

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



**TESIS**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB)  
EN EL CONSORCIO VICTORIA PARA LA EJECUCIÓN DE  
PROYECTOS, TACNA – 2021”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JEAN EDDU ZABALAGA CARI**

**TACNA - PERÚ**

**2021**

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

**TESIS**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB)  
EN EL CONSORCIO VICTORIA PARA LA EJECUCIÓN DE  
PROYECTOS, TACNA – 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 16 de noviembre de 2021, estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTA : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES**

**SECRETARIO : Mtro. ULIANOV FARFÁN KEHUARUCHO**

**VOCAL : Mag. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ**

**ASESOR : Mtro. SANTOS TITO GOMEZ CHOQUEJAHUA**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Jean Eddu Zabalaga Cari, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 74148403.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

*“Implementación de un plan de ejecución bim (PEB) en el Consorcio Victoria para la ejecución de proyectos, Tacna – 2021”*

La misma que presento para optar el:

*Título Profesional de Ingeniero Civil*

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante el presente asumo frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 16 de noviembre de 2021



---

Jean Eddu Zabalaga Cari

DNI: 74148403

## DEDICATORIA

*A DIOS por ser mi fuente espiritual de superación.*

*A mi madre, a quien admiro y aprecio por los innumerables actos mostrados en los buenos y más aún en los momentos difíciles que me ha tocado vivir.*

*A mi familia, quienes me brindaron constantemente su apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo (PRONABEC) por la oportunidad de continuar estudios superiores.*

*A la Universidad Privada de Tacna que por medio de sus docentes de la carrera de ingeniería civil, pude adquirir múltiples conocimientos teóricos y prácticos.*

*A los directivos del Consorcio Victoria quienes me brindaron facilidades para el acceso a la información a fin de poder desarrollar la presente tesis.*

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1 Descripción del Problema.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	2
1.3 Justificación e Importancia de la Investigación .....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Antecedentes del Estudio .....	5
2.1.1 Ámbito Internacional .....	5
2.1.2 Ámbito Nacional.....	5
2.2 Bases Teóricas.....	6
2.2.1 Hitos Históricos del Building Information Modeling (BIM) .....	6
2.2.2 Principios para la Adopción y Uso de BIM.....	7
2.2.3 Criterios y Articulación para la Incorporación de BIM .....	8
2.2.4 Procesos para la Generación del PEB .....	9
2.2.5 Nivel de Madurez de la Gestión de la Información Bim .....	13
2.2.6 Implementación Progresiva del PEB.....	13
2.2.7 Términos Relacionados a la Gestión de la Información BIM .....	14
2.2.8 Términos Relacionados con Inversiones Proyectos y Activos .....	16
2.2.9 Usos del Modelo de Información.....	17
2.2.10 Nivel de Información Necesaria.....	18
2.2.11 Partes Involucradas en la Gestión de la Información BIM.....	19

2.2.12	Procesos BIM .....	20
2.3	Definición de Términos .....	21
2.3.1	Modelado de la Información de la Construcción .....	21
2.3.2	Plan BIM Perú .....	21
2.3.3	Estándar BIM .....	22
2.3.4	Modelo de Información .....	22
2.3.5	Nivel de Información Necesaria .....	22
2.3.6	Plan de Ejecución BIM .....	22
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....		23
3.1	Tipo, Diseño y Nivel de la Investigación .....	23
3.1.1	Tipo de la Investigación .....	23
3.1.2	Diseño de la Investigación .....	23
3.1.3	Nivel de la Investigación .....	24
3.2	Población y Muestra de Estudio .....	24
3.2.1	Población .....	24
3.2.2	Muestra .....	24
3.3	Operacionalización de Variables .....	25
3.4	Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos .....	26
3.4.1	Técnicas .....	26
3.4.2	Instrumentos .....	27
3.5	Procesamiento y Análisis de Datos .....	27
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		29
4.1	Diagnóstico del Estado Actual del Consorcio Victoria .....	29
4.2	Análisis de las Bases Integradas y TDR .....	30
4.3	Análisis de los Informes de Compatibilidad .....	32
4.3.1	Principales Observaciones al Expediente Técnico PTAR .....	33
4.3.2	Principales Observaciones al Expediente Técnico SHUNJBG .....	35
4.3.3	Principales Observaciones al Expediente Técnico DINOES .....	36
4.4	Análisis de Planos e Ilustración del Proceso Constructivo .....	39
4.5	Análisis del Pliego de Observaciones .....	49
4.6	Propuesta de Plan de Ejecución Bim .....	54
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....		55
CONCLUSIONES .....		57
RECOMENDACIONES .....		58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		59
ANEXOS .....		61



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nivel de Detalle Gráfico .....	18
Tabla 2. Nivel de Detalle no Gráfico.....	19
Tabla 3. Sistema, Modalidad y Plazos de Ejecución de los Proyectos .....	28
Tabla 4. Plantel Profesional Clave y de Apoyo de los Proyectos .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Hitos Históricos del Bim en el Mundo – Parte 1 .....	6
Figura 2. Hitos Históricos del Bim en el Mundo – Parte 2 .....	7
Figura 3. Hitos Históricos del Bim en el Mundo – Parte 3 .....	7
Figura 4. Diagrama General para la Redaccion del PEB .....	10
Figura 5. Normatividad Peruana Vinculada al BIM.....	10
Figura 6. Ciclo de Inversión vs Gestión de Información BIM .....	11
Figura 7. Aplicación del BIM en la Fase de Ejecución Bajo el Ámbito de la LCE....	12
Figura 8. Implementacion del PEB de Acuerdo al Nivel de Madurez BIM .....	14
Figura 9. Usos BIM del Perú Según el Ciclo de Inversión .....	18
Figura 10. Flujo de Control de Modelos BIM.....	19
Figura 11. Partes Involucradas en la Gestión de la Información .....	20
Figura 12. Nivel de Madurez Bim del Consorcio Victoria.....	29
Figura 13. Esquema Organizacional de las Partes y Roles Bim.....	31
Figura 14. Flujo Mejorado de Generación del Informe de Compatibilidad .....	32
Figura 15. Flujo Tradicional de Generación del Informe de Compatibilidad.....	33
Figura 16. Análisis de Incompatibilidad 1 - PTAR .....	39
Figura 17. Análisis de Incompatibilidad 2 - PTAR .....	40
Figura 18. Vista Antes de la Intervención en el Lateral E - PTAR .....	40
Figura 19. Vista Durante la Intervención en el Lateral E - PTAR.....	41
Figura 20. Vista al Termino de la Intervención en el Lateral E - PTAR.....	41
Figura 21. Vista Antes de la Intervención en el Lateral F - PTAR.....	42
Figura 22. Vista Durante la Intervención en el Lateral F - PTAR .....	42
Figura 23. Vista al Término de la Intervención en el Lateral F - PTAR .....	43
Figura 24. Incompatibilidad en Planos vs Replanteo - PTAR.....	43
Figura 25. Análisis de Incompatibilidad 1 - SHUNJBG .....	44
Figura 26. Análisis de Incompatibilidad 2 - SHUNJBG .....	44
Figura 27. Análisis de Incompatibilidad 3 - SHUNJBG .....	45
Figura 28. Solución Práctica de Incompatibilidades - SHUNJBG .....	45
Figura 29. Análisis de Incompatibilidad 1 - DINOES .....	46
Figura 30. Análisis de Incompatibilidad 2 - DINOES .....	46
Figura 31. Análisis de Incompatibilidad 3 - DINOES .....	47
Figura 32. Análisis de Incompatibilidad 4 - DINOES .....	47
Figura 33. Análisis de Incompatibilidad 5 - DINOES .....	48
Figura 34. Análisis de Incompatibilidad 6 - DINOES .....	48
Figura 35. Solución de Observación 1 en Arquitectura - DINOES.....	50

Figura 36. Solución de Observación 2 en Arquitectura - DINOES.....	50
Figura 37. Solución de Observación 3 en Arquitectura - DINOES.....	51
Figura 38. Solución de Observación 4 en Sanitarias - DINOES .....	51
Figura 39. Solución de Observación 5 en Eléctricas - DINOES .....	52
Figura 40. Solución de Observación 6 en Eléctricas - DINOES .....	52
Figura 41. Solución de Observación 7 en Eléctricas - DINOES .....	53
Figura 42. Solución de Observación 8 en Equipamiento - DINOES .....	53

## RESUMEN

Debido a la evolución natural e incorporación de nuevas tecnologías en la industria de la construcción, surge el Plan BIM Perú como medida política impulsada por el Ministerio de Economía y Finanzas, para la adopción obligatoria y normada de la metodología bim en los tres niveles de gobierno a julio del 2030, bajo ese contexto, el Consorcio Victoria al ser una empresa que participa en licitaciones para contratar con el estado, se ve en la necesidad de adaptar sus procesos hacia nuevas metodologías de trabajo colaborativo bajo el enfoque Bim, es por ello que se presenta la tesis teniendo como objetivo, proponer un Modelo de Plan de Ejecución BIM para su implementación en el Consorcio Victoria a fin de mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos, asimismo, la investigación que se presenta en los próximos capítulos es del tipo descriptivo, diseño documental y nivel comprensivo puesto que la obtención de la información se ha realizado a partir de los documentos de los tres proyectos considerador como población, la misma que ha sido analizada y procesada dando lugar a un modelo estándar de Plan de Ejecución BIM para su implementación y aplicación en la ejecución de futuros proyectos del Consorcio Victoria.

**Palabras clave:** Plan Bim Perú, Bim, Trabajo Colaborativo, Plan de Ejecución Bim, Eficiencia en la Ejecución.

## ABSTRACT

Due to the natural evolution and incorporation of new technologies in the construction industry, the BIM Peru Plan arises as a political measure promoted by the Ministry of Economy and Finance, for the mandatory and regulated adoption of the bim methodology at the three levels of government by July 2030, under that context, the Victoria Consortium being a company that participates in tenders to contract with the state, is seen in the need to adapt its processes towards new methodologies of collaborative work under the Bim approach, that is why the thesis is presented with the objective, to propose a BIM Execution Plan Model for its implementation in the Victoria Consortium in order to improve efficiency in the execution of projects, likewise, the research presented in the next chapters is of the descriptive type, documentary design and comprehensive level since the obtaining of the information has been made from the documents of the three projects considering as population, the same that has been analyzed and processed giving rise to a standard model of BIM Execution Plan for its implementation and application in the execution of future projects of the Victoria Consortium.

**Keywords:** Bim Peru Plan, Bim, Collaborative Work, Bim Execution Plan, Efficiency in Execution.

## INTRODUCCIÓN

El Consorcio Victoria a la fecha de sustentación de la presente tesis, viene ejecutando sus proyectos acorde a los expedientes técnicos, siendo los planos evidentemente producidos en softwares de dibujo 2D, presentando múltiples incompatibilidades que se arrastran desde la etapa de diseño, siendo estos detectados y solucionados previo a la ejecución de las obras civiles, lo que en campo conlleva a realizar modificaciones en actividades en plena ejecución, teniendo como consecuencia mayor uso de recursos e insumos traduciéndose en pérdidas económicas para el contratista. Esta práctica tradicional de ejecución de proyectos, en el tiempo debe ser superada, puesto que El Plan Bim Perú para julio del 2030 tiene como meta el uso obligatorio del BIM en todo el sector público y en consecuencia en el sector privado, bajo ese contexto se presenta la tesis en mención, estructurada en capítulos.

En el Capítulo I “Planteamiento del Problema”, se describe los principales problemas detectados en el Consorcio Victoria, así como la descripción, formulación, justificación y objetivos entorno al problema planteado.

