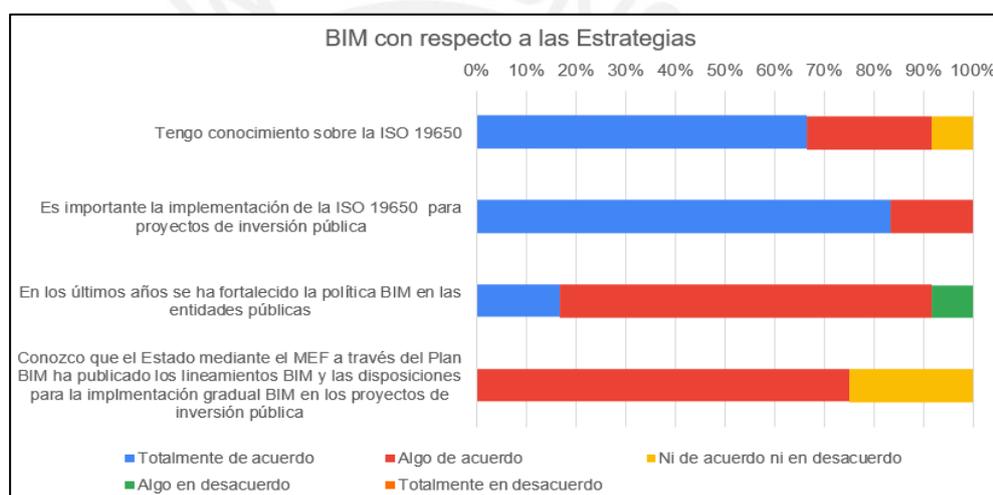


Figura 33: Porcentaje de BIM con respecto a las Estrategias. Elaboración propia.

Finalmente, se evalúan los factores que más contribuirían a la adopción de BIM utilizando una escala de importancia para los impulsores de esta metodología, donde el 1 representa la mayor importancia y el 6 la menor, como se muestra en la figura 34. Se encontró que el factor que más contribuiría a la adopción de esta metodología sería aumentar la capacitación del personal en BIM o posicionar dicha metodología en el sector público, con un nivel del 25%. Así como, el factor menos favorable para la adopción de BIM sería promover la comunicación de logros utilizando BIM, también con un nivel del 25%.

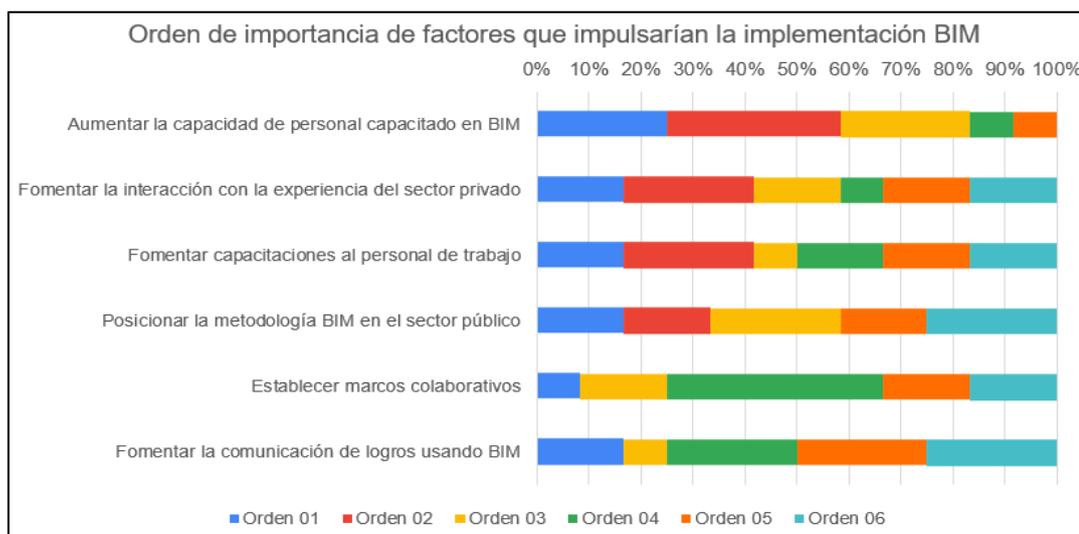


Figura 34: Porcentaje de Orden de importancia de factores que impulsarían la implementación BIM. Elaboración propia.

## 4.2. HALLAZGOS DE LA ENCUESTA

De acuerdo con hallazgos de la encuesta, se logra concluir que la primera barrera para la adopción del BIM es la falta de comprensión de esta metodología en las entidades públicas. Este hecho se respalda con las siguientes respuestas: el 50% de los participantes consideran que todavía hay una conciencia insuficiente sobre el BIM en proyectos públicos. Además, el 67% de ellos opinan que el gobierno no ha liderado el proceso de implementación de esta metodología desde la fase de preinversión. Como prueba de ello, solo el 33% ha utilizado el BIM para esta fase en un proyecto público. Por lo que, para contribuir a mejorar la adopción de esta metodología, el 100% de los participantes considera crucial implementar el estándar internacional ISO 19650 para perfeccionar los procesos de adopción del BIM en las entidades públicas. En consecuencia, según estos resultados, también se puede concluir que el impulso más significativo para fomentar la implementación del BIM en proyectos públicos es incrementar la capacitación del personal en esta metodología para mejorar su integración en proyectos dirigidos por el estado. Finalmente, solo el 17% de los profesionales ha utilizado la metodología en proyectos hidráulicos; por lo tanto, de acuerdo a esto, se observa que sería de

utilidad fomentar el uso del estándar ISO 19650, así como de complemento la Guía BIM Perú desde la fase de preinversión para la mejora de los procesos en los proyectos públicos, esto se apoyaría en la implementación de Términos de Referencia BIM basada en dicho estándar internacional para proyectos de protección frente a inundaciones y movimiento de masas.



## **CAPÍTULO 5. ELABORACIÓN DE GUÍA DE TÉRMINOS DE REFERENCIA BIM EN PROYECTOS DE SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES**

Esta sección se busca elaborar una guía de desarrollo de Términos de Referencia BIM enfocado en proyectos de servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa que sirva como ayuda para poder adoptar BIM en estos tipos de infraestructura de pública, además estará alineada al estándar internacional ISO 19650, considerando que más del 70% de los profesionales considera que la implementación de este estándar es importante para los proyectos públicos.

### **5.1. PROPUESTA DE GUÍA DE DESARROLLO DE TÉRMINOS DE REFERENCIA BIM**

El objetivo de esta propuesta es la realización de las ocho (08) actividades de la ISO 19650 para el procedimiento de administración de la información BIM para que la entidad pública pueda aplicar esto en los proyectos públicos hidráulicos como los servicios de protección contra inundaciones y movimientos de masa, así como la elaboración del Plan de Ejecución BIM previo a la adjudicación, este estará dentro de la oferta del postor. Estos dos entregables formarán lo que se denominará Término de Referencia BIM. Mediante lo propuesto se pretende impulsar la trazabilidad, transparencia y coherencia de la administración de la información durante la etapa de preinversión para un mayor entendiendo de lo mencionado se presenta la siguiente figura 35 que ejemplifica el flujo de trabajo de las ocho (08) actividades que contemplan dicho estándar, así como en qué actividad se encuentra el PEB Precontrato:

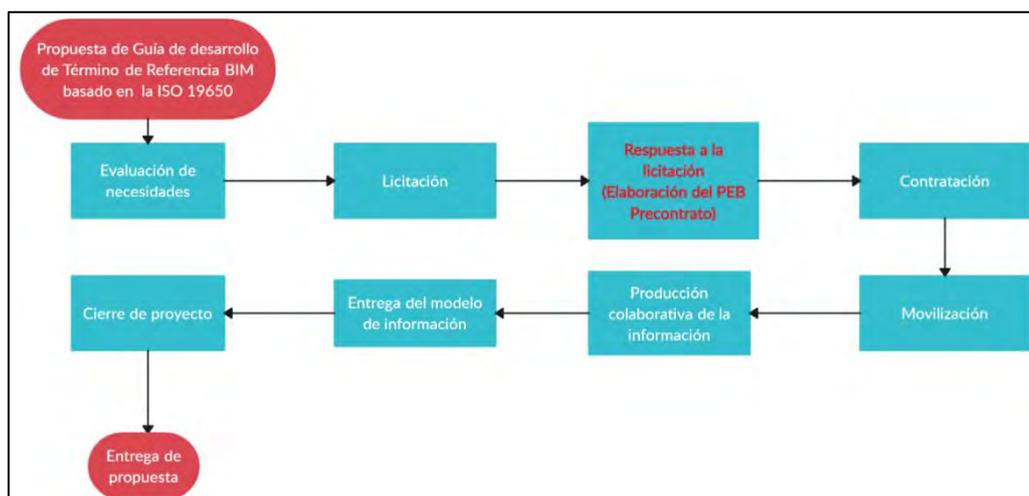


Figura 35: Flujo de trabajo de la propuesta de guía de Término de Referencia BIM. Elaboración propia, 2024

## 1. Evaluación de necesidades

### 1.1. Nombrar las personas a cargo de fomentar la producción y la información a intercambiar

El BIM requiere que las organizaciones integren nuevas capacidades, dando lugar a roles específicos de esta metodología. En este contexto, se designará un Coordinador BIM responsable de facilitar la integración y el flujo de información entre los involucrados. Este rol implica la validación de modelos de información federados de diversas especialidades, la formulación de estrategias para la generación de modelos, la extracción de datos y documentación de estos modelos, así como la organización de sesiones de coordinación interdisciplinarias, entre otras responsabilidades. Es esencial que esta persona posea experiencia en manejo de proyectos, gestión de modelos de información, normativas BIM y liderazgo de equipos. En la tabla 7, se encuentra el perfil mínimo requerida.

Tabla 7: Perfil profesional para los requerimientos BIM

N°	Descripción	Experiencia General	Experiencia Específica
1	Cargo: <b>Coordinador BIM</b> – Ingeniero civil o Arquitecto colegiado y habilitado. <i>Acreditar experiencia en cargos de coordinador o jefe de proyectos.</i>	7 años	5 años

Nota. Elaboración propia, 2024

## 1.2. Determinar los requisitos de información del proyecto

Se define el alcance, el cual es la implementación BIM para proyectos de hidráulicos en la fase de preinversión a través de los términos de referencia. Además de identificar la información que será usada por la parte que designa, que sería la entidad pública, durante el proyecto, mediante una lista de objetivos, metas y requisitos de información. En la siguiente tabla 8 se detallan lo mencionado:

Tabla 8: *Objetivos, metas e información de requisitos de la Entidad Pública*

OBJETIVOS	METAS	REQUISITOS DE INFORMACIÓN
Mejorar la provisión de calidad de recursos e infraestructura hidráulica para la población involucrada.	Garantizar calidad en la infraestructura hidráulica por medio de la realización de mejores expedientes técnicos y con mayor precisión.	Expedientes técnicos que contengan: -Modelos BIM que incluyan plantas, cortes, elevaciones, plano de detalles. -Plantillas general de metrados y estimación del presupuesto
Reducir los costos de las fases de ejecución física y operación de la infraestructura hidráulica.	Realizar la planificación de la ejecución física del proyecto de inversión desde la preinversión.	Documento de planificación de la Ejecución de la inversión: -Cronograma y secuencia de las actividades -Planes de contingencias ante posibles eventos no deseados
Acelerar los procesos de las inversiones durante las fases de formulación y evaluación y ejecución.	Detectar las posibles interferencias e incompatibilidades desde la etapa conceptual del proyecto.	Reporte de interferencias e incompatibilidades: -Posibles interferencias -Soluciones

Nota. La información fue extraída y adaptada de la Guía BIM Perú, MEF, 2021. (<https://acortar.link/cXrz27>)

En la tabla 9, se definen los Usos BIM, así como la definición y los objetivos de estos que deben estar relacionados a un diseño conceptual, estos están alineados a los Usos mostrados en la Guía BIM Perú durante una etapa de preinversión.

Tabla 9: *Usos BIM propuestos el presente trabajo de investigación*

USOS BIM	DEFINICIÓN Y OBJETIVO DEL USO
Levantamiento de condiciones existentes	Desarrollar los modelos de condiciones existentes de un área específica, utilizando escaneo láser o topografía convencional.
Diseño de especialidades	Elaborar los diseños especializados requeridos en el proyecto mediante modelos 3D, con la finalidad de evitar herramientas tradicionales de diseño 2D y reducir reprocesos.

Elaboración de la documentación	Utilizar el modelo para la extracción de la documentación necesaria para la presentación, incluyendo planos y tablas, entre otro.
Visualización 3D	Visualizar los activos del modelo mediante recorridos virtuales, imágenes, facilitando así la comprensión por parte de los especialistas y la comunicación con el equipo.
Coordinación de la información	Coordinar el desarrollo del diseño entre las partes involucradas, la Entidad y el contratista principal, usando software y plataformas para el intercambio de información.
Estimación de costos y cantidades	Estimar las cantidades de componentes de activos para la elaboración de presupuestos.
Revisión de diseño	Revisar múltiples aspectos de los diseños de especialidades involucradas para confirmar el cumplimiento de estándares de información y supervisar el avance del diseño.
Detección de interferencias e incompatibilidades	Detectar interferencias geométricas e incompatibilidades entre especialidades involucradas en la inversión, previniendo problemas en la documentación futura.
Planificación de fases	Planificar las etapas de construcción de la inversión basándose en el modelo.

*Nota. La información fue extraída y adaptada de la Guía BIM Perú, MEF, 2021. (<https://acortar.link/cXrz27>)*

Además, se establecerán los modelos BIM con los que se trabajará en el proyecto para posterior a esto, poder decidir las disciplinas y establecer los hitos del proyecto. En este proyecto, se usan tres tipos de modelos BIM los cuales son el de avance de proyecto, de coordinación/federado, de proyecto constructivo.

- **Modelo de progreso:** Pueden ser divididos por especialidades, localizaciones, propietarios, entre otros criterios. Se generan de manera independiente y se coordinan integralmente para garantizar que compartan un lenguaje común.
- **Modelo de coordinación/federado:** Surge de los modelos BIM de las distintas disciplinas que componen el diseño. Aquí se llevan a cabo la mayoría de las auditorías geométricas y de datos a nivel de coordinación interna por parte del coordinador BIM.
- **Modelo de proyecto constructivo:** Se utiliza para verificar la compatibilidad de este con los entregables finales, planos y presupuesto, dado que es el resultado de la federación de los modelos.

También, los modelos BIM de un proyecto se dividen en secciones deliberadas para facilitar la gestión eficiente de la información. Esta estructuración permite organizar los modelos según agrupaciones personalizadas, lo que facilita la ejecución de tareas específicas

de manera oportuna. En esta guía la agrupación escogida es la de agrupación por disciplinas.