En el Capítulo II “Marco Teórico”, Se menciona los antecedentes de estudio que dieron lugar a la presente tesis, así mismo se definen los términos más trascendentales que giran en torno a las variables, independiente “Plan de Ejecución BIM” y dependiente “Eficiencia en la Ejecución de Proyectos”.

En el Capítulo III “Marco Metodológico”, Se detalla los aspectos metodológicos como, tipo, diseño, nivel, población, muestra, operacionalización de variables, así como las técnicas e instrumentos utilizados para la obtención y procesamiento de los datos obtenidos.

En el Capítulo IV “Resultados” Se describen los resultados obtenidos producto del análisis documental de los proyectos PTAR, SHUNJBG y DONOES.

En el Capítulo V “Discusión” Se sustenta los resultados de acuerdo a los objetivos propuestos en el Capítulo I.

Finalmente, se menciona las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó producto de la investigación realizada, además se anexa un modelo de Plan de Ejecución Bim para su implementación en el Consorcio Victoria.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del Problema**

Durante mi participación en los proyectos ejecutados por el Consorcio Victoria en el lapso de diciembre del 2019 a febrero del 2021, se ha notado que los proyectos PTAR, SHUNJBG y DINOES se han ejecutado de la forma tradicional, (licitación-ejecución-entrega) siendo los problemas más frecuentes, la falta de compatibilización en los planos de las distintas especialidades respecto a lo que existía realmente en campo, así como la imprecisión en los metrados, por otro lado la gestión de la información relativos a cada proyecto se realizaba por medio de correos electrónicos o grupos de WhatsApp, dando cabida a la existencia de diferentes versiones de un mismo archivo sin que se conozca al autor de la versión definitiva sea de planos u otros documentos contractuales del proyecto en marcha.

Debido a la presencia de inconsistencias principalmente en los planos de las distintas especialidades (arquitectura, estructuras, Instalaciones sanitarias, eléctricas, etc.) se encontraron aún más incompatibilidades que se arrastraban desde la etapa de diseño, en actividades previas a su ejecución en el día, lo que en campo conllevó a realizar modificaciones en actividades en plena ejecución, teniendo como consecuencia mayor uso de recursos traduciendo finalmente en pérdidas económicas para el Consorcio Victoria, lo que pudo evitarse utilizando un Plan de Ejecución Bim en el que se describan procedimientos estructurados con la finalidad de estimular la planificación y comunicación de los involucrados del proyecto en ejecución.

### **1.2 Formulación del Problema**

#### **1.2.1 Problema General**

¿De qué manera la implementación de un Plan de Ejecución Bim en el Consorcio Victoria influye en la eficiencia durante la ejecución de proyectos, Tacna 2021?

#### **1.2.2 Problemas Específicos**

a) ¿Cuál es el nivel de madurez bim actual del Consorcio Victoria, Tacna 2021?

b) ¿De qué manera influye los procesos tradicionales en los proyectos ejecutados por el Consorcio Victoria en el lapso de diciembre del 2019 a febrero del 2021?

c) ¿Cómo influye la utilización de flujos de trabajo bim en la eficiencia de ejecución de proyectos del Consorcio Victoria, Tacna 2021?

### **1.3 Justificación e Importancia de la Investigación**

Durante la última década, el uso de la tecnología Bim en proyectos, ha tenido un crecimiento notable en el Perú, puesto que cada vez más empresas dedicadas al rubro de la construcción han ido incorporando en sus procesos el uso de la metodología Building Information Modeling.

En el sector público se ha lanzado el Plan BIM Perú como medida política del Plan Nacional de Competitividad y Productividad, al reconocer la necesidad de modernización y digitalización de los sistemas de formulación, evaluación, ejecución y funcionamiento de los proyectos de inversión, en tal sentido con el Plan Bim Perú, se pretende que para julio del 2030 el uso del BIM sea obligatorio en cualquier proyecto público de los tres niveles de gobierno.

Debido al auge de la implantación del BIM en el Perú, es evidente que el estado peruano contratará con empresas constructoras que adopten esta nueva metodología de trabajo. Es por ello que con el presente trabajo de investigación se busca implementar un Plan de Ejecución Bim en el Consorcio Victoria para la etapa de ejecución de proyectos con la finalidad de mejorar la eficiencia, así como también reducir los costos y tiempos de entrega de los proyectos.

Para desarrollar la presente tesis, se recurrió a la consulta de diversos documentos electrónicos tales como, Lindblad (2013) y Bermejo (2018) quienes señalan que el uso de procesos estructurados contribuye a la simulación de la construcción digital, detectando la mayor cantidad de interferencia a fin de que estas se eviten durante el proceso real de construcción. Por otro lado Bances y Falla (2015) y Miñín (2018), señalan que el uso del bim contribuye en el diseño y ejecución de proyectos, al respecto debemos señalar que la construcción digital ayuda a la detección y corrección temprana de interferencia y compatibilidades.

En ese sentido debemos indicar que es necesario la elaboración de un Plan de Ejecución de Bim, para su implementación y uso de los involucrados del proyecto a fin de



adoptar la metodología Bim, y de esa manera conseguir que el Consorcio Victoria siga siendo una empresa capaz de contratar con el estado peruano, a raíz de la adopción progresiva del bim en el sector público.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Proponer un Modelo de Plan de Ejecución BIM para su implementación en el Consorcio Victoria a fin de mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos, Tacna 2021.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a) Determinar el nivel de madurez bim actual del Consorcio Victoria, Tacna 2021.
- b) Explicar las principales incompatibilidades de los proyectos ejecutados por el Consorcio Victoria en el lapso de diciembre del 2019 a febrero del 2021.
- c) Proponer flujos de trabajo BIM para mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos del Consorcio Victoria, Tacna 2021.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del Estudio

#### 2.1.1 *Ámbito Internacional*

Lindblad (2013) en su tesis con traducción al español titulada “Estudio del proceso de implementación de BIM en proyectos de construcción”. Teniendo como resumen: La adopción de BIM ha sido lenta y se han revelado muchas barreras que impiden la adopción generalizada de esta tecnología. Sin embargo, no existe una barrera única que pueda resolverse individualmente para permitir una adopción BIM más amplia. En comparación con los sistemas CAD 2D tradicionales, BIM es una forma más eficiente de manejar la información relacionada con el proyecto. La adopción de BIM permite cambios en los procesos de trabajo que pueden optimizar el desempeño en los proyectos de construcción. La adopción de BIM no es solo un cambio de tecnología; Es necesario realizar cambios sustanciales en los procesos de trabajo para mejorar la productividad.

Bermejo (2018) en su tesis “Aplicación de la metodología BIM al proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial - modelo BIM 4D planificación” teniendo como resumen: Esta metodología de trabajo colaborativo está bastante consolidada en el sector de la edificación desde hace algún tiempo y, en la actualidad, se está comenzando a aplicar al campo de la ingeniería civil. Se realiza una revisión documental sobre el estado del arte del BIM en ingeniería civil, para aplicarlo, posteriormente, a la construcción de un corredor de transporte. La disciplina BIM que se desarrolla en el proyecto de ejecución de este Trabajo Fin de Máster es la relativa al nivel BIM 4D de Planificación.

#### 2.1.2 *Ámbito Nacional*

Bances y Falla (2015) en su tesis titulada “La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto de edificación multifamiliar los claveles en Trujillo – Perú”, cuyo objetivo fue detectar la eficiencia que logra generar el correcto uso de la tecnología BIM obteniendo resultados tales como el de demostrar que a través de la tecnología BIM se logró generar un aumento mínimo del 6 % de la eficiencia en la mano de obra del proyecto las diferentes especialidades de estructuras y acabados, también se demostró las ventajas

de usar el software BIM a diferencia del CAD, la tecnología BIM es puntual en la programación y planificación de un proyecto en la mejora de su productividad.

Miñín (2018) en su tesis titulada “Implementación del BIM en el edificio multifamiliar Fanning para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores - Lima 2018”. Teniendo como resumen: la Implementación de la tecnología BIM en el Edificio Multifamiliar “Fanning” para mejorar la eficiencia del diseño, por que como se sabe la mayoría de proyectos de edificaciones son desarrollados de manera tradicional que es una entrega de documentos oficiales que a menudo son incompatibles debido a que solo se trabaja con el modelo CAD mas no en modelos 3D que permitan realizar una confrontación entre cada especialidad y poder visualizar así las interferencias e incompatibilidades que permitan tener una solución inmediata solamente a la hora del diseño.

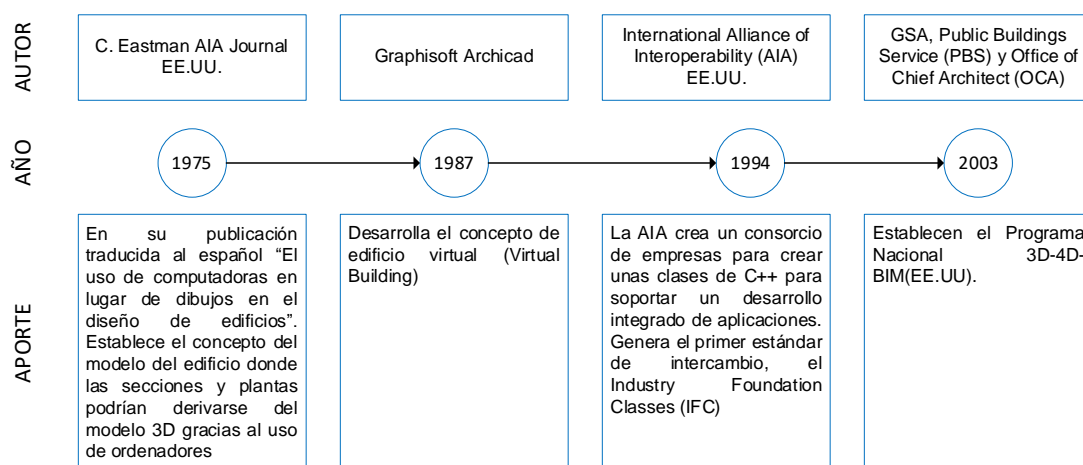
## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Hitos Históricos del Building Information Modeling (BIM)

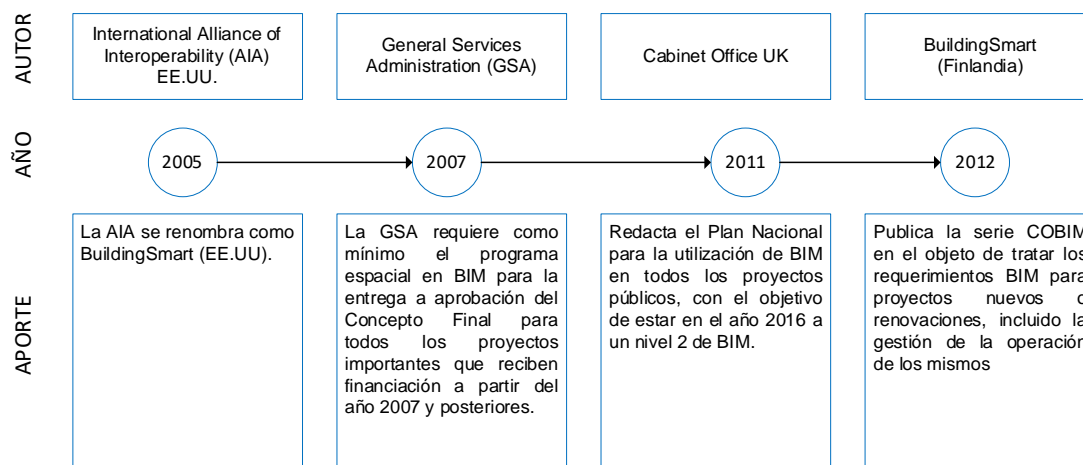
De acuerdo a la Revista española de BIM o *Spanish Journal of BIM* en inglés, publicada por el buildingSMART Spanish Chapter, la evolución del bim en el mundo está marcado por una serie de hitos que se describen en la *Figura 1*, *Figura 2* y *Figura 3*.