En la siguiente tabla 10, se describen las disciplinas del caso de estudio:

Tabla 10: Disciplinas de los modelos BIM propuestos

<b>Obra Hidráulica: Sistemas de protección contra inundaciones y movimientos de masa</b>	
<b>Disciplina</b>	<b>Actividades</b>
Topografía	Cartografía general, vuelo LiDAR fotográfico, entre otros.
Hidrología	Lámina de agua, batimetría, entre otros.
Geología / Geotecnia	Geofísica, estratigrafía, entre otros.
Hidráulica	Coefficientes de rugosidad de Manning, modelamiento hidráulico
Arquitectura paisajista	Modelamiento arquitectónico
Diseño estructural	Modelamiento estructural
Análisis ambiental	Evaluación ambiental
Arqueología	Elaboración del PROMA
Gestión de desastres	Elaboración de Tabla de riesgos

Nota. La información ha sido extraída y adaptada de la “Guía BIM para infraestructura hidráulica para el control de inundaciones y drenaje”, por Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, 2021

### 1.3 Determinar los hitos de producción de información

Se determinan los hitos, de acuerdo con el procedimiento de la infraestructura hidráulica. Esto quiere decir, qué disciplinas se comprenden en el proyecto, qué es lo que se va a necesitar y cuándo se va a entregar la información. En la tabla 11, se pueden observar las disciplinas y el desglose de las especialidades que se encuentran involucradas en el diseño conceptual en la fase de preinversión.

Tabla 11: Hitos de trabajo de la inversión pública

<b>Hitos de trabajo</b>	
<b>Topografía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartografía: planos del relieve-curvas de nivel</li> <li>• Planos con obras antrópicas</li> <li>• Planos de secciones transversales del cauce- Batimetría</li> <li>• Plano de ubicación de canteras</li> <li>• Planos de vías y caminos de acceso</li> <li>• Estudio de afectaciones prediales</li> <li>• DMS, DMT y ortofotografía</li> <li>• Planos del perfil longitudinal</li> </ul>
<b>Hidrología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujos máximos de diseño</li> <li>• Modelo hidrológico</li> <li>• Volumen de producción de sedimentos totales</li> </ul>
<b>Geología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe de contexto geológico local-regional</li> <li>• Plano de ubicación de fallas geológicas</li> <li>• Informe de hidrogeología</li> <li>• Plano geológico</li> </ul>
<b>Geotecnia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil estratigráfico</li> <li>• Capacidad portante y profundidad de cimentación</li> <li>• Análisis de sismicidad</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones de aguas subterráneas</li> <li>• Análisis de socavación, inestabilidad de taludes, tubificación y licuefacción, de la agresión del suelo</li> <li>• Canteras: ubicación, calidad, volumen y vías de acceso</li> <li>• Fuentes de agua: ubicación y calidad</li> </ul>
<b>Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de Impacto Ambiental (Preliminar)</li> </ul>
<b>Arqueología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de diagnóstico arqueológico</li> <li>• Opinión técnica de viabilidad</li> <li>• Elaboración del PROMA</li> </ul>
<b>Arquitectura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de paisaje e infraestructura verde</li> <li>• Modelo arquitectónico</li> </ul>
<b>Diseño conceptual (Modelamiento hidráulico y diseño estructural)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño estructural de elementos de concreto armado (muros de contención, enrocados y diques)</li> <li>• Modelo hidráulico</li> <li>• Modelo estructural</li> <li>• Calibración hidrológica e hidráulica</li> <li>• Comparación del modelo de inundaciones</li> <li>• Escenarios de cambio climático</li> <li>• Validación/ Calibración de transporte de sedimentos</li> <li>• Validación/ Calibración de concentración de sedimentos</li> <li>• Evaluación de la generación de la erosión</li> <li>• Modelo de gestión de interferencias</li> </ul>
<b>Estimaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilla de metrados</li> <li>• Presupuesto</li> <li>• Cronograma</li> </ul>

*Nota. Elaboración propia, 2021*

#### 1.4. Determinar las normas de información del proyecto

En la tabla 12, se establecen las normas o estándares que se utilizará en el proyecto, los sistemas de clasificación, en qué nivel de desarrollo (LOD) se trabajarán los entregables del proyecto:

*Tabla 12: Normas o estándares de información*

<b>Estándar</b>	<b>Descripción</b>
ISO 19650: Parte 1 (2018)	Conceptos y principios
ISO 19650: Parte 2 (2018)	Fase de desarrollo de activos
Guía BIM Nacional Perú	Estándar BIM para proyectos públicos en Perú
Todas las normas técnicas de acuerdo con la especialidad para el diseño del proyecto	

*Nota. Elaboración propia, 2021*

Además, se especifica que el nivel de desarrollo que se utilizarán en la fase de preinversión del proyecto. En la siguiente tabla 13, se especifica detalladamente los niveles que se utilizarán.

Tabla 13: LOD para el proyecto en mención.

LOD aplicable a los elementos pertenecientes a la tipología del proyecto		
Disciplina	Subdisciplina	LOD mínimo propuesto
Condiciones existentes		300
Topografía		300
Geotecnia		300
Plataformado y movimiento de tierras	Excavaciones	300
	Rellenos	300
	Bases granulares	300
Estructuras	Cimentaciones	300
	Enrocado	300
	Muros de contención	300
	Diques	300
Arquitectura	Pavimentos	300
	Paisajismo	300
	Mobiliario y equipamiento	300
	Acabados	300
Instalaciones	Drenaje	300
Demoliciones		300

Nota. Elaboración propia, 2021

### 1.5. Definir los métodos y procesos para generar información

Se definen métodos y procesos de generación de información que consta de cómo se capturará, generará, la revisión y la validación la información, así como la entrega a la entidad pública encargada del proyecto. En la siguiente tabla 14, se muestran las actividades y subactividades a realizar, así como la posibilidad de identificar a los responsables de cada una de estas subactividades, en el que los símbolos “X” significa que es el responsable directo y “O” significa que contribuye con responsable directo.

Tabla 14: Métodos y procesos para generar información.

Actividad	Subactividades de administración de la información	Entidad Pública	Consultor	Subcontrata	Otras organizaciones
Actividades preparatorias	Nombrar las personas a cargo de fomentar la producción y la información a intercambiar	X			
	Determinar los requisitos de información	X			
	Determinar los hitos de producción de información	X			
	Determinar las normas de información del proyecto	X			
	Definir los métodos y procesos para generar información	X			
	Definir la información base y recursos para compartir	X			
	Decidir el entorno común de datos	X			

	Definir los protocolos de información a intercambiar	X			
	Determinar los requisitos de información a intercambiar de la entidad pública	X			
	Juntar la información base y recursos para compartir	X			
	Definir los requisitos de la respuesta a la licitación y criterios de evaluación	X			
	Compilar la información para la invitación a la licitación	X			
Proceso de Licitación	Designar encargados de administrar la información		X		
	Determinar el PEB precontrato de la consultora		X		
	Analizar las habilidades y capacidades de los equipos de desarrollo			X	
	Determinar las habilidades y capacidades de cada equipo de desarrollo		X	O	
	Determinar la propuesta de plan de movilización del equipo de desarrollo		X	O	
	Determinar el registro de riesgos del equipo de desarrollo		X	O	
	Recopilar la información de la respuesta a la licitación del equipo de desarrollo		X		
Ejecución contractual	Confirmar el Plan de Ejecución BIM del equipo de desarrollo	O	X	O	
	Determinar la matriz detallada de responsabilidades del equipo de desarrollo		X	O	
	Determinar los requisitos de información de intercambio de la consultora		X		
	Confirmar el Plan de Desarrollo de Información de Tareas (TIDP)			X	
	Confirmar el Plan Maestro de Desarrollo de Información (MIDP)		X	O	
	Concluir los documentos de contratación de la consultora	X	O		
	Concluir los documentos de contratación de las subcontratas		X	O	
	Movilizar recursos		X	O	O
	Movilizar tecnología de la información	O	X	O	O
	Verificar los métodos y procesos de generación de la información		X	O	O
	Comprobar la disponibilidad de información base y recursos para compartir			X	X
	Generar información			X	X
	Realizar la comprobación de calidad de información.			X	X
	Revisar la información y la aprobación para el intercambio			X	X
	Revisar el modelo de información		X	X	
	Enviar los modelos para la aprobación a la consultora			X	X
	Revisar la información y autorizar el modelo		X	O	O
	Enviar el modelo de información a la entidad pública para la autorización			X	X
	Revisar y aprobar el modelo de información	X			
	Fin de fase de desarrollo	Guardar el modelo de información del proyecto	X		
Recoger lecciones aprendidas para futuros proyectos		X	O		

Nota. La información fue extraída y adaptada de la Guía BIM Perú, MEF, 2021.  
(<https://acortar.link/cXrz27>)

## 1.6. Definir la información base y recursos para compartir

Se define la información base y recursos para compartir de proyecto pasados, esto significa que la entidad debe proporcionar la información base y los recursos que se

compartirán con las consultoras durante la licitación. En la tabla 15 se pueden observar ejemplos de los documentos necesarios como información base:

Tabla 15: Documentos de referencias brindados por la Entidad

Código del contenedor de información	Descripción	Formato	Creador	Uso permitido
1234567-EDC-S1-2D-A-0001	Planos de estructuras existentes	.dwg	MINAGRI	Solo como uso de referencia
1234567-EDC-S1-2D-A-0002	Planos de hidrológicos y meteorológicos	.dwg	SENAMHI	Solo como uso de referencia
1234567-EDC-S1-MIDP-A-0001	Formato MIDP	xlsx.	MINAGRI	Solo como uso de referencia

Nota. Elaboración propia, 2024

### 1.7. Decidir el entorno común de datos

Es fundamental crear los contenedores de manera colaborativa y que se publiquen a través del entorno de la organización, el cual asegura ser la única fuente confiable de información. La figura 36 muestra los participantes.

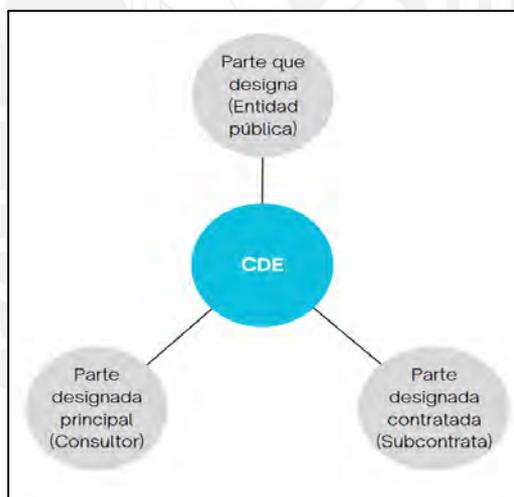


Figura 36: Participantes en el CDE del proyecto de inversión pública. Elaboración propia

El entorno debe cumplir los requisitos generales y apoyar la generación colaborativa de la información, por tal motivo la Entidad debe considerar los siguientes puntos:

- Cada contenedor de información debe recibir un ID único conforme al protocolo de información a intercambiar.

- Se debe establecer los siguientes atributos a cada contenedor: estado, revisión y clasificación.
- El entorno admite realizar modificaciones el estado de los contenedores, así como registrar el nombre del usuario y la fecha en cada momento que se cambie el estado de una revisión del contenedor de información del proyecto.
- El entorno autoriza el control de acceso a los contenedores de información.

Además, la entidad pública puede designar a un tercero para administrar, albergar y el CDE del proyecto en mención. Esto debe realizarse como un paquete de licitación por separado antes que las unidades participen en el proceso de licitación.

El CDE funciona como el albergue de toda la información de la inversión, esto contempla los modelos, planos, informes y otros documentos. Los procesos de información a intercambiar y futura aprobación de esta se observan en la tabla 16:

*Tabla 16: Involucrados en proceso de información a intercambiar*

Involucrados	Objetivo	Tipo de Información	EDC (Propuesta)	Licencia (Propuesta)
Cliente, consultora y subcontrata	Diseño	Modelos BIM	Autodesk Construction Cloud	BIM Collaborate Pro
	Repositorio de información	Contenedores de información Visualizador de Modelos BIM	Autodesk Construction Cloud	
Consultora y subcontrata	Repositorio de información del cliente para las entregas en los Hitos de la inversión	Contenedores de información Modelos BIM nativos y Modelos IFC	Plataforma de la entidad	Plataforma de la entidad

*Nota. Elaboración propia, 2024*

La figura 37 muestra como el entorno puede poseer muchas asignaciones de metadatos diferentes en los contenedores. Esto amplía los metadatos basada en los requisitos de la ISO 19650-2.



Figura 37: Asignaciones en la CDE. Elaboración propia

## 1.8. Definir los protocolos de información a intercambiar

La entidad debe definir protocolos de información a intercambiar del proyecto en formatos especificados en las etapas acordadas del programa considerando las responsabilidades de los involucrados en la administración y generación de información. La tabla 17 presenta los formatos de los archivos requeridos en el proyecto.