**Figura 1**

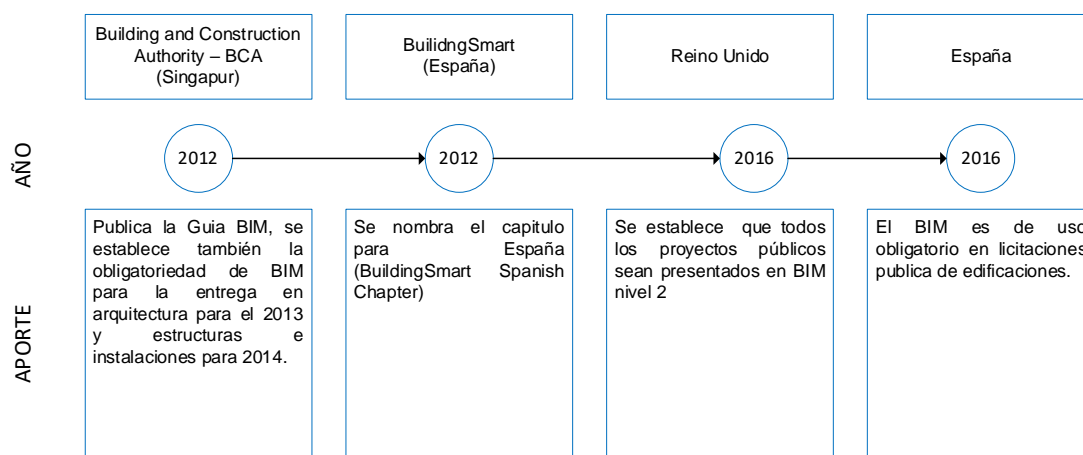
#### *Hitos Históricos del Bim en el Mundo – Parte 1*



*Nota.* Adaptada de la Revista española de BIM N°14/01, 2014

**Figura 2***Hitos Históricos del Bim en el Mundo – Parte 2*

*Nota.* Adaptada de la Revista española de BIM N°14/01, 2014

**Figura 3***Hitos Históricos del Bim en el Mundo – Parte 3*

*Nota.* Adaptada de la Revista española de BIM N°14/01, 2014

**2.2.2 Principios para la Adopción y Uso de BIM**

Según el Decreto Supremo N°289-2019-EF, publicado en el diario oficial El Peruano el 8 de setiembre del 2019, en su *Artículo 3. Principios para la adopción y uso de BIM*, señala que la adopción y uso de BIM en los procesos de inversión pública peruana se rige por los siguientes principios:

- a) **Eficiencia.** Se debe asegurar que el BIM genere ahorros en el uso de los fondos públicos a lo largo del ciclo de inversión, en términos de reducción de sobrecostos y atrasos en la ejecución de la infraestructura pública, así como en un uso racional de recursos destinados a operación y mantenimiento. (p.6)
- b) **Calidad.** “Las aplicaciones BIM deben garantizar que la infraestructura pública se ejecute acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio en beneficio de la población” (p.6).
- c) **Colaboración.** La adopción y uso de BIM debe garantizar la máxima participación, comunicación e intercambio de información entre los diversos agentes involucrados en el desarrollo de una infraestructura pública, en cada una de las diferentes etapas y fases del ciclo de inversión. (p.6)
- d) **Transparencia.** La adopción y uso de BIM debe hacer explícito las diferentes decisiones que toman todos los agentes involucrados en el desarrollo de infraestructura pública a lo largo del ciclo de inversión, así como la información que emplean para dicho fin. (p.7)
- e) **Coordinación.** La implementación de BIM debe promover e integrar la participación del sector público, sector privado y la academia a fin de garantizar las condiciones normativas e institucionales que faciliten su aplicación a nivel nacional y aseguren la sostenibilidad de su adopción y uso en el tiempo. (p.7)

### **2.2.3 Criterios y Articulación para la Incorporación de BIM**

Según el Decreto Supremo N°289-2019-EF, Publicado el 8 de Setiembre de 2019 en el diario oficial El Peruano, en su Artículo 4 Criterios y articulacion para la incorporacion de BIM, textualmente indica que para la incorporación de BIM en los procesos de inversión pública se aplican los siguientes criterios:

- a) **Progresividad.** “Su incorporación se efectúa de manera progresiva y ordenada a fin de que los requerimientos BIM sean comunes y homogéneos de acuerdo a las características y complejidad de la infraestructura pública” (p.7).

- b) **Condiciones de la organización.** “Se toma en cuenta la experiencia en el uso de BIM, así como los recursos técnicos y humanos con que se cuenta para su adopción y la gestión de la información generada” (p.7).
  
- c) **Integralidad.** “Se orienta a incorporar información de la infraestructura pública desde sus fases iniciales a fin de asegurar la trazabilidad e idoneidad de la información para su posterior utilización en las demás fases del ciclo de inversión” (p.7).
  
- d) **Características de la infraestructura.** “Se considera la complejidad de la infraestructura pública, el monto de inversión, así como su modalidad de ejecución a fin de que la incorporación de BIM genere mayor eficiencia en el uso de los fondos públicos destinados a la inversión” (p.7)

#### **2.2.4 Procesos para la Generación del PEB**

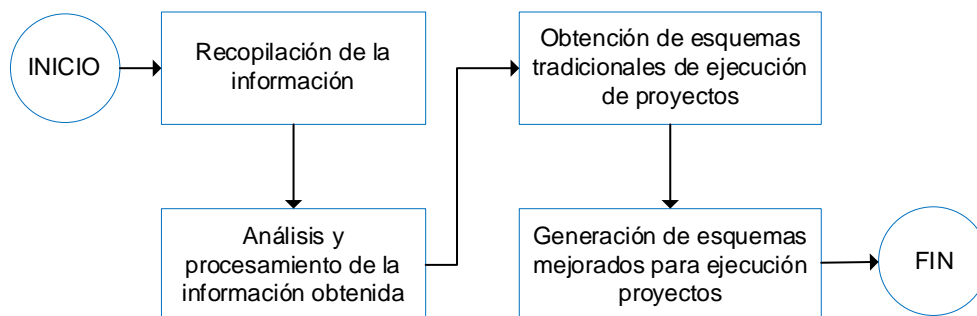
Para la redacción del Plan de Ejecución Bim (PEB) en el Consorcio Victoria se ha considerado cuatro grandes procesos descritos en la *Figura 4*. Además se ha consultado la Guía Transversal para la Elaboración del Plan de Ejecución BIM (2018), publicado por el comité es.BIM-Subgrupo de Trabajo SG3.6.

Para concretar el objetivo principal propuesto en la presente tesis, se propuso seguir el flujo de trabajo de la *Figura 4*, considerando también la normativa vigente que se describe en la *Figura 5*, así mismo se siguió las pautas descritas en la *sección 2.2 Bases Teóricas*, para dar lugar al Plan de Ejecución BIM que se detalla en el *Anexo 2. Plan de Ejecución Bim*, el cual consta de 27 páginas que a la vez se complementa con 10 diagramas de flujo de procesos bim.

Asimismo para la generación del Plan de Ejecución Bim, se ha considerado el *ciclo de inversión vs gestión de la información bim y la aplicación del BIM en la Fase de Ejecución Bajo el Ámbito de la Ley de Contrataciones del Estado (LCE)*. Para mayor comprensión véase *Figura 6 y Figura 7* respectivamente.

**Figura 4**

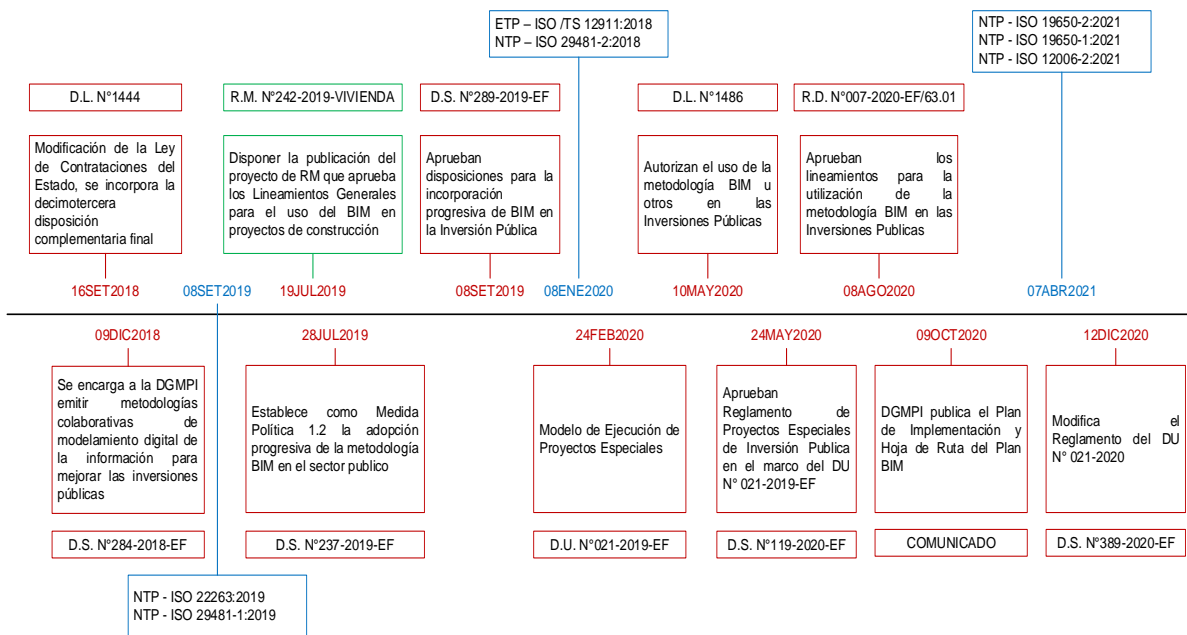
*Diagrama General para la Redacción del PEB*



*Nota.* En la figura 4 se visualiza un diagrama de flujo compuesto por cuatro procesos que facilitaron el procesamiento de la información a fin de redactar un Modelo de Plan de Ejecución BIM. (Véase *Anexo 2. Plan de Ejecución Bim*, para dar lectura al modelo PEB propuesto para el Consorcio Victoria)

**Figura 5**

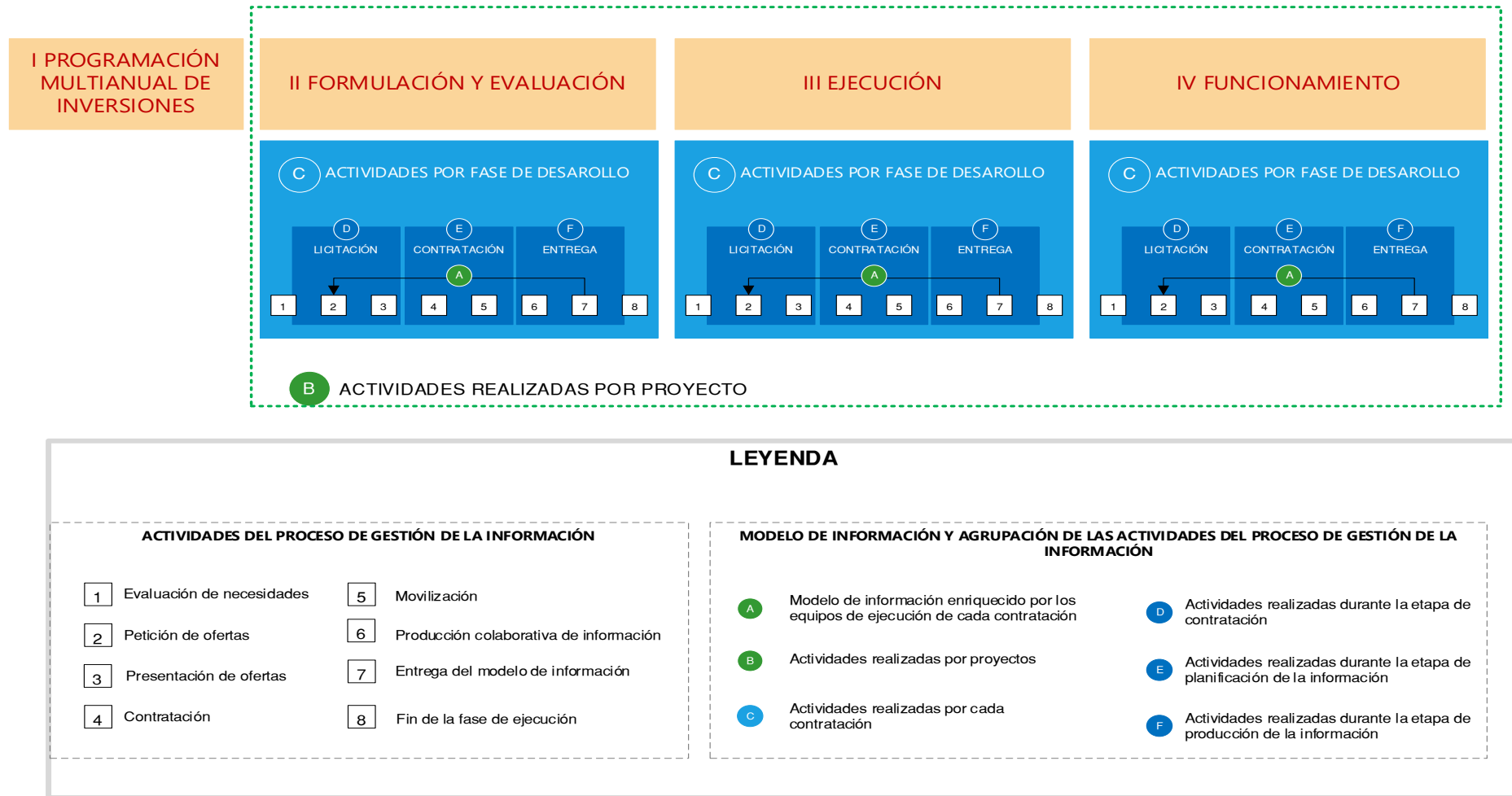
*Normatividad Peruana Vinculada al BIM*



*Nota.* Adaptada de Normatividad BIM en el Perú, RAZEUBE, 2021

**Figura 6**

*Ciclo de Inversión vs Gestión de la Información BIM*

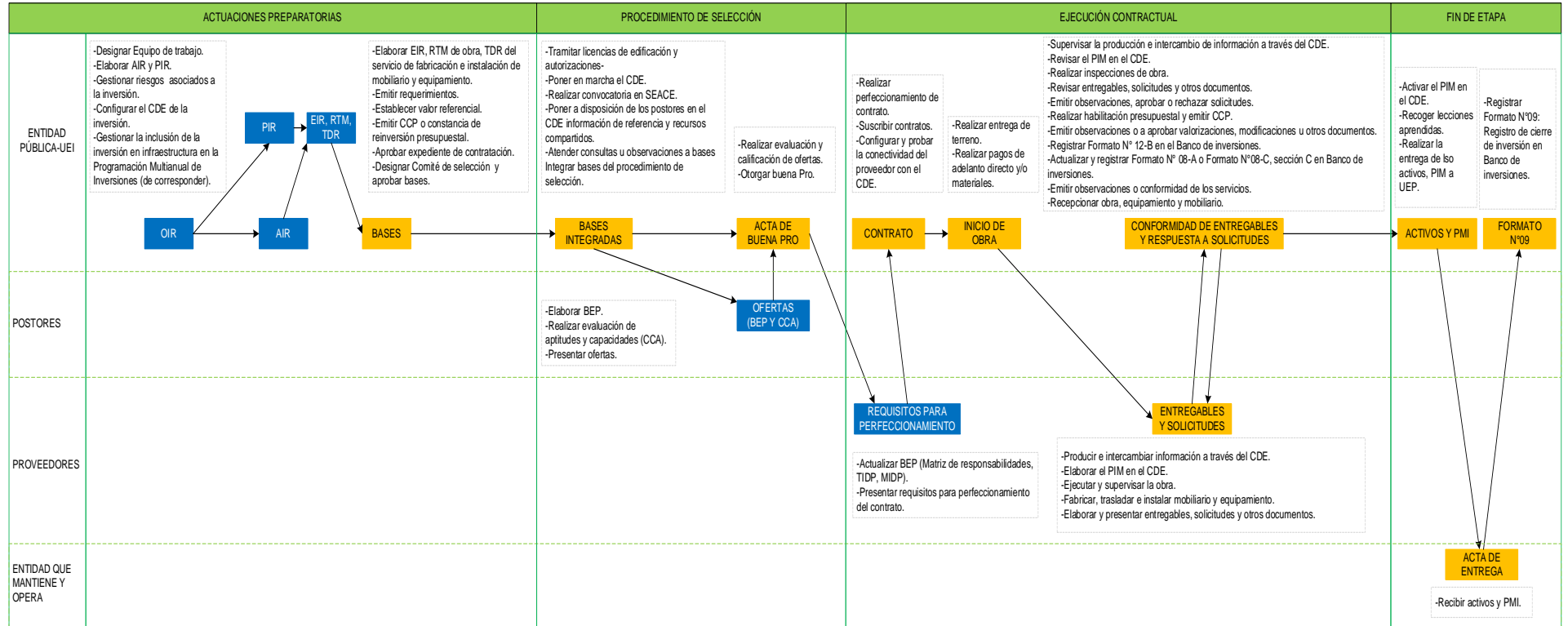


*Nota.* Reproducida de Fases del ciclo de inversión vs proceso de gestión de la información BIM, Guía Nacional BIM, 2021. (p.111)



**Figura 7**

*Aplicación del BIM en la Fase de Ejecución Bajo el Ámbito de la LCE*



*Nota.* Reproducida de Aplicación del proceso de gestión de la información bim en el desarrollo de la fase de ejecución (etapa de ejecución física) bajo el ámbito de aplicación de la ley de contrataciones del estado, Guia Nacional BIM, 2021. (p.140)

### **2.2.5 Nivel de Madurez de la Gestión de la Información Bim**

La Guía Nacional BIM “Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM” (2021) identifica hasta seis niveles de madurez de la información Bim, las cuales contienen características específicas que se detallan a continuación.

- a) **Inexistente.** “La organización no tiene ninguna experiencia con BIM en el desarrollo de sus inversiones”. (p.158).
- b) **Inicial.** “La organización hace uso del PEB a nivel básico” (p.158).
- c) **Definido.** “La organización usa el PEB con un nivel básico, se usa el CDE a nivel básico y como repositorio de información” (p.158-159).
- d) **Gestionado.** “La organización usa el PEB con un nivel maduro, se usa el CDE a nivel básico” (p.159).
- e) **Integrado.** “La organización además de usar el PEB a nivel maduro, el CDE a nivel básico, además incorpora el uso de TIDP y el MIDP a nivel básico” (p.159).
- f) **Optimizado.** “La organización usa el PEB, CDE, TIDP y el MIDP a nivel maduro” (p.159)

De acuerdo a los seis niveles descritos, el nivel de madurez de la gestión de la información Bim del Consorcio Victoria es Inexistente.

### **2.2.6 Implementación Progresiva del PEB**

En la *Figura 8* se plantea cuál debe ser la ruta de implementación progresiva y recomendada del PEB de acuerdo al nivel de madurez BIM según la (NTP ISO 19650-1 y 19650-2). Además, la Guía Nacional BIM (2021), indica que la implementación del BIM debe ser gradual, gestionando recursos, conocimientos y para lograrse a continuación se describe la aplicación de algunos estándares específicos según el grado de progresión y el nivel de madurez.

Figura 8

## Implementación del PEB de Acuerdo al Nivel de Madurez BIM

		GRADOS DE PROGRESIÓN				
		01	02	03	04	05
NIVEL DE MADUREZ BIM	INEXISTENTE	-TDR básico	-TDR básico <b>-PEB básico</b> -CDE básico, solo como repositorio	-TDR maduro <b>-PEB básico</b> -CDE básico, solo como repositorio	<b>-PEB básico</b> -Flujos de trabajo básicos como requisito del CDE	-EIR básico <b>-PEB pre contrato maduro</b> <b>-PEB definitivo maduro</b> -Gestión básica de CDE
	INICIAL	-EIR básico <b>-PEB básico</b> -CDE básico, solo como repositorio	-EIR maduro <b>-PEB básico</b> -CDE básico, solo como repositorio	<b>-PEB básico</b> -Flujos de trabajo básicos como requisito del CDE	-Crear PIR básico <b>-PEB maduro</b> -Gestión básica del CDE	-AIR básico -PIR -Gestión básica del CDE
	DEFINIDO	-EIR maduro <b>-PEB básico</b> -CDE básico, solo como repositorio	-PIR básico <b>-PEB maduro</b> -Flujos de trabajo básicos como requisitos del CDE	-AIR básico -PIR básico -Gestión básica del CDE	-AIR básico -PIR maduro -Gestión básica del CDE	-OIR básico -Gestión básica del CDE
	GESTIONADO	-PIR básico <b>-PEB maduro</b> -Gestión básica de CDE	-AIR básico -PIR maduro -Gestión básica del CDE	-OIR básico -AIR maduro -TDP/MIDP básico -Gestión básica del CDE	-OIR maduro -TDP/MIDP maduro -Gestión madura del CDE	
	INTEGRADO	-AIR básico -PIR maduro -Gestión básica del CDE	-OIR básico -AIR maduro -TDP/MIDP básico -Gestión básica del CDE	-OIR maduro -TDP/MIDP maduro -Gestión madura del CDE		
	OPTIMIZADO	-Mejora continua en todo los aspectos				

Nota. Reproducida de Implementación progresiva propuesta de acuerdo con el nivel de madurez bim, Guía Nacional BIM, 2021. (p.163)

Nótese la presencia del Plan de Ejecución de Ejecución Bim remarcado en rojo que junto a otros documentos, se estaría dando un gran avance en la implementación del BIM en el Consorcio Victoria. (Consulte la definición de los acrónimos abreviados de la Figura 8 en la Sección 2.2.7)

### 2.2.7 Términos Relacionados a la Gestión de la Información BIM

Para el desarrollo del Plan de Ejecución Bim se han usado algunos términos y definiciones en el marco de la NTP-ISO 19650-1: 2021 y NTP-ISO 19650-2:2021, así mismo los términos que se definen a continuación fueron extraídos de la Guía Nacional BIM (2021) las mismas que ayudan a entender los acrónimos mencionados en la Figura 8.

- a) **Entorno de Datos Comunes (CDE).** “Fuente de información acordada para cualquier proyecto o activo dado, para la colección, gestión y difusión de cada contenedor de la información a través de un proceso de gestión” (p.29).