Tabla 17: Formatos de los archivos requeridos

Tipo de información	Formatos requeridos de archivos nativos	Versión	Formatos requeridos
Planos 2D	.dwg	2021	.ifc 2 x3
Modelos 3D	.rvt/DWFX	2021	.ifc 2 x3
Modelos civiles	.rvt	2021	.ifc 2 x3
Modelos SIG	ESRI Shapefile	10.8	
Cronogramas	XLS(X)/ PPT(X)/ XML/ MMP, etc.	2021	
Presupuestos	XLS (X)/ PRESTO, etc.	2021/2022	
Fotos, videos, animaciones	.jpg / avi / mp4, etc.		
Choques	.nwd/ .PDF		
Seguimiento de problemas	.BCF		PDF/ XLS (X)

Nota. La información ha sido extraída y adaptada de la “Guía BIM para infraestructura hidráulica para el control de inundaciones y drenaje”, por Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, 2021

## 2. Licitación (petición de ofertas)

### 2.1 Determinar los requisitos de información a intercambiar de la entidad pública

La entidad debe de determinar los EIR relativos para una licitación, los cuales deben de proporcionar los marcos colaborativos de trabajo que tendrán que cumplir las posibles

consultoras en el desarrollo y entrega de información. El contenido recomendado en esta propuesta de Término de Referencia es el siguiente:

- En la tabla 18, se establecen los requisitos de información a intercambiar con sus respectivos entregables:

*Tabla 18: Requisitos de información a intercambiar y sus entregables*

Requisitos de información	Deseo de la entidad pública	Recursos necesarios	Entregables	Formato de entrega
Información 2D y 3D de las condiciones existentes del terreno	Información confiable y que se pueda aprovechar de las condiciones para todas las fases del proyecto.	-Software de georreferenciación. -Programa de modelado 3D -Programa de nube de puntos -Escáner laser	- Modelo de condiciones existentes. -Planos de planta, elevación, detalles de condiciones existentes	-.rvt, .ifc -.dwg. -.pdf.
Diseño conceptual de las especialidades involucradas y documentación 2D.	-Existencia de congruencia entre la información del modelo y la documentación 2D. -Uso del modelo BIM como principal fuente para la obtención de la documentación 2D.	-Software de modelado 3D.	-Modelo de la geotecnia -Modelo de topografía, plataformado y movimiento de tierras, esto incluye las excavaciones, rellenos y bases granulares. -Modelo de estructuras de la alternativa de solución, esto incluye las cimentaciones, enrocados, diques y muros de contención. -Modelo de arquitectura de pavimentos, paisajismo y mobiliario -Modelo de instalaciones de drenajes. -Planos de planta, elevación, detalles de los modelos de diseño conceptual. -Memorias descriptivas de los estudios de las especialidades involucradas para la elaboración de los modelos.	-. rvt, .ifc -. rvt, .ifc -. rvt, .ifc -. rvt, .ifc -.dwg -.docx -pdf.
Gestión de interferencias	-Modelos BIM correctamente auditados	-Programa de modelado 3D. -Programa de auditoría de modelos BIM	-Modelos BIM correctamente coordinados entre las especialidades involucradas. -Informe de interferencias (si existen)	-.rvt, .ifc -.doc. -.pdf.
Estimación de costos y cantidades, así como cronogramas.	-Información que provenga del modelo BIM para conseguir cantidades, así como estimar el costo	-Software de modelado 3D. -Software de estimación en base a modelos 3D. -Software de presupuestos	- Elaboración de la plantilla de metrados obtenidos del modelo de la alternativa de solución. -Estimación del presupuesto de las alternativas de solución que permita realizar la evaluación para la posterior selección de estas.	-.xlsx. -.xlsx, s2k o .Presto -.xlsx o -.ppm

	y cronograma del proyecto.	-Software de cronogramas -Bases precios	-Estimación de cronogramas de las alternativas de solución.	
--	----------------------------	--	---	--

*Nota. La información fue extraída y adaptada de la Guía BIM Perú, MEF, 2021.*  
(<https://acortar.link/cXrz27>)

- Se establecen los LOD que se contempla en los modelos BIM de las especialidades involucradas, los cuales fueron mencionados en los estándares de información.
- En la tabla 19, se establecen los criterios para autorización de los contenedores de información:

*Tabla 19: Criterios para autorización para los contenedores de información*

Contenedor de información	Criterios para autorización
Información de modelos geométricos	No se aceptarán los modelos de información geométrica si no contemplan los siguiente: - Todos los modelos de información geométrica deben de estar de acuerdo con el LOD estipulado. -Todos los planos 2D se derivan de los modelos con información geométrica para mantener la coordinación entre especialidades. -Los modelos de información y planos deben de seguir los códigos para identificar los contenedores
Modelo integrado	Los modelos integrados deben de cumplir lo siguiente: -Todos los modelos de las especialidades deben de poseer un sistema de referencia. -El enrocado, diques, muros de contención se deben de unir correctamente para evitar que los espacios se definan incorrectamente. -Los modelos integrados deben de respetar la codificación de identificación de los contenedores

*Nota. Elaboración propia, 2024*

- Establecer la información de soporte que las posibles partes designadas principales necesitarán para entender o evaluar cada requisito de información
- Establecer las fechas relativas a la entrega de los hitos de la información de proyecto y las decisiones claves de la parte que designa, para esto se utiliza el caso de estudio y las fechas claves asociadas a los hitos de trabajo mencionados líneas arriba, estos enfocados solo en los estudios de las especialidades involucradas y en los modelos de información. En la figura 38, se muestran los hitos asociados a los requisitos de información.

ITEM	HITOS DE INFORMACIÓN ASOCIADOS A LOS REQUISITOS DE INFORMACIÓN	MES																													
		MES 01				MES 02				MES 03				MES 04				MES 05				MES 06				MES 07					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
01	Información 2D y 3D de las condiciones existentes del terreno	x	x	x	x																										
02	Diseño conceptual de las especialidades involucradas y documentación 2D.					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
03	Gestión de interferencias																						x	x	x	x					
04	Estimación de costos y cantidades, así como cronogramas.																											x	x	x	x

Figura 38: Contenido mínimo para la entrega de los hitos de información de proyecto. Elaboración propia

## 2.2 Juntar la información base y recursos para compartir

La entidad debe juntar la información base y recursos que considere correctos para entregar a las consultoras durante el proceso de licitación. Como formatos de PEB, MIDP, TIDP, Matriz de responsabilidades, librerías de objetos o estilos, entre otros. Lo mencionado en las líneas anteriores deben de colocarse a disposición mediante el entorno.

## 2.3 Definir los requisitos de la respuesta a la licitación y criterios de evaluación

Se define los requisitos y criterios de evaluación que la consultora debe cumplir en la siguiente fase que es la Respuesta a la licitación (presentación de ofertas). Las consideraciones para seguir son las siguientes:

- Contenido requerido para el Plan de Ejecución BIM (precontrato)
- Habilidades y capacidades de las posibles consultoras para el desarrollo y entrega de los requisitos de información
- Cómo el equipo se movilizará, acerca de los recursos tecnológicos, establecer el plan de movilización.
- La consultora debe considerar los riesgos del desarrollo de información, elaborando un registro de riesgos

## 2.4 Compilar la información para la invitación a la licitación

La entidad debe compilar toda la información que se incluirá en los documentos del concurso, como datos de referencia de otras ofertas y recursos para compartir para el progreso del proyecto.

### **3. Respuesta a la licitación (presentación de ofertas)**

#### **3.1 Designar encargados de administrar la información**

La posible parte designada principal debe nombrar encargados de su propia organización para las funciones de producción de información, ya que debe desarrollarla a lo largo de todo el proceso de licitación.

#### **3.2 Determinar el PEB precontrato de la consultora**

El estándar ISO 19650 recomienda que el PEB (precontrato) debe cubrir siete diferentes consideraciones claves para la administración de la información. Estas son las siguientes:

- Indicar los datos de los encargados de la gestión y producción de la información.
- Debe contener las estrategias de información, como el enfoque para cumplir con el EIR propuesto por la entidad pública.
- La propuesta de estrategia de federación que usará el equipo de desarrollo.
- La matriz de responsabilidades de alto nivel del equipo de desarrollo.
- Propuestas de adiciones o enmiendas a los métodos y procesos para la producción de información, en el caso las haya.
- Propuestas de adiciones o enmiendas a los estándares, en el caso las haya.
- Programa de propuestas de software, hardware e infraestructura tecnológica para permitir el trabajo colaborativo. Esto es una consideración fundamental para una mayor interoperabilidad.

Este Plan de Ejecución BIM precontrato se desarrolla en la sección principal 5.2 del presente capítulo de trabajo de investigación, en base al caso de estudio.

#### **3.3 Analizar las habilidades y capacidades de los equipos de desarrollo**

Los equipos de desarrollos deben elaborar una prueba de habilidades y capacidades para responder a los requisitos de la Entidad, además esto con la finalidad de contestar al Plan de Ejecución BIM propuesto por el equipo de desarrollo.

### **3.4 Determinar las habilidades y capacidades de cada equipo de desarrollo**

La consultora debe determinar las habilidades y capacidades agregando las pruebas realizadas por cada equipo de tarea para elaborar un resumen de las habilidades para administrar y generar información y la capacidad para la entrega en tiempo de la información de cada equipo de desarrollo.

### **3.5 Determinar la propuesta de plan de movilización del equipo de desarrollo**

La consultora debe determinar la propuesta de movilización, en el que se planifica la administración de información para la movilización para cumplir con lo solicitado por la entidad pública.

### **3.6 Determinar el registro de riesgos del equipo de desarrollo**

Las posibles consultoras deben de determinar el registro de riesgos, el cual está vinculado con la entrega del modelo en el plazo acordado, se debe contemplar en el registro de riesgos: supuestos, hitos del proyecto, protocolos, estrategias de generación de información, métodos, procedimientos y estándares, y movilización, aptitudes y capacidades del equipo.

### **3.7 Recopilar la información de la respuesta a la licitación del equipo de desarrollo**

La consultora debe recopilar la información de la respuesta a la licitación por parte del equipo de desarrollo, de los cuales se consideran el Plan de Ejecución BIM, el resumen de la toma de habilidades y capacidades, el plan de movilización y el registro de riesgos asociados al conceder los entregables.

## **4. Contratación (Adjudicación)**

### **4.1 Confirmar el Plan de Ejecución BIM del equipo de desarrollo**

La consultora confirma el PEB definitivo, este debe basarse en el PEB de oferta (precontrato). A medida que el proyecto avance, este documento debe ser complementado para reflejar el desarrollo y posibles cambios. Al culminar, se debe plasmar todos los cambios implementados en el transcurso del proyecto. Las consideraciones que deben ser actualizadas del PEB para confirmar son las siguientes:

- La responsabilidad y personas encargadas de la administración de información.
- Los recursos tecnológicos que se utilizará.
- La generación de información.
- La matriz de responsabilidades.

#### **4.2 Determinar la matriz detallada de responsabilidades del equipo de desarrollo**

La consultora debe elaborar la matriz detallada de responsabilidades, en la cual se debe detallar la información que será producida, qué información será intercambiada y con quién, y qué equipo de tarea será el responsable de la producción de información.

#### **4.3 Determinar los requisitos de intercambio de información de la consultora**

La consultora determina sus requisitos en cada proceso de licitación, detallando toda la información necesaria para los modelos que realizarán los equipos de desarrollo. Debido a esto, de acuerdo con la ISO19650, se debe de incluir lo siguiente:

- La definición de cada requisito de información.
- El LOD que se utilizará.
- Los criterios para la aceptación.
- Las fechas para la entrega de los hitos del proyecto
- Los recursos necesarios para entender y evaluar cada requisito de información

#### **4.4 Confirmar el Plan de Desarrollo de Información de Tareas (TIDP)**

Los equipos de desarrollos deben de establecer su TIDP donde se detalle cómo van a entregar la información producida. Estos detalles se proporcionan para cada contenedor que se presentará. El contenido mínimo de TIDP es el siguiente:

- Número de referencia
- Nombre del contenedor
- Descripción del contenedor
- Predecesores o dependencias
- Formato de entrega
- Identificación de la información que incluye código de inversión del proyecto, responsable, volumen, ubicación, tipo, disciplina y número
- Identificación del contenedor de información
- Hitos de trabajo incluyen parámetros, tiempo estimado de producción y el plazo

#### **4.5 Confirmar el Plan Maestro de Desarrollo de Información (MIDP)**

La consultora elabora el MIDP, no existe un contenido mínimo para este, debido a que es la recopilación del TIDP del equipo. Este debe de mantenerse actualizado con cualquier cambio en el TIDP, esto incluye las adiciones de TIDPs de nuevos equipos de desarrollos que se unan al equipo de desarrollo.

#### **4.6 Concluir los documentos de contratación de la consultora**

La entidad debe concluir con los documentos de la adjudicación de la consultora, esto incluye los EIR, el estándar de información, los protocolos, el Plan de Ejecución BIM y el MIDP de los equipos de desarrollo del proyecto.

#### **4.7 Concluir los documentos de contratación de las subcontratas**

La consultora debe concluir todos los documentos en la contratación de las subcontratas, estos deben ser los EIR, los estándares de información, protocolos, el Plan de Ejecución BIM y el TIDP de los equipos de desarrollo del proyecto.

### **5. Movilización**

#### **5.1 Movilizar recursos**

La consultora moviliza los recursos según el plan de movilización. Esto comprende la revisión del plan de movilización, de cada TIDP, así como las actividades realizadas por las personas capacitadas para la generación de información.

#### **5.2 Movilizar tecnología de la información**

La consultora moviliza los recursos, esto comprende la adquisición, implementación, configuración y testeado del software, hardware e infraestructura de la información, configuración y testeado de la CDE, entre otros.

#### **5.3 Verificar los métodos y procesos de generación de la información**

La consultora debe verificar los métodos y procesos de generación de información por los integrantes del equipo y se implemente correctamente. Esto contempla testear la accesibilidad a los contenedores y a la información que se encuentre dentro de ellos para asegurar que se pueda agregar los requisitos de seguridad para la administración de información confidencial.

### **6. Producción colaborativa de la información**

#### **6.1 Comprobar la disponibilidad de información de referencia y recursos para compartir**

Antes de empezar a generar información, cada equipo debe revisar que posean la accesibilidad necesaria a la información base y a los recursos para compartir dentro del entorno.

Si no es así, deberán informar a la parte designada principal para evaluar los impactos que se podrían producir en el TIDP.

## **6.2 Generar información**

La información será generada por cada equipo de tarea de acuerdo con su respectivo TIDP, para esto la generación de información debe de estar según los estándares y métodos y procesos de generación de información establecidos.

## **6.3 Realizar la comprobación de calidad de información**

El equipo debe realizar la comprobación de calidad de información, de acuerdo con lo establecido en los pasos anteriores. Por un lado, se comprueba que el contenedor de información esté de acuerdo con las normas o estándares de información del proyecto. Por otro lado, se revisa y aprueba la información a intercambiar de acuerdo con lo establecido.

## **6.4 Revisar la información y la aprobación para el intercambio**

El equipo debe de revisar la información y aprobarla para el intercambio, confirmando que se cumpla con los requisitos de información de la consultora, para que una vez aprobada pueda ser compartido en el entorno. De no ser satisfactoria la revisión, debe ser rechazado. Además, se debe informar los motivos por los que no se ha tenido éxito, así como de las modificaciones que debe de realizar el equipo de trabajo.

## **6.5 Revisar el modelo de información**

De acuerdo con los métodos y procesos para la generación de información se debe de revisar esta. Además, se planifica y revisa la información del modelo constantemente hasta ser autorizado por la consultora.

## **7. Entrega del modelo de información (proceso iterativo)**

### **7.1 Enviar los modelos para la aprobación a la consultora**

Previo al envío del a la Entidad, cada equipo de desarrollo debe enviar a la consultora los contenedores generados para su aprobación y autorización para posteriormente sean compartidos en la CDE.

## 7.2 Revisar la información y autorizar el modelo

La consultora debe revisar el modelo enviado por los equipos de desarrollo. Una revisión satisfactoria significaría que el modelo de información ha sido autorizado para que cada equipo de desarrollo presente los contenedores a la entidad. Mientras que, una revisión no satisfactoria significaría que el modelo de información ha sido rechazado, en este caso el equipo de desarrollo recibe instrucción para la modificación de su entregable para volver a presentar su información.

## 7.3 Enviar el modelo de información a la entidad pública para la autorización

Este es el siguiente paso en el procedimiento de otorgamiento del modelo a intercambiar con la entidad pública y su aceptación como información publicada. Esta presenta su información a través de la plataforma del proyecto.

## 7.4 Revisar y aprobar el modelo de información

La entidad debe revisar el modelo presentado, además verificar que la información se encuentre según los métodos y procesos de generación de información. Se debe evaluar que el modelo de información contenga lo indicado en el EIR, para esto se propone las siguientes preguntas que la Entidad debe de realizarse al momento de revisar se observan en la tabla 20:

*Tabla 20: Preguntas necesarias para la aceptación de los modelos de información*

Ítem	Descripción	Cumplió (Sí/No)
1	¿Los modelos cumplen con los EIR?	
2	¿Se respetaron los formatos de entrega? ¿Se entregaron en formato ifc los modelos?	
3	¿Los modelos geométricos cumplen con las tolerancias indicadas?	
4	¿El modelo está coordinado adecuadamente?	
5	¿El LOD corresponde a lo especificado en la fase del proyecto?	
6	Luego de haber utilizado software de identificación de interferencias, ¿el modelo posee interferencias entre las disciplinas involucradas?	
7	¿El modelo cumple con los estándares de información indicados?	

8	¿Se presentó toda la documentación correspondiente? ¿Memorias descriptivas, planos 2D, especificaciones técnicas?	
9	¿El modelo se puede utilizar para los fines previstos?	

*Nota. Elaboración propia, 2024*

Una revisión satisfactoria significaría que el modelo de información ha sido autorizado por la parte contrata para que sea publicado. Mientras que, una revisión no satisfactoria significaría un rechazo, en este caso la consultora recibe instrucción para la modificación de su entregable para volver a presentar.

## **8. Cierre de proyecto (fin de fase de desarrollo)**

### **8.1 Guardar el modelo de información del proyecto**

La entidad debe guardar la información del proyecto en la plataforma de uso común, luego del término del proceso y con los entregables con su respectiva aprobación, para que la información sea considerada para las siguientes etapas del proyecto.

### **8.2 Recoger lecciones aprendidas para futuros proyectos**

Por último, entidad y consultora deben recoger las lecciones obtenidas en el proyecto y archivarlas en una plataforma, con la finalidad de ser tomada en cuenta en proyectos posteriores de infraestructura hidráulica. Algunos criterios para considerarse en un ejercicio de lecciones aprendidas pueden ser las siguientes:

- Evaluar si el proyecto de inversión pública ha producido los resultados requeridos.
- ¿El proceso de contratación satisfizo a todos los involucrados?
- ¿La gestión del proyecto ha dado los resultados deseados?

## **5.2. DESARROLLO DEL PEB PRECONTRATO**

Además, el presente trabajo busca estandarizar y proponer el contenido para el Plan de Ejecución BIM (precontrato) del que se hizo mención en los requisitos de información en el proceso de Licitación que menciona el estándar internacional ISO 19650. Este PEB precontrato

sigue los lineamientos contemplados en el estándar BIM peruano, además se desarrolla de acuerdo con el estudio de preinversión del caso de estudio, por lo que para el llenado de los datos necesarios en dicho documento se utiliza los datos mencionados en el estudio. En primer lugar, en la tabla 21, se detallará brevemente la descripción general del caso de estudio utilizado:

*Tabla 21: Descripción general del proyecto.*

Ítem	Descripción general del proyecto	Información general del proyecto llenada por el postor
1	Nombre de la organización del postor	Consorcio ABC Consultora
2	Nombre de la inversión	Creación del servicio de protección ante peligro de inundaciones en ambas márgenes del río Huarmey, desde el sector Huamba hasta la salida al mar, en los distritos de Huarmey y Huayan de la provincia Huarmey – departamento de Ancash
3	Fase o etapa de la inversión	Formulación y evaluación
4	Código Unificado de la inversión	250191
5	Tipo de inversión	Infraestructura hidráulica del tipo de control de inundaciones y movimiento de masas
6	Ubicación de la inversión	Cuenca del río Huarmey
7	Entidad responsable de la inversión	MINAGRI

*Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021. (<https://acortar.link/2cwgms>)*

### **A. Aspectos generales del proyecto y del equipo**

En la tabla 22, se describen los aspectos generales tomando el caso de estudio, así como el alcance y objetivos del equipo de desarrollo que participarán en la realización de este estudio.

Tabla 22: Aspectos generales del proyecto

N°	Aspectos generales	Información desarrollada por el postor
01	Características de la inversión	- El área de estudio abarca aproximadamente 21,976 hectáreas con un total de 9080 habitantes como beneficiarios directos.
02	Alcance del equipo de desarrollo	-Elaborar el estudio de preinversión a nivel de estudio de preinversión
03	Objetivos del equipo de desarrollo	-Mejorar la provisión de calidad de recursos e infraestructura hidráulica en proyectos públicos para la población beneficiaria. -Acelerar los procesos de las inversiones durante las fases de formulación y evaluación mediante un entorno colaborativo.

Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.

(<https://acortar.link/2cwgms>)

Posteriormente, en la tabla 23, se describen las funciones de la administración de información BIM a realizar por el equipo de desarrollo, estas contemplan el proceso BIM, las actividades de gestión que se realizan, así como la información de los responsables.

Tabla 23: Actividades de gestión.

Proceso	Actividades de gestión de la información BIM	Persona a cargo	Equipo de desarrollo	Contacto
Contratación (Adjudicación)	Establecer el BEP del equipo de desarrollo.	Persona 1	Consorcio ABC Consultora	
	Confirmar la matriz de responsabilidad detallada	Persona 2	Consorcio ABC Consultora	
	Determinar los Requisitos de Información a intercambiar	Persona 2	Consorcio ABC Consultora	
	Establecer el/los Programa(s) de Desarrollo de Información de una Tarea (TIDP).	Persona 3	Consorcio ABC Consultora	
	Confirmar el Programa General de Desarrollo de la información (MIDP).	Persona 3	Consorcio ABC Consultora	
	Concluir la documentación para el perfeccionamiento del contrato del proveedor.	Persona 4	Consorcio ABC Consultora	
	Completar la documentación para la adjudicación de los subcontratistas.	Persona 5	Consorcio ABC Consultora	
Movilización	Movilizar recursos.	Persona 6	Consorcio ABC Consultora	
	Movilizar la tecnología de información.	Persona 6	Consorcio ABC Consultora	
	Testear los métodos y procesos de generación de información correspondientes.	Persona 6	Consorcio ABC Consultora	
Producción colaborativa de la información	Confirmar la disponibilidad de la información base y los recursos a compartir.	Persona 7	Consorcio ABC Consultora	
	Producir información.	Persona 8	Consorcio ABC Consultora	
	Elaborar el respectivo control de calidad.	Persona 9	Consorcio ABC Consultora	
	Revisar y autorizar la información a intercambiar.	Persona 7	Consorcio ABC Consultora	
	Revisar el modelo de información.	Persona 7	Consorcio ABC Consultora	
	Testear la disponibilidad de la información base y los recursos a compartir.	Persona 7	Consorcio ABC Consultora	

Entrega del modelo	Brindar el modelo de información para su aprobación.	Persona 10	Consortio ABC Consultora	
	Revisar y autorizar el modelo.	Persona 11	Consortio ABC Consultora	
	Brindar Modelo de Información para la aprobación de la entidad.	Persona 12	Consortio ABC Consultora	
	Revisar y autorizar el modelo de información.	Persona 13	Consortio ABC Consultora	
Cierre de proyecto	Guardar el Modelo de Información del Proyecto (PIM).	Persona 14	Consortio ABC Consultora	
	Compilar las lecciones aprendidas para futuros proyectos.	Persona 15	Consortio ABC Consultora	

*Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.*  
<https://acortar.link/2cwgms>

## B. Estrategia de difusión de información de los equipos

En la tabla 24, se plantean las estrategias de entrega de la información, esto comprende la determinación del objetivo general para la generación colaborativa del modelo, así como los objetivos alineados a los Usos BIM.

*Tabla 24: Objetivos de la gestión.*

Orden de prioridad	Objetivos de gestión de la información BIM	Usos BIM solicitados por la entidad pública
1	Administrar las especialidades involucradas mediante Modelos BIM para desarrollar modelo federado que permita la coordinación y entendimiento de la inversión.	Coordinación de la información
1	Prevenir sobrecostos y contratiempos a través de la detección de interferencias e incompatibilidades.	Detección de interferencias e incompatibilidades
2	Reunir y distribuir la documentación técnica de las especialidades incluyendo: planimetría, metrados, presupuestos, cronograma.	Elaboración de documentación
2	Generar metrados y presupuestos de las especialidades de manera precisa a partir de un modelo.	Estimación de cantidades y costos

*Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.*  
<https://acortar.link/2cwgms>

Además, en la tabla 25, se requiere plantear la estructura organizativa y composición del equipo de desarrollo del estudio en mención, esto contempla todas las especialidades en las que se trabaja para la elaboración del estudio.

*Tabla 25: Estructura organizativa del equipo de desarrollo*

Equipo de desarrollo	Responsable	Rol BIM del responsable	Contacto
Consortio ABC Consultora	Nombre 01	Coordinador BIM	
Consortio ABC Consultora	Nombre 02	Modelador BIM	
Consortio ABC Consultora	Nombre 03	Modelador BIM	
Consortio ABC Consultora	Nombre 04	Modelador BIM	
Hidrología Consultora	Nombre 05	Modelador BIM	

Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.  
(<https://acortar.link/2cwgms>)

También, se debe plantear la lista de recursos informáticos necesarios para la implementación BIM en el estudio de preinversión, esto requiere saber qué tipo de información se tendrá, el nombre del recurso informático, el formato y la versión, se aprecia en la tabla 26. Esto debe incluir, pero no se limita:

Tabla 26: Recursos informáticos mínimos

Tipo de información	Recurso informático	Formatos	Versión
Modelos hidráulicos	REVIT	.rvt/.ifc	2021
Modelos estructurales	REVIT	.rvt/.ifc	2021
Modelo arquitectónico	REVIT	.rvt/.ifc	2021
Metrados y estimación de costos	S10 / PRESTO	.s2k / .ebs	2019 / 2022
Cronograma	PRIMAVERA P06	.P6XML	2021

Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.  
(<https://acortar.link/2cwgms>)

Asimismo, mediante la siguiente figura 39 se muestra la estrategia de federación de los modelos a trabajar mediante los contenedores de información con las especialidades necesarias.

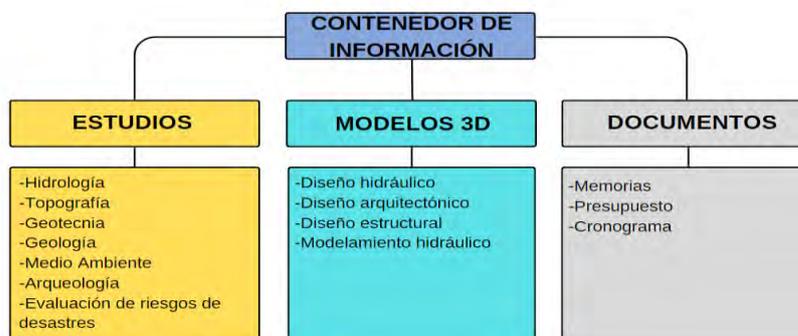


Figura 39: Estrategia de federación. Elaboración propia

A continuación, se debe de describir el listado de actividades que comprende el plan de movilización, que incluye las tareas a realizar, las responsabilidades, los equipos, plazos de entrega, así como comentarios adicionales, en la siguiente tabla 27:

Tabla 27: Listado de actividades de la movilización

N° Ref.	Actividad	Responsabilidades	Equipo de desarrollo	Plazos	Comentarios
Entorno Común de Datos (CDE)					

01	Elaborar la verificación del flujo de procesos de la CDE entre los actores involucrados	Llevar a cabo un testeo del correcto flujo de proceso del CDE entre los actores involucrados	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
02	Realizar el testeo de la seguridad del acceso a la CDE de los actores involucrados.	Ejecutar restricciones de acceso de acuerdo con las etapas del proyecto, asignar responsables de información.	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
<b>Recursos tecnológicos (Software &amp; Hardware)</b>					
03	Realizar la verificación del funcionamiento de los recursos tecnológicos (software y hardware)	Revisar que los equipos posean las actualizaciones competentes para el trabajo adecuado	Coordinador BIM/ Modelador BIM	Hasta 2 días	Las computadoras de escritorio y laptops deben de ser comprobados
04	Comprobar la capacidad y cantidad de los recursos tecnológicos	Comprobar el correcto funcionamiento de los recursos tecnológicos, así como el estado y su mantenimiento	Coordinador BIM/ Modelador BIM	Hasta 2 días	
<b>Estándares, métodos y procesos para la generación de información</b>					
05	Revisar las normas técnicas peruanas de todas las especialidades involucradas	Revisar que se cumplan las normas técnicas peruanas de las especialidades involucradas	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
06	Revisar la ISO 19650	Verificar que la gestión de la información esté alineada a la ISO 19650	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
07	Revisar guías nacionales BIM	Verificar que la gestión de la información esté alineada con las guías nacionales BIM	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
<b>Aptitudes y capacidades</b>					
08	Aseverar que los equipos de desarrollos son capaces de realizar sus tareas, de acuerdo con las Aptitudes y capacidades propuestas	Revisar el cumplimiento de los indicadores de Aptitudes y capacidades	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
09	Verificar que cada equipo de tarea siga poseyendo la capacidad necesaria	Realizar constantes evaluaciones de competencias a los equipos de desarrollos	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
<b>Capacitaciones progresivas</b>					
10	Realizar capacitaciones a los equipos de trabajo en administración de la información con BIM	Promover capacitaciones sobre los procesos y actividades en BIM	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
11	Realizar sesiones de trabajo acerca de nuevas metodologías de construcción y del uso adecuado de la CDE	Promover sesiones de trabajo sobre la importancia De un entorno colaborativo, uso de CDE, plataformas, entre otros.	Coordinador BIM	Hasta 2 días	
12	Realizar talleres de manejo de softwares	Promover talleres de manejo de softwares para una constante	Coordinador BIM	Hasta 2 días	

	BIM a los equipos de desarrollos	actualización a los equipos de desarrollo			
--	----------------------------------	---	--	--	--

*Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.*  
<https://acortar.link/2cwgms>

Por último, en la tabla 28, se define la forma de proporcionar el modelo de información, esto comprende la definición de los productos a entregar, así como su descripción, el equipo a cargo, el contenedor de información y el método de cómo se proporciona dicho entregable.