- b) **Requisitos de Información.** “Especificación de para qué, qué, cuándo, cómo y para quién se producirá la información” (p.30).
- c) **Requisitos de Información de la Organización (OIR).** “Son los requisitos de información para responder o informar acerca de datos estratégicos de alto nivel dentro de la Parte que Designa” (p.30).
- d) **Requisitos de Información de los Activos (AIR).** “Requisitos de información para responder a los OIR relacionados con los activos” (p.30).
- e) **Requisitos de Información del Proyecto (PIR).** “Requisitos de información en relación a la entrega de un activo” (p.30).
- f) **Requisitos de Intercambio de Información (EIR).** “Requisitos de información en relación a una designación” (p.30).
- g) **Matriz de Responsabilidades.** “Cuadro que describe la participación del Equipo de Trabajo mediante diversas funciones para la ejecución de tareas o entregables” (p.31).
- h) **Programa de Desarrollo de Información de una Tarea (TIDP).** “Es la lista de entregables de información por cada tarea, incluyendo formato, fecha y responsabilidades” (p.31).
- i) **Programa General de Desarrollo de la Información (MIDP).** “Es la lista completa de entregables que define quién es responsable de producir la información y cuándo será entregada a la Parte que Designa. El MIDP agrupa de forma ordenada los TIDP” (p.31).
- j) **Modelo de Información.** “Conjunto de contenedores de información estructurada y no estructurada. Comprende toda la documentación desarrollada durante una inversión, la cual se encuentra en una base confiable de información” (p.31).
- k) **Modelo 3D.** “Representación tridimensional digital de la información de objetos a través de un software especializado” (p.31).

- l) **Modelo de Información de los Activos (AIM).** “Es el modelo de información relacionado a la fase de operación” (p.31).
- m) **Modelo de Información del Proyecto (PIM).** “Es el modelo de información relacionado a la fase de formulación y evaluación y ejecución” (p.32).
- n) **Contenedor de Información.** Conjunto de información persistente y recuperable desde un archivo, sistema o aplicación de almacenamiento jerarquizado. Algunos ejemplos de contenedor de información son: un archivo (modelos 3D, documentos, una tabla de información, un reporte, grabaciones y videos), una base de datos o un subconjunto, tal como un capítulo o sección o capa o símbolo. (p.32)
- o) **Nivel de Información Necesaria (LOIN).** “Marco de referencia que define el alcance y proporciona el nivel de información adecuado en cada proceso de intercambio de información, incluye el LOD y LOI” (p.32).
- p) **Nivel de Detalle (LOD).** “Nivel de información gráfica relacionada al detalle y precisión de cada uno de los objetos modelados en 3D” (p.32).
- q) **Nivel de Información (LOI).** “Nivel de información no gráfica relacionada a las especificaciones técnicas y/o documentación insertada, vinculada o anexada, con el fin de complementar la información de los del modelo 3D” (p.32).
- r) **Modelo Federado.** “Modelo de Información compuesto a partir de contenedores de información separados, los cuales pueden provenir de diferentes equipos de trabajo” (p.33).

### **2.2.8 Términos Relacionados con Inversiones Proyectos y Activos**

Para el desarrollo del Plan de Ejecución Bim se han hecho uso de los términos y definiciones en el marco de la NTP-ISO 19650-1 y NTP-ISO 19650-2. Así mismo los términos que se definen a continuación fueron extraídos de la Guia Nacional BIM (2021)

- a) **Partes involucradas.** “Parte de una organización, grupo o individuo que integre y forme parte del Proceso de Creación y Gestión de la Información BIM” (p.36).
- b) **Parte que Designa (Cliente, Entidad).** “Receptor de la información sobre las presentaciones de la Parte Designada Principal” (p.36).
- c) **Parte Designada Principal (Contratista, Supervisor).** “Responsable de coordinar y gestionar la información entre el Equipo de Ejecución del que forma parte y la Parte que Designa” (p.36).
- d) **Parte Designada (Residente, Especialistas).** “Proveedor de la información sobre las prestaciones” (p.37).
- e) **Equipo de Proyecto.** “Conformado por la Parte que Designa, Parte Designada Principal y las Partes Designadas” (p.36).
- f) **Equipo de Ejecución.** “Conformado por la Parte Designada Principal y las Partes Designadas en el desarrollo de una inversión aplicando bim” (p.36).
- g) **Equipo de Trabajo.** “Conformado por las Partes Designadas en el desarrollo de una inversión aplicando bim” (p.36).
- h) **Información del Proyecto.** “Información producida y utilizada en un proyecto particular” (p.36).

### **2.2.9 Usos del Modelo de Información**

De acuerdo a la Guía Nacional BIM (2021) Los Usos BIM son métodos de aplicación de BIM que se definen a través de procesos que se pueden ubicar, orientar y relacionar con cada fase del ciclo de inversión para alcanzar uno o más objetivos específicos (p. 39)

Al desarrollar una inversión aplicando BIM, se debe considerar los usos que se ilustran en la *Figura 9*.

Figura 9

Usos BIM del Perú Según el Ciclo de Inversión



Nota. Reproducida de Usos bim nacionales relacionados con las fases del ciclo de inversión, Guia Nacional BIM, 2021. (p.45)

2.2.10 Nivel de Información Necesaria

Según la Guia Nacional BIM (2021). Para la definición del Nivel de Información Necesaria, se deberá revisar los estados de avance del Modelo de Información los cuales están compuesto de Nivel de Detalle o *Level of Detail* en inglés y Nivel de Información o *Level of Information* en inglés, véase *Tabla 1* y *Tabla 2 para mayor comprensión.*

Tabla 1

Nivel de Detalle (LOD)

Nivel de Detalle	Descripción
LOD 1	Esquemmatización
LOD 2	Representación básica
LOD 3	Representación detallada
LOD 4	Representación detallada para la construcción
LOD 5	Representación de los activos construidos

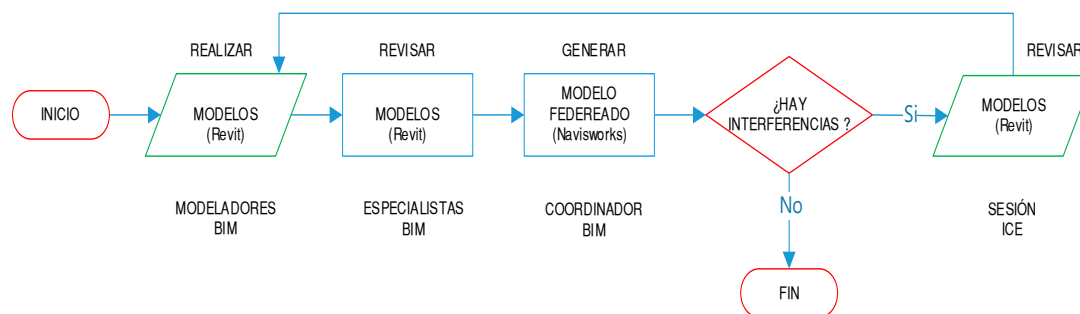
Nota. Adaptado de Anexo A-Matriz para la definición del nivel de información necesaria, Guia Nacional BIM, 2021 (p.206)

**Tabla 2***Nivel de Información (LOI)*

<b>Nivel de Información</b>	<b>Descripción</b>
LOI 1	Información para la identificación y la pre factibilidad
LOI 2	Información para la investigación y la factibilidad
LOI 3	información para el diseño
LOI 4	información para la construcción
LOI 5	Suficiente información para la gestión de activos

*Nota.* Adaptado de Anexo A-Matriz para la definición del nivel de información necesaria, Guía Nacional BIM, 2021 (p.206)

Asimismo, se recomienda seguir el procedimiento mostrado en la *Figura 10* a fin de eliminar la mayor cantidad de interferencias posibles que pudieran surgir de los Modelos 3D. Este proceso de verificación de los entregables BIM podrá ser de manera presencial (ambiente adecuado para la sesión ICE) o de manera remota, haciendo uso de las plataformas de videoconferencia disponibles.

**Figura 10***Flujo de Control de Modelos BIM*

### 2.2.11 Partes Involucradas en la Gestión de la Información BIM

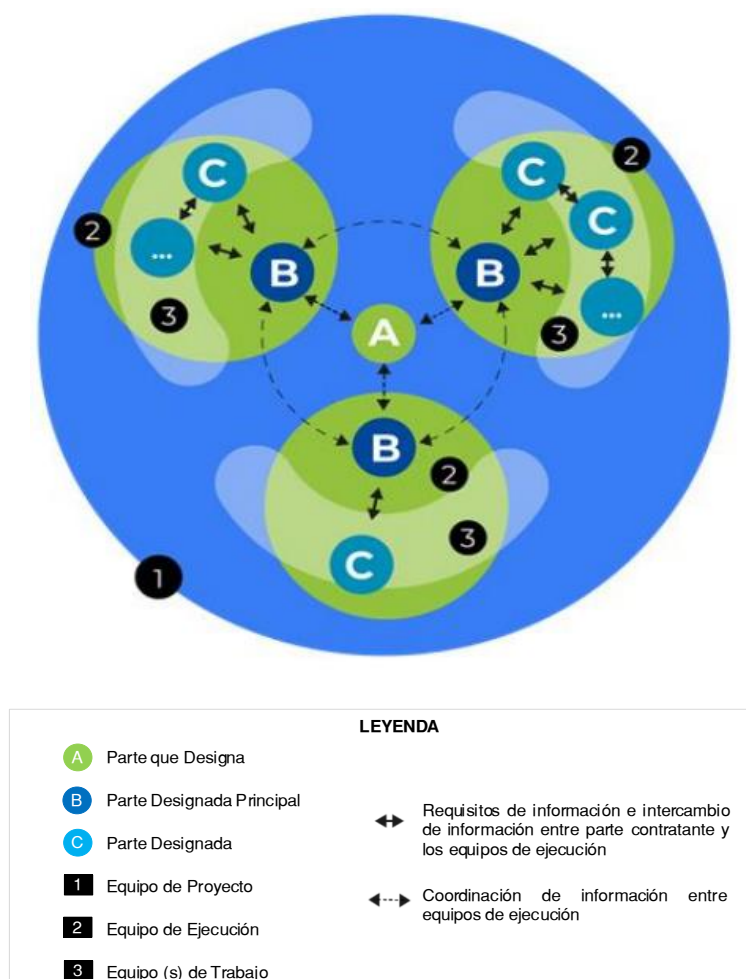
De acuerdo con la NTP-ISO 19650-2:2021, en el proceso de Gestión de la Información BIM pueden existir diversas conexiones e intercambios de información entre las partes involucradas y los equipos (ver *Figura 11*), según los mecanismos o



modalidades para desarrollar inversiones. Estas relaciones no deben verse como una identificación de relaciones contractuales sino como responsabilidades de cada una de las partes involucradas.