*Tabla 28: Estrategia de difusión de entregables.*

Entregable	Descripción del entregable	Equipo de tarea	Contenedor de información	Método de entrega
Entregable 01	1. Modelo 3D de enrocados y diques 2. Planos: Perfil y detalles	Consorcio Consultora ABC	1. Formato .rvt 2. Formato .dwg y .pdf	CDE
Entregable 02	1. Modelo 3D de muros de contención 2. Planos: Perfil y detalles	Consorcio Consultora ABC	1. Formato .rvt 2. Formato .dwg y .pdf	CDE
Entregable 03	1. Modelo 3D de arquitectura paisajista 2. Planos: Perfil y detalles	Consorcio Consultora ABC	1. Formato .rvt 2. Formato .dwg y .pdf	CDE
Entregable 04	1. Modelo 3D federado 2. Modelo de coordinación y simulación	Consorcio Consultora ABC	1. Formato .sql 2. Formato .nwd y .nwc	CDE
Entregable 05	1. Metrados 2. Presupuesto 3. Cronograma	Consorcio Consultora ABC	1. Formato .xlsx y .pdf 2. Formato .s2k, .ebs y pdf 3. Formato .p6xml	CDE

*Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.*  
<https://acortar.link/2cwgms>

### C. Propuesta de modificación o adición de normas de información

Se define la propuesta de modificación o adición de normas de información para los entregables mencionados en la sección anterior. En primer lugar, se parte por las normas establecidas por la entidad y si se realiza o no una modificación de estas, en la tabla 29, se puede observar lo siguiente:

*Tabla 29: Reestructuración o adición de normas de información*

	Normas, estándares, métodos y procedimientos	Descripción	Sustento de modificación o adición
Propuestas por la entidad pública	Guía Nacional BIM Perú	Documento para definir y estandarizar los términos referidos a la administración de BIM en el proyecto.	

*Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.*  
<https://acortar.link/2cwgms>

Después, se debe de definir la nomenclatura para la identificación de los contenedores de información, estos códigos pueden ser requeridos u opcionales por parte del postor, en la tabla 30 se describe el contenido. Esto debe incluir, pero no se limita:

Tabla 30: Nomenclatura de la información.

Convenios de identificación	Obligación	Código	Descripción
Código de inversión	Requerido	2501291	2501291
Originador	Requerido	CABC001	Consorcio ABC
Tipo de documento	Requerido	M3	Modelo 3D
		P2	Planos 2D
		PD	Planos detalles
		PU	Planos de ubicación y localización
		MD	Memorias descriptivas
Disciplina	Requerido	ET	Especificaciones técnicas
		ES	Estructura
		AR	Arquitectura
Número de archivo	Requerido	IS	Instalaciones Sanitarias
		0001	Modelo 3D número 0001
		0002	Plano 2D número 0002

Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.  
(<https://acortar.link/2cwgms>)

También, en la tabla 31, se fijan los aspectos del contenedor de información y los requisitos de calidad que estos deben poseer para su aceptación. Esta información debe ser comprendida por todos los involucrados, así como debe ser administrada en el entorno. Esto debe incluir, pero no se limita.

Tabla 31: Requisitos de calidad

Aspecto del contenedor de información	Requisitos de calidad
Modelo de información	Los modelos de información compartidos deben de respetar la convención de los contenedores de información establecidos.
	El modelo 3D y los planos 2D están actualizados y que la información 2D haya sido obtenida del modelo 3D.

Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.  
(<https://acortar.link/2cwgms>)

Asimismo, en la tabla 32, se definen los métodos y procesos para generar información, esto incluye estrategias de coordinación entre las especialidades que contemplan el estudio de preinversión, además la detección y resolución de interferencias de estas. Esto debe incluir, pero no se limita.

Tabla 32: Métodos para la detección de interferencias

Actividades para la detección y resolución de interferencias	Descripción
Evaluar tolerancia de interferencias	La entidad proporcionará la lista de tolerancia a interferencias. Cada Equipo de trabajo aportará sus conjuntos de interferencias y tolerancias requeridas.
Cargar los modelos en el CDE	Cada equipo de trabajo es responsable de cargar una versión actualizada de los modelos de información.
Federación de los modelos	La consultora debe federar los modelos para la detección de interferencias.
Elaborar pruebas para la detección de interferencias	La consultora importará y ejecutará la lista de tolerancia
Evaluación y subsanación de interferencias	Durante las sesiones, la consultora evaluará los resultados de los choques y asignará acciones de acuerdo con el propietario.
Seguimiento de la acción y compartir	Los asignados deben solucionar las interferencias encontradas.
Reporte de la resolución de interferencias	La documentación de progreso de las interferencias serán elaborados por la consultora para su revisión en los talleres de coordinación.

Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.

(<https://acortar.link/2cwgms>)

Además, se debe de fijar los rangos de tolerancia y la evaluación de interferencias entre las especialidades que comprenden este estudio de preinversión, estos se definen de la siguiente manera en la tabla 33.

Tabla 33: Tolerancia propuesta en disciplinas

Elementos del modelo	Tipo	Tolerancia
Enrocado y diques	Fuerte	+/-30 mm
Enrocado y muros de contención	Fuerte	+/-30 mm

Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.

(<https://acortar.link/2cwgms>)

Por último, en la tabla 34, se definen los requisitos de seguridad, esto quiere decir los permisos que poseen los equipos de trabajo con el manejo de la información BIM que se posee en el proyecto.

Tabla 34: Requisitos de seguridad

Código del nivel de seguridad	Visible al equipo de desarrollo	Protegido por contraseña	Visible al equipo del proyecto	Información descargable
L01	X		X	X

Nota. La información fue adaptada del Instructivo del Formato N°05, MEF, 2021.

(<https://acortar.link/2cwgms>)

## CAPÍTULO 6. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE TÉRMINO DE REFERENCIA BIM MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DELPHI

En el presente trabajo, se realizará la validación de la guía de desarrollo de Términos de Referencia BIM en proyectos de servicios de sistemas de protección contra inundaciones y movimientos de masa planteada. En la figura 40, se muestra la metodología Delphi empleada.

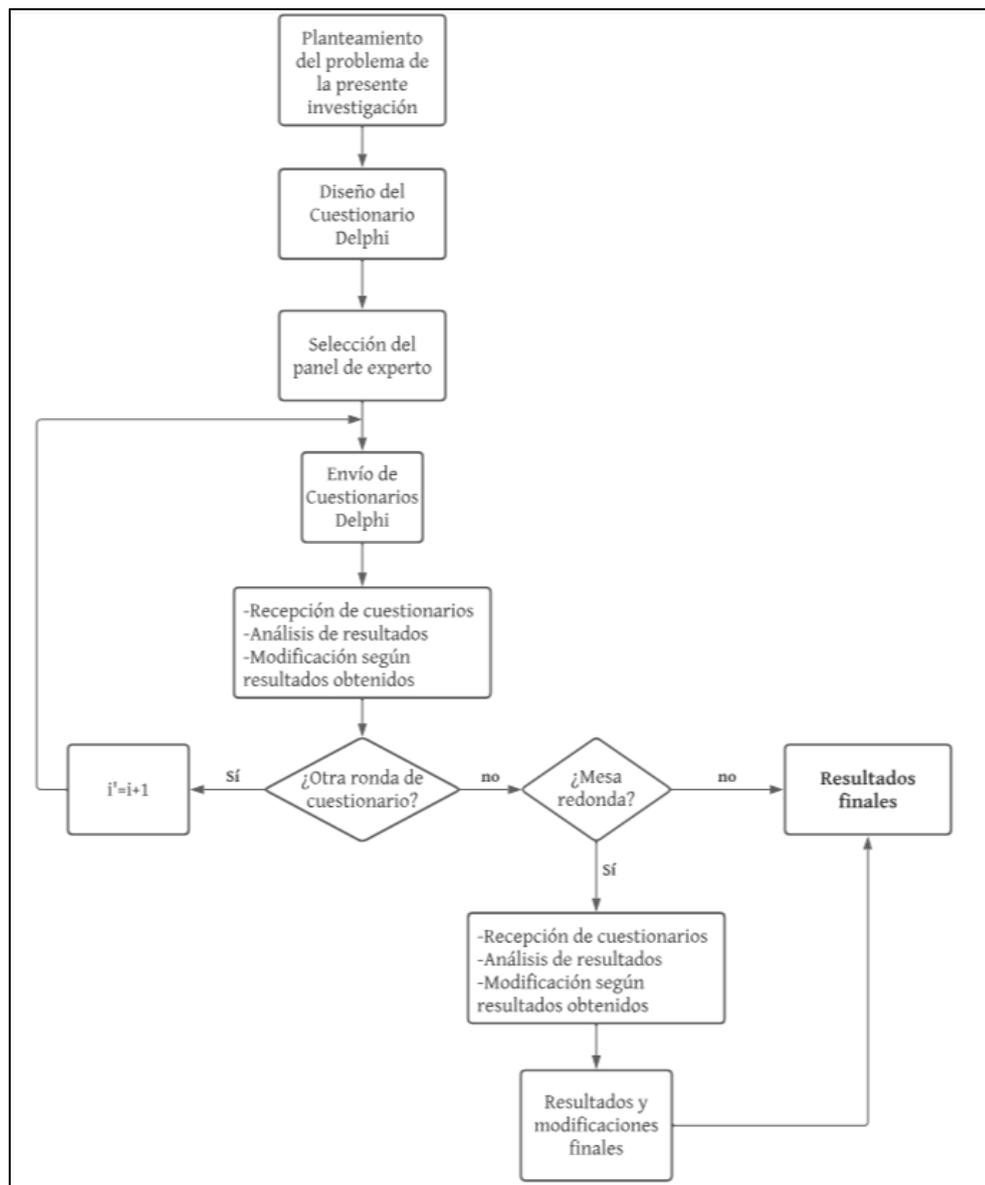


Figura 40: Metodología a utilizar en el método Delphi. Elaboración propia.

### **6.1. ETAPA 1: FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DEL PRESENTE TRABAJO**

En esta sección, se detalla el proceso método Delphi para aceptar la guía de desarrollo de Términos de Referencia BIM mediante un juicio de expertos para el proyecto de servicios de protección contra inundaciones.

### **6.2. ETAPA 2: DISEÑO DEL FORMULARIO DELPHI**

El formulario Delphi fue elaborado en dos bloques: Las ocho actividades de la gestión de la información de la ISO 19650 y el PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional. El primer bloque fue elaborado para evaluar a los expertos sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo sobre las actividades a realizar por la Entidad pública de acuerdo con las ocho actividades de administración de la información de la ISO 19650 mediante la escala de Likert del 1 al 5 donde *(1) Totalmente en desacuerdo* y *(5) Totalmente de acuerdo* (Quito, 2024). Se plantearon catorce preguntas sobre los métodos y procesos de generación de la información.

Finalmente, el segundo bloque del formulario propone a que se califiquen mediante la misma escala del bloque anterior el grado de aceptación de las actividades a colocar en el PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional. Dicho formulario diseñado se presenta en el Anexo B.

### **6.3. ETAPA 3: PANEL DE EXPERTOS**

Se encuentra formado por cuatro (04) profesionales que poseen más de diez (10) años de experiencia en el sector construcción, tres (03) años de experiencia específica utilizando BIM en infraestructura pública, tales como los servicios de sistemas de protección contra inundaciones, siendo gerentes y/o jefes BIM, así como estudios de maestría y específicos de implementación BIM, debido a que la propuesta está alineada a dicha metodología.

#### **6.4. ETAPA 4: ENVÍO DE FORMULARIOS Y RECOPIACIÓN DE RESULTADOS DE LA PRIMERA RONDA**

Luego de haber elaborado el formulario, se envió este a cada uno de los cuatro expertos involucrados para la respectiva validación, explicándoles detalladamente la finalidad de la presente investigación. Después de algunos días, se recibieron las respuestas y se procedió con la interpretación y análisis de estas mediante gráficos.

#### **6.5. ETAPA 5: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA RONDA**

Se busca analizar las respuestas obtenidas en los cuestionarios entregados con la finalidad de mostrar gráficamente los resultados y obtener la validación correspondiente de la propuesta.

##### **6.5.1. Bloque 01: Ocho (08) actividades de gestión de la información de la ISO 19650**

Con la finalidad de evaluar los métodos y procesos de generación de la información de la Entidad pública se plantearon catorce preguntas mediante la escala descrita anteriormente. Para un mejor entendimiento del análisis, estas catorce preguntas se dividirán en tres secciones de cinco, cinco y cuatro preguntas cada una. En esta primera sección, la primera afirmación fue si el experto considera adecuado que un Término de Referencia BIM provenga del desarrollo de las 08 actividades de gestión de la información de la ISO 19650 y del PEB precontrato alineado a la Guía BIM Perú, la cual el 50% está *algo de acuerdo*, asimismo el 50% faltante como *totalmente de acuerdo*. Los resultados de las siguientes cuatro afirmaciones se pueden observar en la figura 41.

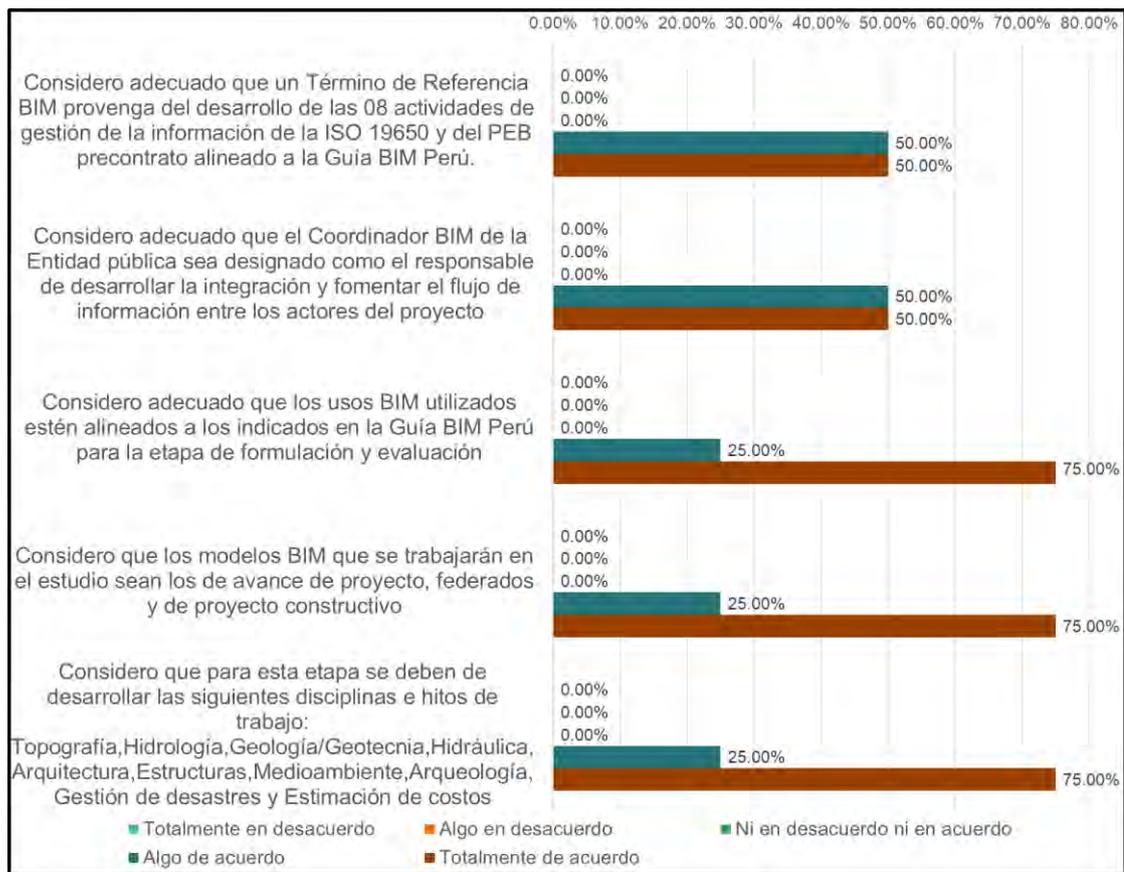


Figura 41: Primera sección de afirmaciones del primer bloque. Elaboración propia.

En esta segunda sección, se poseen las siguientes cinco afirmaciones, la sexta de ellas fue si considera adecuado los siguientes Requisitos de Información: Información 2D y 3D de las condiciones existentes, Diseño conceptual de las especialidades involucradas y documentación 2D, Gestión de interferencias y Estimación de costos, a lo que el 50% de los expertos se encuentra *algo de acuerdo*, mientras que el 50% faltante como *totalmente de acuerdo*. Las respuestas de las siguientes cuatro afirmaciones se pueden observar en la figura 42.

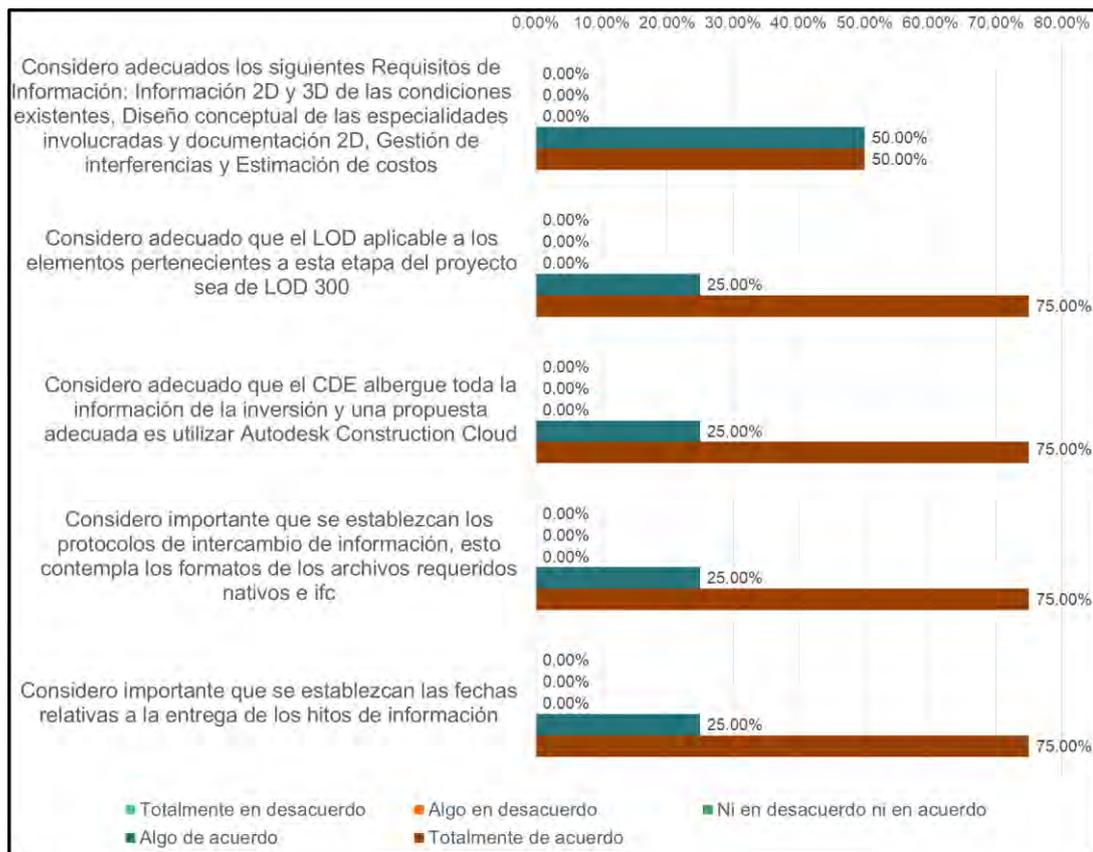


Figura 42: Segunda sección de afirmaciones del primer bloque. Elaboración propia.

Finalmente, en esta tercera sección, se poseen las siguientes cuatro afirmaciones restantes, la décimo primera de ellas fue si considera que los requisitos y criterios de evaluación de la respuesta a la licitación debe de contemplar el PEB Precontrato, las aptitudes y capacidades del equipo, la movilización y los riesgos, a lo que el 25% de los expertos se encuentra *algo de acuerdo*, mientras que el 75% restante como *totalmente de acuerdo*. En la figura 43, se muestra la totalidad de afirmaciones.

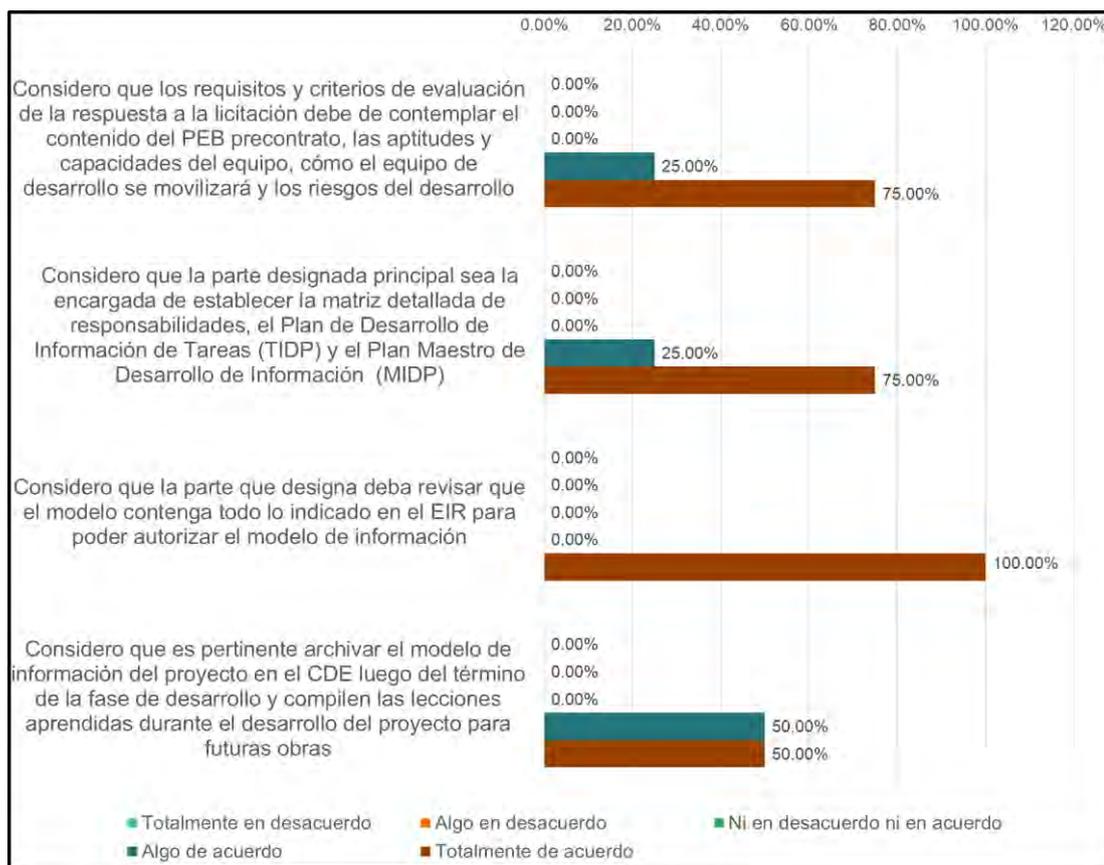


Figura 43: Tercera sección de afirmaciones del primer bloque. Elaboración propia.

Basándonos en los resultados obtenidos en estas tres secciones que forman el Bloque 01 del formulario se puede concluir que todas las afirmaciones fueron clasificadas dentro de la gama *algo de acuerdo* y *totalmente de acuerdo* sumando ambos la totalidad del porcentaje.

### 6.5.2. Bloque 02: PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional

Con la finalidad de evaluar las actividades a colocar en el PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional se plantearon ocho preguntas mediante la escala descrita anteriormente. Para un mejor entendimiento del análisis, estas ocho preguntas se dividirán en dos secciones de cuatro preguntas cada una. En la primera sección, la primera afirmación fue si considera que el PEB precontrato debe de incluir los responsables, estrategias de información, matriz de responsabilidades, requisitos de calidad y propuestas adicionales, 25% de los expertos se

encuentra *algo de acuerdo*, mientras que el 75% faltante como *totalmente de acuerdo*. La segunda afirmación fue si considera que el PEB Precontrato indique la prioridad de los objetivos de gestión de información BIM y a qué está alineado según lo que solicita la parte que designa, donde se obtuvo que el 25% considera que su postura es *ni en desacuerdo ni en acuerdo*, el otro 50% indica que está *algo de acuerdo*, mientras que el 25% restante afirma que está *totalmente de acuerdo*. Los resultados de las siguientes dos afirmaciones se pueden observar en la figura 44.

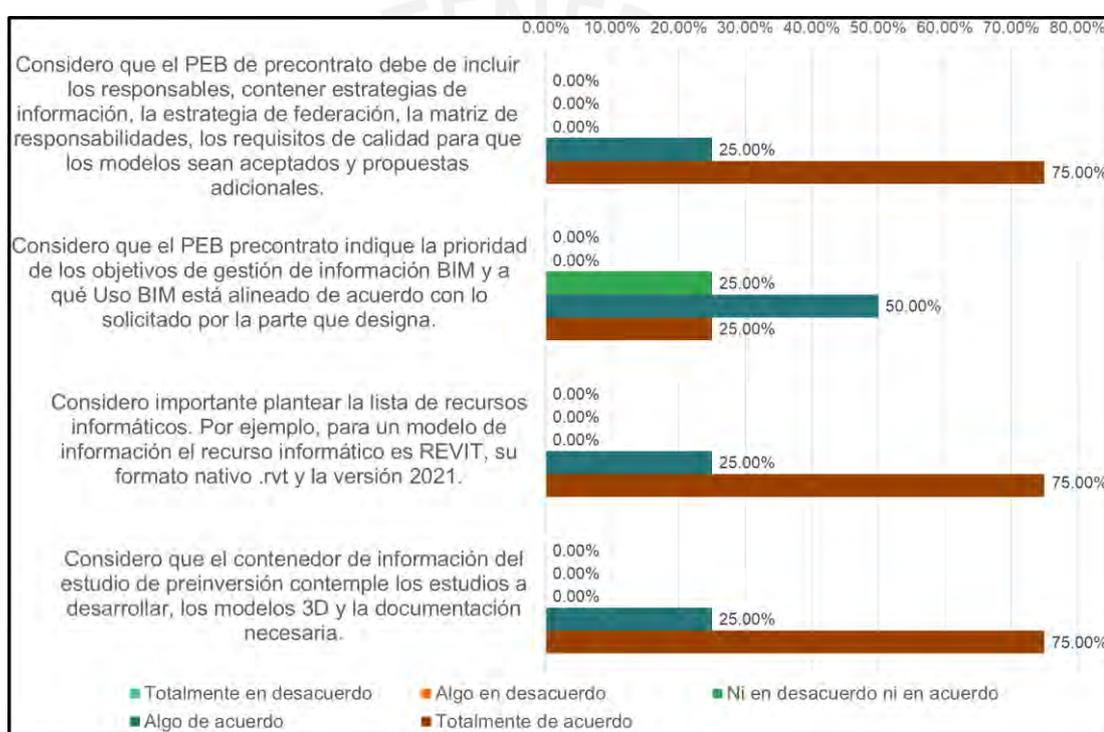


Figura 44: Primera sección de afirmaciones PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional.

Elaboración propia.

Finalmente, en esta segunda sección, se poseen las siguientes cuatro afirmaciones restantes, la quinta de ellas fue si considera que el plan de movilización debe de contener las actividades, responsabilidades, equipos, plazos de entregas y comentarios con referencia al CDE, recursos tecnológicos, métodos y procesos de generación de información y capacitaciones, a lo que el 75% de los expertos se encuentra *algo de acuerdo*, mientras que el

25% restante como *totalmente de acuerdo*. Los resultados de las últimas tres afirmaciones se pueden observar en la figura 45.

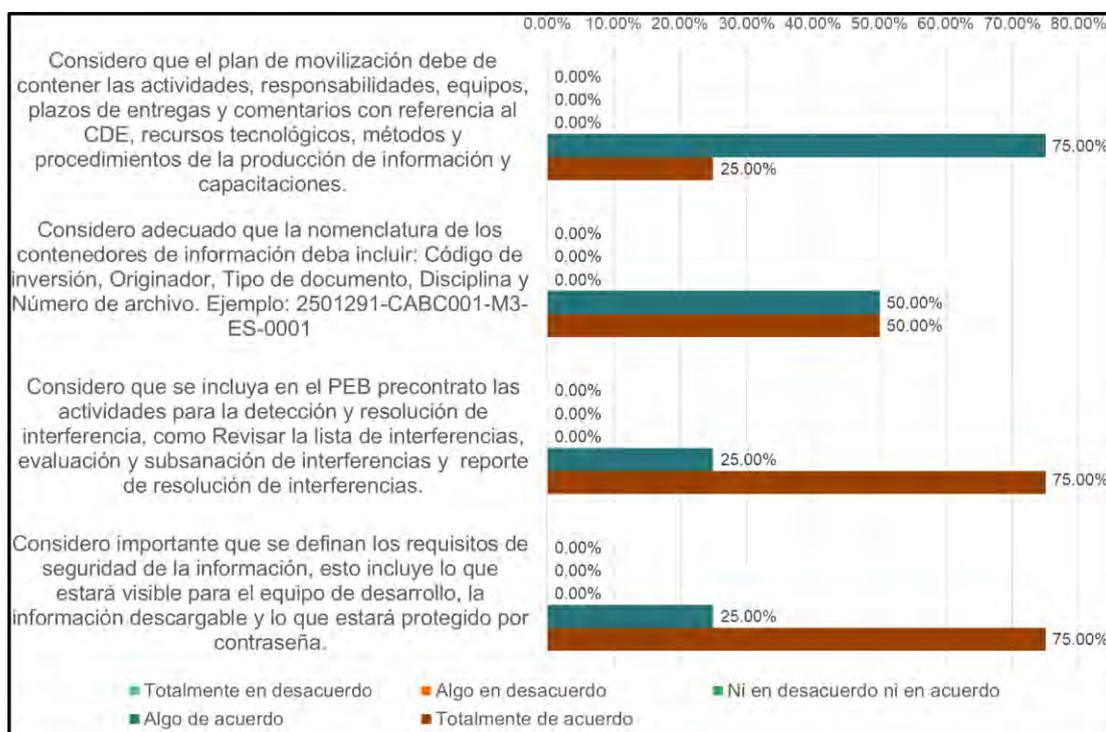


Figura 45: Segunda sección de afirmaciones PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional.