**Figura 11**

*Partes Involucradas en la Gestión de la Información*



*Nota.* Tomada de Partes y equipos involucrados en el proceso de gestión de la información, Guía Nacional Bim del Perú, 2021. (P.62)

### **2.2.12 Procesos BIM**

Esta sección se complementará con otros 10 procesos bim adaptados de la Project Execution Planning Guide versión 2.1. Desarrollados por la Universidad de Pensilvania. (2010) y publicados en: <http://www.engr.psu.edu/bim>

- ❖ Proceso de planificación de ejecución bim.
- ❖ Modelado de condiciones existentes.
- ❖ Estimación de costos.
- ❖ Modelado 4D (Planificación de fases).
- ❖ Autoría de diseños.
- ❖ Revisiones del diseño.
- ❖ Coordinación 3D.
- ❖ Planificación de replanteo.
- ❖ Control y planificación 3D.
- ❖ Registro del Modelo Ast-Built

## **2.3 Definición de Términos**

### ***2.3.1 Modelado de la Información de la Construcción***

Es una metodología de trabajo colaborativo para la gestión de la información de una inversión pública, que hace uso de un modelo de información creado por las partes involucradas, para facilitar la programación multianual, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura pública, asegurando una base confiable para la toma de decisiones. (D.S. N° 108-2021-EF, p. 13)

### ***2.3.2 Plan BIM Perú***

Es la medida de política que define la estrategia nacional para la implementación progresiva de la adopción y uso de BIM en los procesos de las fases del ciclo de inversión desarrollados por las entidades y empresas públicas sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, de manera articulada y concertada, y en coordinación con el sector privado y la academia. (D.S. N° 108-2021-EF, p.13).

### **2.3.3 Estándar BIM**

Conjunto de acuerdos sobre cómo compartir e intercambiar información de manera estructurada y consistente entre todos los agentes involucrados en el desarrollo de una infraestructura pública, a lo largo del ciclo de inversión, fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario. (D.S. N°289-2019-EF, p.6)

### **2.3.4 Modelo de Información**

Comprende toda la documentación desarrollada durante una inversión en respuesta a los requisitos de información, la cual se encuentra en una base confiable de información. (D.S. N° 108-2021-EF, p.14).

### **2.3.5 Nivel de Información Necesaria**

Está conformada por el nivel de detalle (información gráfica o geométrica) y nivel de información (información no gráfica o alfanumérica). (D.S. N° 108-2021-EF, p.14).

### **2.3.6 Plan de Ejecución BIM**

Documento que define la metodología de trabajo, procesos, características técnicas, roles, responsabilidades y entregables que responden a los requisitos de información establecidos en las fases del ciclo de inversión de una inversión desarrollada aplicando BIM. (D.S. N° 108-2021-EF, p.14)

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Tipo, Diseño y Nivel de la Investigación

De acuerdo al Manual para la Presentación de Planes e Informes de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna (2017), el tipo, diseño y nivel de la investigación son como se detallan en las secciones 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3.

Para mayor comprensión de la presente tesis véase el *Anexo 1. Matriz de Consistencia*, en el que se sintetiza información respecto a los problemas planteados, objetivos, variables y metodología de estudio.

#### 3.1.1 Tipo de la Investigación

La presente tesis es del tipo *descriptivo*, puesto que el desarrollo de la investigación implicó observar y describir eventos o situaciones de manera que no se influyó o manipuló las mismas.

En ese sentido la presente tesis se considera como una investigación del tipo descriptivo de la investigación científica de manera que no se requirió el planteamiento de hipótesis ni aplicación de pruebas estadísticas.

Este tipo de estudio permitió identificar los procesos tradicionales que utiliza el Consorcio Victoria en la ejecución de proyectos de manera que se procedió a elaborar un modelo de Plan de Ejecución BIM como mejora a los procesos tradicionales.

#### 3.1.2 Diseño de la Investigación

El diseño de la presente tesis es *documental*, puesto que la obtención de la información o datos se ha realizado a partir de los documentos de los proyectos objeto de estudio. Asimismo, la presente tesis tiene un diseño de investigación del tipo no experimental, por las razones que se detallan a continuación:

- ❖ No experimental, debido a que no se ha operado ninguna variable dado que la información ha sido obtenida de los documentos de los proyectos objeto de estudio y ejecutados por el Consorcio Victoria.

### **3.1.3 Nivel de la Investigación**

La presente tesis corresponde al nivel de investigación *Comprensivo*, puesto que los objetivos propuestos en la presente tesis implican explicar, predecir o proponer alternativas de mejora a los procesos tradicionales utilizados en la ejecución de proyectos.

## **3.2 Población y Muestra de Estudio**

### **3.2.1 Población**

La población considerada para la presente investigación consta de los documentos de los proyectos del Consorcio Victoria; PTAR, SHUNJBG y DINOES correspondientes a los siguientes proyectos ejecutados entre diciembre del 2020 a febrero del 2021.

- PTAR.** “Mejoramiento y ampliación del servicio de tratamiento de aguas residuales en el sector Pampa Alta (asentamientos humanos Pampa Alta, Mirador, Nuevo Ite y Las Vilcas), distrito de Ite – Jorge Basadre-Tacna”
- SHUNJBG.** “Ampliación marginal de los servicios higiénicos de la sede Los Granados de la UNJBG de Tacna”
- DINOES.** “Construcción e implementación de la base contraterrorista DINOES San José de Secce y comisaria PNP de San José de Secce, distrito de Santillana, provincia de Huanta, Ayacucho, primera etapa”

### **3.2.2 Muestra**

La muestra que se considera en la presente tesis corresponde a los siguientes documentos específicos de los proyectos PTAR, SHUNJBG y DINOES:

- ❖ Bases integradas y/o términos de referencia (TDR).

- ❖ Informe técnico de revisión del expediente técnico.
- ❖ Planos y fotos del proceso constructivo.
- ❖ Acta de observaciones de primera entrega de obra.

Además, debemos señalar que para la redacción del Plan de Ejecución Bim se ha considerado al Proyecto DINOES, al ser el proyecto más complejo en el que mayores recursos e insumos se utilizaron durante su ejecución.

### **3.3 Operacionalización de Variables**

Es el documento en el que se define la metodología de trabajo, procesos, características técnicas, roles, responsabilidades y entregables que responden a los requisitos de información establecidos en las fases del ciclo de inversión de una inversión desarrollada aplicando BIM.

#### **a) Variable Independiente: Plan de Ejecución Bim**

##### *Definición conceptual*

Documento que describe procedimientos estructurados con la finalidad de estimular la planificación y comunicación de los involucrados de la ejecución del proyecto.

##### *Dimensiones*

- ❖ Gestión de la información.
- ❖ Estandarización para la generación de modelos de información.

##### *Indicadores*

- ❖ Procesos de trabajo BIM.
- ❖ Calidad del modelo 3D.

#### **b) Variable Dependiente: Eficiencia en la Ejecución de Proyectos**

##### *Definición conceptual*

Capacidad del Contratista para cumplir con las metas del proyecto con el mínimo de recursos e insumos, sin dejar de lado la calidad.

### *Dimensiones*

- ❖ Construcción digital.
- ❖ Planificación 4D.

### *Indicadores*

- ❖ Cuantificación de recurso e insumos a utilizar.
- ❖ Optimización de plazos de proyectos.

## **3.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos**

### **3.4.1 Técnicas**

En el presente caso de investigación, se ha procedido a revisar información documentaria, los cuales corresponden a 3 proyectos ejecutados por el Consorcio Victoria durante el año 2020 e inicios del 2021, la misma que se ha desarrollado siguiendo la Técnica del Análisis Documental.

Según Quintana, A. y Motgomery, W., (2006). Señalan que el Análisis documental se desarrolla en cuatro acciones:

- a) **Rastrear e inventariar.** Los documentos existentes y disponibles, y clasificar los documentos identificados.
- b) **Seleccionar.** Los documentos más pertinentes para los propósitos de la investigación.
- c) **Leer en profundidad.** El contenido de los documentos seleccionados, para extraer elementos de análisis y consignarlos en “memos” o notas marginales que registren los patrones, tendencias, convergencias y contradicciones, que se vayan descubriendo.
- d) **Leer en forma cruzada y comparativa.** Los documentos en cuestión, ya no sobre la totalidad del contenido de cada uno, sino sobre los hallazgos previamente realizados a fin de construir una síntesis comprensiva total, sobre la realidad humana realizada.

### **3.4.2 Instrumentos**

El instrumento utilizado en el presente trabajo de investigación fue la Investigación Documental, es decir, se recurrió a los textos digitales mencionados en el apartado de Referencias Bibliográficas, además para la recolección de datos visuales y procesamiento de los mismos se emplearon herramientas tecnológicas como:

- ❖ Teléfono Celular.
- ❖ Computadora de Escritorio.

### **3.5 Procesamiento y Análisis de Datos**

Para el procesamiento de los datos obtenidos producto de la técnica del Análisis Documental, se recurrió al uso de los siguientes softwares:

- ❖ Visio v. 2016 (generación de diagramas de flujo).
- ❖ Bizagi Modeler (generación de diagramas de flujo).
- ❖ Autodesk AutoCAD v. 2021 (Visualización de planos 2D).
- ❖ Microsoft Office -Word v. 2013 (Redacción de tesis).
- ❖ Autodesk Revit v. 2021 (Visualización 3D).

Así mismo, para el análisis de datos se siguió los cuatro pasos del análisis documental, siendo los documentos revisados de cada proyecto los siguientes:

- ❖ Bases integradas y/o términos de referencia (TDR).
- ❖ Informe técnico de revisión del expediente técnico (Informe de Compatibilidad)
- ❖ Planos y fotos del proceso constructivo (para la detección de las principales incompatibilidades durante el proceso constructivo).
- ❖ Acta de observaciones de primera entrega de obra.

Se trabajó en base a La población compuesta por los proyectos (PTAR, SHUNJBG y DINOES) ejecutados por el Consorcio Victoria cuyos datos principales se muestran en la *Tabla 3*.



**Tabla 3***Sistema, Modalidad y Plazos de Ejecución de los Proyectos*

<b>Código</b>	<b>Sistema de Contratación</b>	<b>Modalidad de Ejecución</b>	<b>Plazo de Ejecución</b>
SHUNJBG	suma alzada	llave en mano	75 días calendario
PTAR	suma alzada	-	120 días calendario
DINOES	suma alzada	llave en mano	180 días calendario

*Nota. Tomada de las Bases Integradas de los Proyectos.*

Tratándose de Obras, entiéndase por *suma alzada*, cuando “Las cantidades, magnitudes y calidades de la prestación estén definidas en los planos, especificaciones técnicas, memoria descriptiva y presupuesto de obra, respectivas” y *llave en mano* “El postor oferta en conjunto la construcción, equipamiento y montaje hasta la puesta en servicio”. (Reglamento de la Ley N° 30225 Ley de Contrataciones del Estado).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

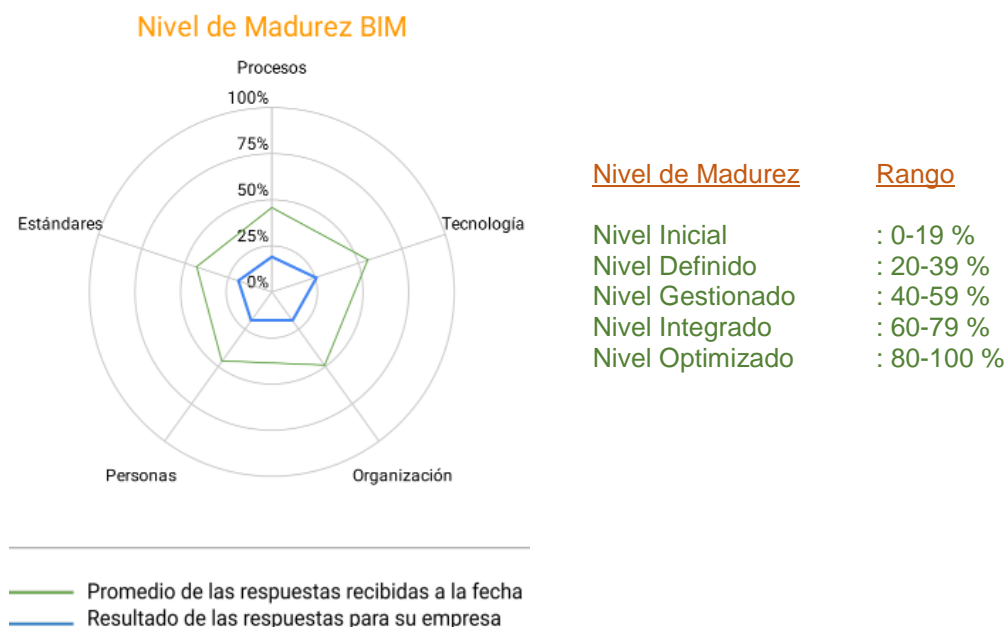
### 4.1 Diagnóstico del Estado Actual del Consorcio Victoria

La Guía Nacional BIM (2021) describe seis niveles de madurez de la gestión de la información bim, por lo que el estado actual del Consorcio Victoria recae en un nivel de madurez inexistente, camino a alcanzar el nivel de madurez inicial con la implementación del Plan de Ejecución BIM y utilización de Modelos 3D. Además, se hizo la evaluación de Madurez BIM en la página web de Ingeniería Asistida por Computador S.A.S.

De acuerdo a la *Figura 12*, los resultados generales muestran que el Consorcio Victoria obtuvo un porcentaje por debajo del 25 % en la evaluación, lo cual sitúa el grado de madurez próximo al Nivel Inicial con relación al proceso BIM.

**Figura 12**

*Nivel de Madurez Bim del Consorcio Victoria*



*Nota.* Resultado de evaluación de Madurez Bim realizado en, <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>

## 4.2 Análisis de las Bases Integradas y TDR

A continuación en la *Tabla 4* se presenta el plantel profesional clave y de apoyo que participó en la ejecución de cada proyecto. Por otro lado, en la *Figura 13* se presenta un equipo ideal para la ejecución de proyectos con intervención del BIM.

**Tabla 4**

*Plantel Profesional Clave y de Apoyo de los Proyectos*

Código de Proyecto	Plantel Profesional (Clave)	Plantel Profesional (Apoyo)
PTAR	Residente de obra	Especialista en Seguridad y Salud Especialista de Medio Ambiente Asistente Técnico <sup>a</sup> Profesional de la salud <sup>b</sup> Practicante <sup>c</sup>
SHUNJBG	Residente de obra	Asistente Técnico <sup>a</sup> Profesional de la salud <sup>b</sup> Practicantes <sup>c</sup>
DINOES	Residente de obra	Especialistas en Estructuras Especialistas en Arquitectura Especialistas en Inst. Sanitarias Especialistas en Inst. Eléctricas Especialistas en Seguridad Especialistas en Equipamiento Asistentes Técnicos <sup>a</sup> Profesional de la salud <sup>b</sup>

*Nota.* Tomada de las Bases Integradas de los Proyectos.

<sup>a</sup> Personal técnico contratado por el Contratista.

<sup>b</sup> Profesional de la salud contratado por el Contratista, a causa de la Covid-19.

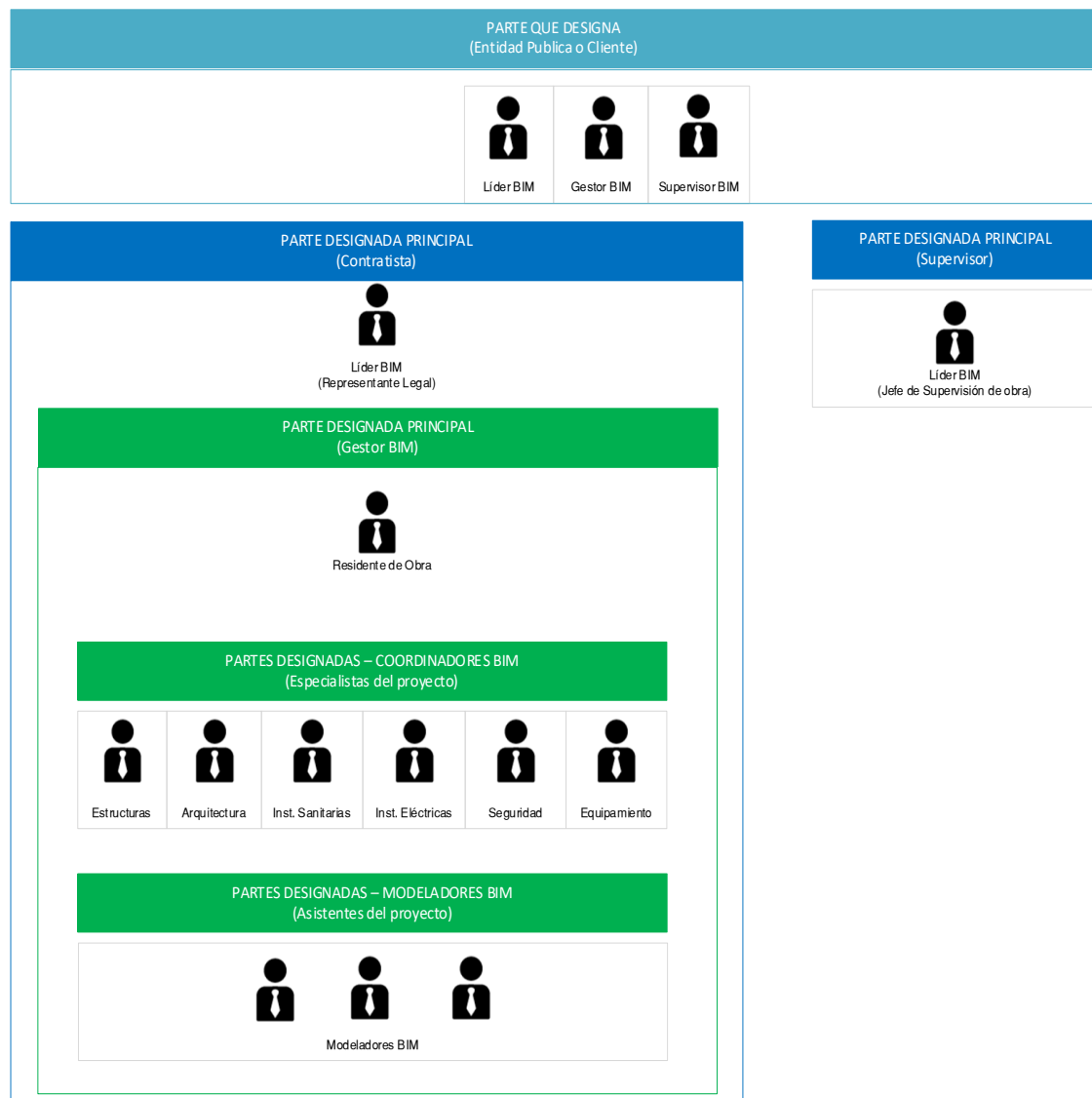
<sup>c</sup> Personal a fines contratado por el Contratista.

En la *Tabla 4* se observa los planteles profesionales del Contratista quienes participaron en la ejecución de cada proyecto, nótese que en ningún caso se ha

solicitado un profesional que desempeñe roles bim, en comparación con la *Figura 13* en donde se presenta un ejemplo de esquema organizacional de un Equipo de Proyecto para un proyecto piloto en el que se pretenda aplicar la metodología BIM, para lo cual el Consorcio Victoria debe contratar profesionales con conocimientos básicos de la mencionada metodología.

**Figura 13**

*Esquema Organizacional de las Partes y Roles Bim*



*Nota.* Adaptado de Esquema organizacional de las partes involucradas y roles en el desarrollo de la fase de ejecución bajo el ámbito de aplicación de la ley de contrataciones del estado, Guía Nacional BIM, 2021. (p.71)

### 4.3 Análisis de los Informes de Compatibilidad

De acuerdo al Artículo 177 del Reglamento de la Ley N°30255, Ley de Contrataciones del Estado (2018), el Contratista está en la obligación de generar el informe técnico de revisión de expediente técnico, cumpliendo los plazos establecidos en la *Figura 15*. Asimismo en las *Secciones 4.3.1, 4.3.2 y 4.3.3* se presentan un extracto de las principales observaciones encontradas en los informes técnicos de revisión del expediente técnico de los proyectos PTAR, SHUNJBG y DINOES. En la *Figura 14* se muestra un diagrama de flujo para la generación de Informes Técnicos de Revisión del Expediente Técnico bajo el enfoque de la metodología del Modelado de Información para la Construcción o Building Information Modeling.

**Figura 14**

*Flujo Mejorado de Generación del Informe de Compatibilidad*

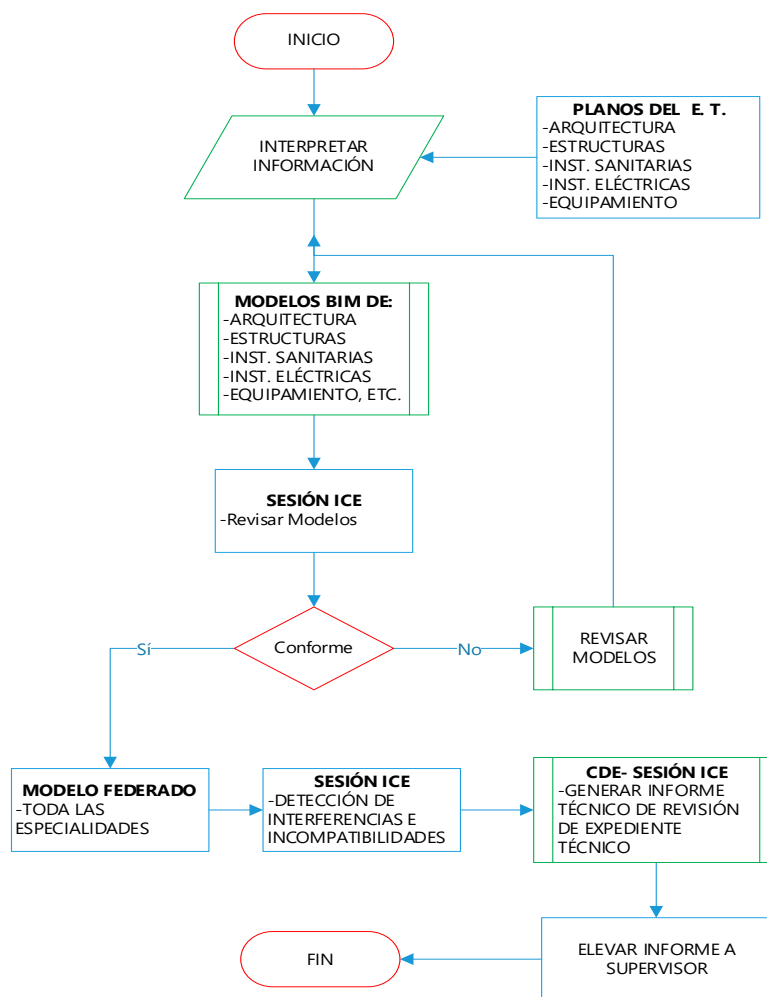
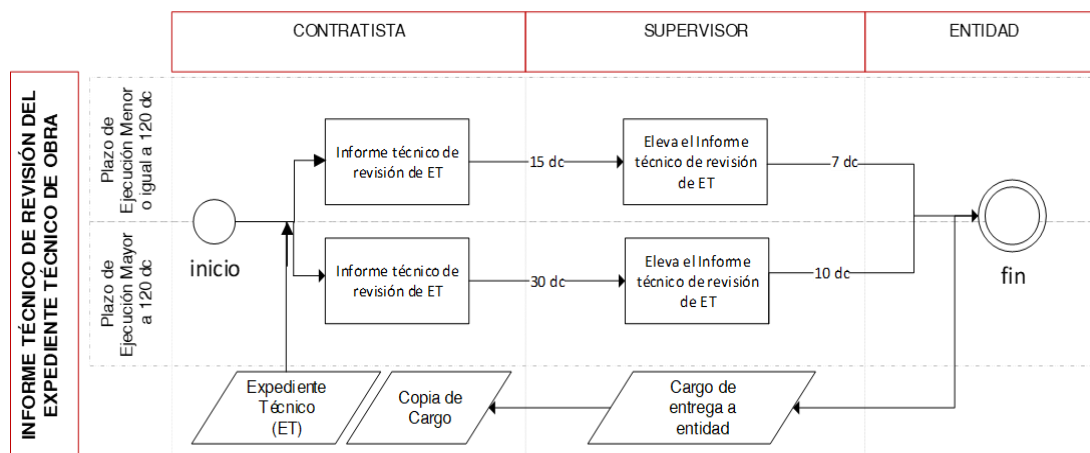


Figura 15

## Flujo Tradicional de Generación del Informe de Compatibilidad



Nota. Adaptada del Art. 177. Revisión del Expediente Técnico de obra, Reglamento de Ley N° 30225, Ley Contrataciones del Estado, 2018 (p.75).