Elaboración propia.

Basándonos en los resultados obtenidos en estas dos secciones que forman el Bloque 02 del cuestionario se puede observar que siete de las afirmaciones fueron clasificadas dentro de la gama *algo de acuerdo* y *totalmente de acuerdo* sumando ambos el 100%. Solo una interrogante no ha sido clasificada dentro de esa gama, por lo que se procederá con la segunda ronda con la finalidad de lograr el consenso.

## 6.6. ETAPA 6: RETROALIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS PROPORCIONADAS DE LA SEGUNDA RONDA

De acuerdo con los resultados de la primera ronda del formulario, es necesario realizar una segunda ronda con los mismos expertos, con la finalidad de lograr un consenso en la

totalidad de afirmaciones. En esta segunda ronda solo se consideró el Bloque 02 y la afirmación que no logró el consenso en la primera ronda. El planteamiento de diseño del cuestionario para la segunda ronda se encuentra en el Anexo C.

### 6.6.1. Bloque 02: PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional

Con la finalidad de lograr el consenso en las actividades a colocar en el PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional se replanteó la pregunta mediante la escala descrita anteriormente. Esta afirmación de la figura 46 fue si considera que el PEB precontrato mencione los objetivos de gestión de información BIM indicando el orden de prioridad de implementación, así como a qué Usos BIM está alineado de acuerdo con lo solicitado por la Entidad pública, a lo que el 100% de expertos indicó que está *totalmente de acuerdo*.

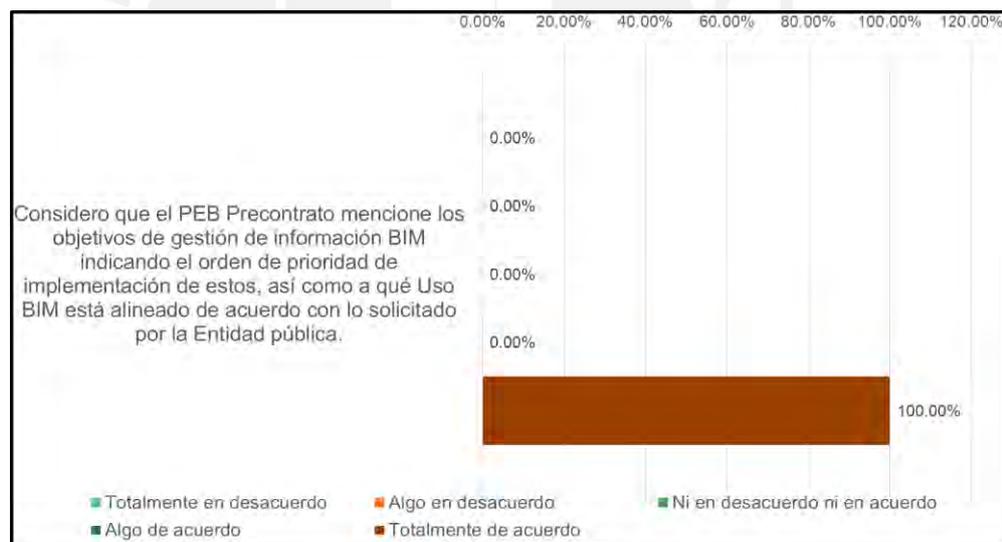


Figura 46: Segunda ronda de afirmaciones PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional.

*Elaboración propia.*

Basándonos en los resultados obtenidos en esta segunda ronda del Bloque 02 del cuestionario se puede observar que la afirmación ha sido clasificada dentro de la gama *totalmente de acuerdo*. Por lo que, si se juntan los resultados de la primera y segunda ronda,

podemos asumir que los expertos determinan que están *algo de acuerdo y totalmente de acuerdo*, ambos suman el 100%, sobre la propuesta de Término de Referencia BIM.

### **6.7.ETAPA 7: FINALIZAR EL CONSENSO**

La propuesta de guía de desarrollo de Término de Referencia BIM basada en la ISO 19650 fue ratificada por los expertos, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos tras dos rondas consecutivas de cuestionarios Delphi, el 100% determinó estar *algo de acuerdo y totalmente de acuerdo*. Por lo que, este resultado indica que no es necesario modificar la propuesta elaborada.

Por lo tanto, se puede concluir que dicha propuesta se encuentra correctamente elaborada y puede ser utilizada como referencia para que cualquier entidad que desee implementar ese Término de Referencia BIM para obras hidráulicas con esta nueva metodología y enfoque colaborativo para obtener mejores resultados en la inversión.

## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

- Existen una diversidad de barreras para la adopción BIM en los proyectos de alta complejidad en la etapa de preinversión principalmente como la resistencia al cambio, falta de personal capacitado según estudios existentes. Para identificar las verdaderas barreras de adopción BIM se realizó una encuesta, la cual fue enviada a 12 profesionales, entre ingenieros (as) civiles y arquitectos (as), especialistas en Gestión BIM, los que en promedio poseen entre 1 a 5 años de experiencia utilizando esta metodología en proyectos públicos. Se obtuvo el siguiente orden de barreras de adopción BIM que los profesionales consideran son los que limitan una implementación exitosa, las cuales se presentan en orden descendente. La primera barrera de adopción es la falta de comprensión sobre la metodología BIM en la entidad pública que desea implementar estas nuevas tecnologías. La segunda barrera es la oposición que existe en el sector público a las nuevas tecnologías (resistencia al cambio). La tercera es la falta de estándares, guías, protocolos nacionales que ayuden a la implementación BIM. La cuarta es la falta de personal capacitado en esta metodología que existe en las entidades públicas. Por último, la quinta barrera de adopción es el alto costo de implementación de BIM. Es importante el diagnóstico de dichas barreras al momento de adoptar BIM en una entidad pública, ya que se debe de tomar en cuenta para encontrar soluciones e impulsores para una correcta implementación.
- De acuerdo con el Plan BIM Perú para el año 2030 se debe emplear BIM en proyectos del sector público a nivel nacional, esto implica la utilización de estándares para una adecuada implementación, por lo que ha sido necesario el análisis de la Guía BIM

Nacional, ya que facilita la gestión de información para proyectos públicos en el país, a su vez esta guía está alineada a las partes 01 y 02 de la ISO 19650, debido a que están orientadas hacia las fases de diseño y construcción de un proyecto. De acuerdo con el análisis de ambos documentos, se ha propuesto una guía de Términos de Referencia BIM, enfocada principalmente en proyectos de protección contra inundaciones y movimientos de masa. La propuesta consiste inicialmente en la descripción de las ocho actividades de gestión de la información de la ISO 19650. La primera actividad: Evaluación de las necesidades; la segunda actividad: El proceso de licitación; la tercera actividad: La respuesta a la licitación; la cuarta actividad: El proceso de contratación (adjudicación); la quinta actividad: La movilización de recursos; la sexta actividad: La generación colaborativa de la información; la séptima actividad: Entrega del modelo de información y la octava actividad: El cierre del proyecto. Asimismo, cada actividad se encuentra compuesta una serie de actividades secundarias. Finalmente, en la propuesta, se desarrolla el PEB Precontrato descrito anteriormente en la tercera actividad con la finalidad de establecer las estrategias de entrega.

- De acuerdo con los resultados de la encuesta elaborada en el capítulo 04, se obtuvo que solo un 17% ha utilizado BIM en infraestructura hidráulica, además que solo el 33% de estos ha utilizado esta metodología en la fase de preinversión. Asimismo, la principal barrera de adopción BIM es la falta de comprensión de esta; por lo tanto, tomando como base lo mencionado, en el presente trabajo se propone el desarrollo de una guía de Término de Referencia BIM para proyectos públicos del tipo de servicios de sistemas de protección contra inundaciones y movimientos de masas en la etapa de preinversión en base al estándar ISO 19650. La propuesta planteada consiste en la unión de las ocho actividades de gestión de la información de la ISO 19650, a fin de determinar los

procesos de generación de la información a realizar por una Entidad pública y el PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional con lo que la parte que designa establece las actividades mínimas que deben de realizar los postores al momento de participar en la etapa de licitación.

- Por último, se evaluó la validación de la propuesta de Término de Referencia BIM usando el método Delphi. Esto contempló la elaboración de dos rondas de formularios a cuatro expertos en la metodología y en obras hidráulicas con más de 10 años de experiencia laboral y con mínimo de estudios de maestría. La primera ronda estuvo compuesta por dos bloques de preguntas: las ocho actividades de gestión de la información de la ISO 19650 y el PEB Precontrato alineado a la Guía BIM Nacional. En esta primera encuesta, en el primer bloque se obtuvo una aceptación general de las actividades a realizar por la Entidad pública al 100% de *algo de acuerdo* y totalmente *de acuerdo*. Sin embargo, en el segundo bloque, no se obtuvo el consenso del 100% en las afirmaciones, por lo que se procedió con la realización de la segunda ronda. Por esta razón, se reformuló la afirmación en mención en este segundo cuestionario, obteniéndose una aceptación general del 100% de *algo de acuerdo* y totalmente *de acuerdo* en las actividades que se deben de colocar en el PEB Precontrato. Se puede concluir, de acuerdo con los resultados, que la propuesta se encuentra correctamente planteada y puede servir como guía para que cualquier entidad que desee implementarlo.

## 7.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda poner en práctica la propuesta de Términos de Referencia BIM presentada en el capítulo 05 en proyectos de infraestructura pública en el estudio de preinversión con el objetivo de establecer un entorno colaborativo de trabajo, así

mejorar los procesos de administración de entrega de información. Asimismo, se recomienda que la Entidad pública que decida ejecutar la propuesta elaborada en el presente trabajo de investigación contrate a una consultora experta en la gestión BIM para liderar todo el proceso. Esta consultora experta será la encargada y responsable de confirmar los métodos y procesos de generación de información, de los cuáles el más importante es la confirmación del PEB.

- Según los resultados obtenidos en el formulario, para obtener las principales barreras de adopción BIM, si bien se adoptaron cinco principales barreras para la implementación de esta metodología, la muestra de doce ingenieros civiles y arquitectos con experiencia de entre 01 a 05 años utilizando BIM en proyectos públicos es reducida, ya que solo participaron especialistas que hayan laborado en estos proyectos de inversión pública. Sin embargo, esta investigación puede realizarse a un grupo más amplio del ámbito de la construcción, tales como proveedores, subcontratistas, entre otros. Con la finalidad de poder obtener mayor comprensión de las barreras que existen para adoptar BIM en los proyectos públicos desde diversos niveles del sector construcción.
- En la presente tesis, se brinda la propuesta de Términos de Referencia BIM para proyectos públicos de servicios de protección contra inundaciones alineado a la ISO 19650 con las actividades que la Entidad pública debe de solicitar en sus requisitos de información. Sin embargo, no se profundiza en la investigación en las actividades de la consultora y subcontratas. Por lo que, se recomienda a la Entidad pública que decida utilizar esta propuesta utilizar los lineamientos de la ISO 19650 y la Guía BIM Nacional Perú para obtener una comprensión más completa de la gestión de la información que deben de realizar dichas partes para los procesos de gestión de información.

- Se recomienda que las guías o normas para la adopción BIM estén alineados al estándar internacional ISO 19650 y a la Guía BIM Nacional Perú, debido a que este estándar provee los términos y directrices para el manejo del desarrollo de información para una eficiente y efectiva adopción de BIM en los proyectos.
- Se recomienda seguir impulsando la metodología BIM en los proyectos de inversión pública a través de capacitaciones constantes al personal de trabajo de la entidad pública, así como impulsar esto en las universidades. También establecer programas piloto para constatar los beneficios y dificultades del uso de BIM, además establecer plataformas colaborativas en las que se ejemplifique esta metodología posicionándolo en las entidades públicas.



## BIBLIOGRAFÍA

- AIA (2008). AIA Document E202-2008 building information modeling protocol exhibit, Washington, DC 20006-5292, the American Institute of Architects (AIA).
- Arnao, R. (2011). La eficiencia en la gestión pública: “*El caso de la gestión de inversión pública en el Perú*”. Lima: Serie de Investigaciones 6: Universidad Católica Sedes Sapientae.
- Chachere, J. M., Kunz, J. y Levitt, R. (2009). The role of reduced latency in integrated Concurrent Engineering. *CIFE, WP,116*. Extracts at <https://stacks.stanford.edu/file/druid:bd089dx8723/WP116.pdf>
- Computer Integrated Construction Research Program (2013a). *BIM Planning Guide for Facility Owners Version 2.0*, University Park, PA, USA, The Pennsylvania State University.
- Foro Económico Mundial. (2017). *The Global Competitiveness*. Report 2017-2018 (Foro Econó). Extracts at <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>
- Foro Económico Mundial. (2019). *The Global Competitiveness*. Report 2019 (Foro Econó). Extracts at <https://es.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2019>
- Giang, D. y Pheng, L. (2015). *Critical factors affecting the efficient use of public investments in infrastructure in Vietnam*. Journal of Infrastructure Systems, 21 (3), 05014007. Extracts at [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000243](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000243)
- Gurevich, U., Sacks, R. y Shrestha, P. (2017) *BIM adoption by public facility agencies: impacts on occupant value*, Building Research and Information, 45(6), 610-630. Doi: <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1289029>

- Gurgun, A. y Touran, A. (2014). *Public-private partnership experience in the international arena: Case of Turkey*. Journal of Management in Engineering, 30(6), 04014029. Extracts at [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000213](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000213)
- Hee Min, J., Jang, W., Heon Han, S. y Kim, D. (2018). *How Conflict Occurs and What Causes Conflict: Conflict Analysis Framework for Public Infrastructure Projects*. American Society of Civil Engineers. Doi: [https://doi-org.ezproxybib.pucp.edu.pe/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000625](https://doi-org.ezproxybib.pucp.edu.pe/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000625)
- International Organization for Standardization. (2018a). *BS EN ISO 19650-1*, Organization and Digitization of Information About Buildings and Civil Engineering Works, Including Building Information Modelling (BIM) – Information Management Using Building Information Modelling – Part1: Concepts and Principles. ISO, Geneva, Switzerland. Extracts at <https://www.iso.org/standard/68078.html>
- International Organization for Standardization. (2018a). *BS EN ISO 19650-2*, Organization and Digitization of Information About Buildings and Civil Engineering Works, Including Building Information Modelling (BIM) – Information Management Using Building Information Modelling – Part2: Delivery Phase of the Assets. ISO, Geneva, Switzerland. Extracts at <https://www.iso.org/standard/68080.html>
- Kreider, R. y Messner, J. (2013). *The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses Version 0.9*. University Park, PA, USA.
- Landeta, J. (1999). *El método Delphi. Una técnica de previsión del futuro*. Ed. Ariel, Barcelona, 1999. p. 32.
- Liu, S. Xie, B., Tivemdal, L. y Liu, C. (2015). *Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry*. International Journal of Marketing Studies, 7(6), 162. Doi: <http://dx.doi.org/10.5539/ijms.v7n6p162>

National Institute of Building Sciences. (2017). National BIM Guide for Owners. Washington, D.C., United States.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). Decreto Supremo N°237-2019-EF. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 28 de julio de 2019.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). Decreto Supremo N°289-2019-EF. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 08 de septiembre del 2019.

Ministerio de Economía y Finanzas (2019). Plan de implementación y hoja de ruta del Plan BIM-Perú. *Invierte.pe*. Obtenido de: <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). Estudio de Preinversión a nivel de perfil del proyecto: “Creación del Servicio de protección ante peligro de inundaciones en ambas márgenes del río Huarmey, desde el sector Huamba hasta la salida al mar, en los distritos de Huarmey y Huayan de la provincia de Huarmey – Departamento de Ancash.” CUI:2501291. Obtenido de: <https://ofi5.mef.gob.pe/ssi/Ssi/Indexm>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). Resolución Directoral N°007-2020-EF/63.01. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 08 de agosto del 2020.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). Guía Nacional BIM. Gestión de la información para inversiones desarrolladas en BIM. Versión 1. *Invierte.pe*. Obtenido de: [https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia\\_nacional\\_BIM.pdf](https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). Guía Nacional BIM. Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM. *Invierte.pe*. Obtenido de: <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/4035069-0003-2023-ef-63-01>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). Instructivo del Formato N°05: Registro del Plan de Ejecución BIM -BEP. *Invierte.pe*. Obtenido de:

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/anexos/instructivo\\_formato5\\_RD000\\_5\\_2021EF6301.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/instructivo_formato5_RD000_5_2021EF6301.pdf)

Prado, G. (2018). *Determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en proyectos públicas de construcción*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/13009>

Presidencia del Consejo de Ministros. (2021). *Guía BIM para Infraestructura Hidráulica para el control de inundaciones y drenaje*. Autoridad para la Reconstrucción de cambios. Dirección de Soluciones Integrales. Junio 2021.

Quito, J. (2024). *Propuesta metodológica de implementación IPD y Contratos NEC 3 para una constructora mediana del Perú*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/28013>

Rudden, K. (2019). *BIM and ISO 19650 from a project management perspective*. European Federation of Engineerin Consultancy Associations

Succar, B. (2009). *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

UK BIM Framework. (2020). *Information management according to BS EN ISO 19650 Guidance Part 2: Processes for Project delivery*. Recuperado de

[https://www.ukbimframework.org/wp-content/uploads/2021/02/Guidance-Part-2\\_Parties-teams-and-processes-for-the-delivery-phase-of-assets\\_Edition-6.pdf](https://www.ukbimframework.org/wp-content/uploads/2021/02/Guidance-Part-2_Parties-teams-and-processes-for-the-delivery-phase-of-assets_Edition-6.pdf)

Universidad del Biobío. (2013). *Términos de referencia, uso de modelos BIM*. Dirección de arquitectura MOP. Chile. De [https://arquitectura.mop.gob.cl/bim/Documents/18-06-05-TERMINO%20DE%20REFERENCIA%20BIM%20DA\\_PCR\\_E.pdf](https://arquitectura.mop.gob.cl/bim/Documents/18-06-05-TERMINO%20DE%20REFERENCIA%20BIM%20DA_PCR_E.pdf)

Vilutiene, T., Sarkiene, E., Sarka, V. y Kiaulakis, A. (2020). *BIM application in infrastructure projects*. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 15(3), 74-92. <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2020-15.485>



**ANEXO A: ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN SOBRE ADOPCIÓN BIM EN PROYECTOS PÚBLICOS**

La siguiente encuesta busca recoger lo que ha venido realizando el Estado en su implementación BIM en proyectos públicos y medir el grado de conocimiento del personal acerca de BIM y su anhelo por implementar esta metodología. La encuesta está formada de preguntas de valoraciones generales y en ningún momento se solicitarán datos sensibles, por ende las respuestas son anónimas e individuales. El responsable de la presente investigación es Joao Mogollón Rivera y puede ser contactado a [jmogollonr@pucp.pe](mailto:jmogollonr@pucp.pe) para cualquier duda o consulta.

**INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO**

1. Profesión:

Ingeniero(a) civil	Ingeniero(a) agrónomo	Arquitecto (a)	Otro:
--------------------	-----------------------	----------------	-------

2. Ocupación laboral:

Funcionario (a) público(a)	Empleado(a) público(a)	Gerente de proyectos	Otro:
----------------------------	------------------------	----------------------	-------

3. Años de experiencia laboral en el sector público: \_\_\_\_\_

4. Años de experiencia laboral usando BIM en proyectos públicos: \_\_\_\_\_

**PILARES BIM**

**PERSONAS**

5. Por favor, indique en qué tipo de proyecto público ha usado BIM

Hospitales

Colegios

Carreteras

Infraestructura hidráulica

Otros: \_\_\_\_\_

6. Por favor, indique en qué etapa de un proyecto público ha usado BIM

Preinversión     
  Inversión     
  Post inversión

7. Por favor, indique en qué etapa de un proyecto público usaría BIM

Preinversión     
  Inversión     
  Post inversión

8. ¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones? Seleccione una por fila.

	Totalmente de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Considero que existe todavía un desconocimiento sobre BIM en los proyectos públicos					
Considero importante que el Estado impulse que las mallas curriculares integren BIM en universidades, institutos y programas de maestría					
Considero importante definir los roles BIM desde la etapa de preinversión de todo proyecto público					

**PROCESOS**

9. ¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones? Seleccione una por fila.

	Totalmente de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Considero que se usaría BIM en todo su potencial, si se implementa desde la fase de preinversión					
Considero que el Estado ha liderado el proceso de implementación BIM en la etapa de preinversión					
He observado que la implementación BIM requiere de mejores procesos en las entidades públicas					
Considero que el Estado ha establecido estrategias colaborativas para la implementación de BIM					

10. En la siguiente pregunta, ordene las respuestas según su grado de importante para usted. (1) Mayor importancia y (5) Menor importancia.

¿Cuáles son los factores que más han retrasado la implementación BIM en los proyectos públicos? Ordénelos según su grado de importancia	Importancia
Falta de comprensión sobre BIM en la entidad pública	
Alto costo de implementación	
Falta de personal capacitado	
Oposiciones a nuevas tecnologías (resistencia al cambio)	
Falta de estándares, guías, protocolos nacionales	

## TECNOLOGÍAS

11. ¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones? Seleccione una por fila.

	Totalmente de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Considero que el Estado debería impulsar más el uso de tecnologías en los proyectos de inversión pública					
He observado que existen deficiencias de recursos tecnológicos para la implementación BIM en proyectos públicos					
Considero que adoptar BIM ayudaría a desprenderse de los documentos físicos, lo que impulsaría la transformación digital en el Estado					
He observado alguna innovación tecnológica importante en el desarrollo de proyectos públicos en estos últimos años					

## ESTRATEGIAS

12. Por favor, indique qué tipo de estándares utilizó para implementar BIM

- Propias guía y manuales
  Estándares ISO, BIM Forum locales o iniciativas gubernamentales
  No he utilizado estándares

13. ¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones? Seleccione una por fila.

	Totalmente de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Poseo algún conocimiento sobre la ISO 19650					
Considero importante la implementación de la ISO 19650 para proyectos de inversión pública					
Considero que en los últimos años se ha fortalecido la política BIM en las entidades públicas del Perú					

14. En la siguiente pregunta, ordene las respuestas según su grado de importante para usted. (1) Mayor importancia y (5) Menor importancia.

¿Cuáles son los factores que más ayudarían a la implementación BIM en los proyectos públicos? Ordénelos según su grado de importancia	Importancia
Aumentar la capacidad de personal capacitado en BIM	
Fomentar la interacción con la experiencia del sector privado	
Fomentar capacitaciones al personal de trabajo	
Posicionar la metodología BIM en el sector público	
Establecer marcos colaborativos	
Fomentar la comunicación de logros usando BIM	

## ANEXO B: CUESTIONARIO DELPHI SOBRE PROPUESTA DE TÉRMINOS DE REFERENCIA BIM EN PROYECTOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA – RONDA 01

El siguiente cuestionario Delphi - ronda 01 busca recoger las opiniones sobre la propuesta de guía para la elaboración de Términos de Referencia BIM para proyectos públicos tales como defensas ribereñas o diques basada en la ISO 19650. El cuestionario consta de preguntas de valoraciones generales y en ningún momento se solicitarán datos sensibles, por lo que las respuestas son anónimas e individuales. El responsable de la presente investigación es Joao Mogollón Rivera y puede ser contactado a [jmogollonr@pucp.pe](mailto:jmogollonr@pucp.pe) para cualquier duda o consulta.

### PARTE I: 08 ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA ISO 19650

a) ¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones? Seleccione una por fila.

		Totalmente en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo de acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	Considero adecuado que un Término de Referencia BIM provenga del desarrollo de las 08 actividades de gestión de la información de la ISO 19650 y del PEB precontrato alineado a la Guía BIM Perú.					
2	Considero adecuado que el Coordinador BIM sea designado como el responsable de desarrollar la integración y fomentar el flujo de información entre los actores del proyecto.					
3	Considero adecuado que los usos BIM utilizados estén alineados a los indicados en la Guía BIM Perú para la etapa de formulación y evaluación.					
4	Considero que los modelos BIM que se trabajarán en el estudio sean los de avance de proyecto, federados y de proyecto constructivo.					
5	Considero que para la etapa de preinversión se deben de desarrollar las siguientes disciplinas e hitos de trabajo: Topografía, Hidrología.					

	Geología/Geotecnia, Hidráulica, Arquitectura, Estructuras, Medio ambiente, Arqueología, Gestión de desastres y Estimación de costos y cantidades.					
6	Considero adecuados los siguientes Requisitos de Información para esta etapa: Información 2D y 3D de las condiciones existentes, Diseño conceptual de las especialidades involucradas y documentación 2D, Gestión de interferencias y Estimación de costos y cantidades, así como cronogramas.					
7	Considero adecuado que el LOD aplicable a los elementos pertenecientes a esta etapa del proyecto sea de LOD 300.					
8	Considero adecuado que el CDE albergue toda la información de la inversión y una propuesta adecuada es utilizar Autodesk Construction Cloud.					
9	Considero importante que se establezcan los protocolos de intercambio de información, esto contempla los formatos de los archivos requeridos nativos e ifc.					
10	Considero importante que se establezcan las fechas relativas a la entrega de los hitos de información.					
11	Considero que los requisitos y criterios de evaluación de la respuesta a la licitación debe de contemplar el contenido del PEB precontrato, las aptitudes y capacidades del equipo, cómo el equipo de desarrollo se movilizará y los riesgos del desarrollo de información.					
12	Considero que la parte designada principal sea la encargada de establecer la matriz detallada de responsabilidades, el Plan de Desarrollo de Información de Tareas (TIDP) y el Plan Maestro de Desarrollo de Información (MIDP).					
13	Considero que la parte que designa deba revisar que el modelo contenga todo lo indicado en el EIR para poder autorizar el modelo de información					
14	Considero que es pertinente archivar el modelo de información del proyecto en el CDE luego del término de la fase de desarrollo y compilen las lecciones aprendidas durante el desarrollo del proyecto para futuras obras.					

## PARTE II: PEB PRECONTRATO ALINEADO A LA GUÍA BIM PERÚ

b) ¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones? Seleccione una por fila.

		Totalmente en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo de acuerdo	Totalmente de acuerdo
15	Considero que el PEB de precontrato debe de incluir los responsables, contener estrategias de información, la estrategia de federación, la matriz de responsabilidades, los requisitos de calidad para que los modelos sean aceptados, propuestas adicionales y programa de propuestas de infraestructura tecnológica.					
16	Considero que el PEB precontrato indique la prioridad de los objetivos de gestión de información BIM y a qué Uso BIM está alineado de acuerdo con lo solicitado por la parte que designa.					
17	Considero importante plantear la lista de recursos informáticos. Por ejemplo, para un modelo de información el recurso informático es REVIT, su formato nativo .rvt y la versión 2021.					
18	Considero que el contenedor de información del estudio de preinversión contemple los estudios a desarrollar, los modelos 3D y la documentación necesaria.					
19	Considero que el plan de movilización debe de contener las actividades, responsabilidades, equipos, plazos de entregas y comentarios con referencia al CDE, recursos tecnológicos, métodos y procedimientos de la producción de información y capacitaciones.					
20	Considero adecuado que la nomenclatura de los contenedores de información deba incluir: Código de inversión, Originador, Tipo de documento, Disciplina y Número de archivo. Ejemplo: 2501291-CABC001-M3-ES-0001					
21	Considero que se incluya en el PEB precontrato las actividades para la detección y resolución de interferencia, como Realizar pruebas para la detección de interferencias, reporte de resolución de interferencias, entre otros.					
22	Considero importante que se definan los requisitos de seguridad de la información, esto incluye lo que estará visible para el equipo de desarrollo, la información descargable, entre otros.					

**ANEXO C: CUESTIONARIO DELPHI SOBRE PROPUESTA DE TÉRMINOS DE REFERENCIA BIM EN PROYECTOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA – RONDA 02**

El siguiente cuestionario Delphi – ronda 02 busca recoger las opiniones sobre la propuesta de guía para la elaboración de Términos de Referencia BIM para proyectos públicos para proyectos públicos tales como defensas ribereñas o diques basada en la ISO 19650 para lograr un consenso en la propuesta. El cuestionario consta de preguntas de valoraciones generales y en ningún momento se solicitarán datos sensibles, por lo que las respuestas son anónimas e individuales. El responsable de la presente investigación es Joao Mogollón Rivera y puede ser contactado a [jmogollonr@pucp.pe](mailto:jmogollonr@pucp.pe) para cualquier duda o consulta.

**PARTE II: PEB PRECONTRATO ALINEADO A LA GUÍA BIM PERÚ**

		Totalmente en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo de acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	Considero que el PEB Precontrato mencione los objetivos de gestión de información BIM indicando el orden de prioridad de implementación de estos, así como a qué Uso BIM está alineado de acuerdo con lo solicitado por la Entidad pública.					