#### 4.3.1 Principales Observaciones al Expediente Técnico PTAR

A continuación se presenta un extracto de las principales observaciones tomadas del *INFORME N° 001-2019-AEM/R.O./CONSORCIO.VICTORIA, Revisión del expediente técnico de obra* del proyecto PTAR.

##### a) De los metrados

Se ha encontrado errores y deficiencias en los Metrados lo que serán sustentados ya que se tienen partidas nuevas por ejecutar, generadas por trabajos necesarios para la ejecución de obra, los cuales no han sido detallados en la planilla de Metrados, presupuesto y planos del Expediente Técnico.

##### b) De los planos

Los planos del Expediente Técnico tienen bastantes deficiencias y en la compatibilización en obra se han encontrado con diferencias, ya que no se ha tenido en cuenta las edificaciones existentes de los predios colindantes.

### **c) Conclusiones**

- ❖ Sera necesario la elaboración de un expediente de Adicional por Partidas nuevas debido a los vicios ocultos y deficiencias del Expediente Técnico a fin de garantizar el cumplimiento de las metas al 100 %.
- ❖ Es necesario solicitar mejores planos y detalles constructivos al proyectista.
- ❖ Es necesario la implementación del plan de Contingencia a fin de garantizar la no suspensión del servicio durante la ejecución del servicio, ya que se podría generar un foco infeccioso.
- ❖ Se debe priorizar la atención por parte de la Municipalidad al presente proyecto, teniendo en cuenta el plazo de ejecución y la ruta crítica del proyecto.
- ❖ Es necesario el replanteo del sistema propuesto, debido a que en el PTAR del Lateral E la tubería de salida se superpone con edificaciones existentes, hecho que obliga a modificar el proyecto.
- ❖ Es necesario el replanteo del sistema propuesto, debido a que en el PTAR del Lateral F la infraestructura está colapsada y no se ha contemplado trabajos de demolición de cerco perimétrico, así como los accesos a obra han sido reducidos debido a que los agricultores se han apropiado de la vía, hecho que corresponde a la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ITE para la liberación de los predios.
- ❖ Se viene afectando la ruta crítica del proyecto por lo que en base a las modificaciones planteadas se propondrá la correspondiente ampliación de plazo. (p.9)

### **d) Recomendaciones**

- ❖ Se recomienda consultar al proyectista respecto a los vicios ocultos a fin de que este pueda remitir detalles adicionales a fin de tener en

consideración durante el proceso constructivo de la obra, y dejar los pases y/o accesorios necesarios para el tercer. (p.8)

- ❖ En la elaboración de los Expedientes Técnicos la Municipalidad Distrital de Ite deberá proponer profesionales capacitados y con experiencia, los que garanticen una mejor calidad de estudios a fin de no tener deficiencias como en el presente proyecto. (p.8)

Para mayor comprensión de las principales observaciones realizadas al Expediente Técnico del Proyecto PTAR (Véase Figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,23 y 24)

#### **4.3.2 Principales Observaciones al Expediente Técnico SHUNJBG**

A continuación se presenta un extracto de las principales observaciones tomadas del *Informe de Compatibilidad del Expediente Técnico* presentado con CARTA N° 005-2020-AMSSHH-UNJBG-GG-SM/TACNA correspondiente al proyecto SHUNJBG.

##### **a) De los metrados**

Existen algunas inconsistencias entre la hoja de metrados y los planos del plan por falta de detalle y medidas en dichos planos, deficiencia que podría generar adicionales y deductivos por mayores o menores metrados. Los cuáles serán generados de acuerdo a normatividad en caso correspondiera. Como ser en la planilla de metrados del acero en Vigas, en la planilla de metrados solo ha considerado 62 und de estribos por viga, sin embargo de acuerdo a la distribución de los estribos de acuerdo a lo indicado en los planos se requiere 66 und de estribos, por vigas. (p.17)

##### **b) De los planos**

Durante los trabajos de trazado, en los planos no se indica la presencia de árboles cercanos al SS HH, por lo que al realizar el trazo, este tuvo que ser modificado a fin de no afectar a los arboles cercanos, del mismo modo no existe un BM en los planos de topografía del expediente técnico. (p.17)



### **c) Recomendaciones**

Los detalles faltantes y/o deficiencias que se mencionan en el presente análisis obedecen a un criterio mínimo necesario para la elaboración de un expediente técnico, Por lo Expuesto se hace de conocimiento que se tomara en cuenta cada ítem del análisis de compatibilidad para la ejecución de la Obra, y se hará llegar al Supervisor el presente informe indicando las carencias técnicas y las soluciones técnicas propuestas para la salvedad del caso. (p.18)

### **d) Inconsistencias**

De acuerdo a los planos de Estructuras de techos, indica la colocación de acero de temperatura de Ø ¼", sobre los aceros en las viguetas de la losa aligerada, como indica la norma.

Dado que una de las primeras actividades durante la ejecución de la obra, es los trabajos de movimiento de tierras, se realizó la excavación de zanjas para zapatas y cimientos corridos, sin embargo se encontró tubería PVC Ø 2", que atraviesa la zona de las zapatas y cimientos corridos, prácticamente pasan por en medio de la obra. (p.21)

Para mayor comprensión de las principales observaciones realizadas al Expediente Técnico del Proyecto SHUNJBG (Véase Figuras 25, 26, 27 y 28).

### **4.3.3 Principales Observaciones al Expediente Técnico DINOES**

A continuación se presenta un extracto de las principales observaciones de las distintas disciplinas tomadas del Informe N° 001-2020-DAQO/RO-CONSORCIO VICTORIA, Informe Técnico de Revisión del Expediente Técnico del proyecto DINOES.

#### **a) Arquitectura**

Según lo revisado en el Expediente Técnico, concerniente a la especialidad de Arquitectura, se puede observar que contiene todos los

planos (PLANIMETRIAS, PLANOS DE DETALLES, EQUIPAMIENTO, ETC), para lo cual son necesarios para la correcta ejecución de la obra antes mencionada, cabe recalcar que no se encontraron incompatibilidades entre los planos Arquitectónicos. (p.9)

El CONSORCIO VICTORIA considera necesario la modificación del ancho de la puerta en el ambiente donde se ubica el Grupo Electrónico (Caseta de bombeo) y los ambientes por donde tiene que trasladarse el equipo hasta su ubicación final cuando se realice el equipamiento del proyecto de la Base Contratorradora DINOES San Jose de Secce y Comisaria PNP San José de Secce. (p.9)

#### **b) Estructuras**

La especialidad de Estructura presenta diversas inconsistencias y aspectos que ameritan la opinión del proyectista a fin de que estos puedan ser aclarados, se debe indicar que varias partidas o entregables se encuentran en la ruta crítica del calendario de ejecución de obra, los cuales en caso de demoras afectaran directamente en el plazo de ejecución de obra. (p.20)

#### **c) Sanitarias**

La especialidad de Instalaciones Sanitarias deja en evidencia las contracciones respecto al sistema de impulsión e incorporación de presión al sistema de agua fría y agua caliente, teniendo en consideración que se tienen en el tercer nivel accesorios de grifería y aparatos sanitarios que usan fluxómetros, por lo que es necesario garantizar una presión mínima en las salidas de los accesorios, caso contrario estos aparatos no estarán operativos para la atención al personal que use las instalaciones del futuro proyecto. (p.20)

**d) Eléctricas**

Falta Especificar la Altura de Montaje de la Chimenea en el Detalle de Montaje de Grupo Electrónico. (p.16)

Faltan las Alturas de la Válvula y otros de montaje que va alimentar a la cocina. Falta sistema de sujeción a los Balones de GLP. (p.16)

**e) Equipamiento**

No se cuenta con especificaciones técnicas del Equipamiento, donde se establezcan características, dimensiones y demás parámetros que permitan verificar su dimensionamiento, ubicación y conciliación con las especialidades de Arquitectura, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias. (p.19)

Debemos señalar que los informes de incompatibilidad fueron generados por especialistas propios de cada proyecto, siendo derivados al residente de obra, quien a su vez elevó el informe al representante común, quien finalmente dio a conocer el informe de incompatibilidades al supervisor, similar procedimiento se realizó en los tres proyectos.

Debemos destacar que los informes se hicieron básicamente a partir de la inspección ocular In-Situ de los terrenos o bien a partir del análisis visual de los planos en un computador. En ninguno de los casos se utilizó la detección de incompatibilidades utilizando la metodología BIM. Situación que debe ser mejorada utilizando la tecnología disponible, con el fin de producir Informes más compactos y detectando la mayor cantidad de interferencias e incompatibilidades, antes de la ejecución física de las obras civiles con el fin de evitar gastos insulsos y facilitar la operación y mantenimiento de las estructuras, a partir de los modelos Ast-Built.

Para mayor comprensión de las interferencias del Proyecto DINOES (Véase Figuras 29, 30, 31, 32, 33 y 34)

#### 4.4 Análisis de Planos e Ilustración del Proceso Constructivo

Se describen las principales incompatibilidades encontradas durante el proceso constructivo de los proyectos PTAR, SHUNJBG y DINOES, donde se evidencia la ejecución de partidas no establecidas en el presupuesto contractual, sin embargo el Consorcio Victoria tuvo que ejecutarlas a fin de asegurar la funcionalidad de las estructuras y de esa manera cumplir con las metas de cada proyecto.

En la *Figura 16* nótese la presencia de una tubería de desagüe de 8" reubicado desde la línea discontinua de color rojo hasta su posición provisional, puesto que se superponía con la nueva construcción del Tanque Imhoff.

#### Figura 16

##### *Análisis de Incompatibilidad 1 - PTAR*



Asimismo, en la *Figura 17*, se aprecia un pase vehicular no previsto en los documentos técnicos (Planos, metrados, presupuestos, etc.) del expediente técnico contractual, pero construida a cuenta del Contratista para facilitar el acceso vehicular a pozos sépticos existentes.

**Figura 17***Análisis de Incompatibilidad 2 - PTAR*

En la *Figura 18* se muestra una vista panorámica antes de la intervención en el Lateral E del proyecto PTAR, nótese la presencia de una edificación existente, que originó el replanteo de la red de desagüe y ubicación de los biodigestores.

**Figura 18***Vista Antes de la Intervención en el Lateral E - PTAR*

En la *Figura 19* se muestra la realización de perforación de losas aligeradas en pozos sépticos existentes, para proceder a la limpieza de los mismos, siendo una de las actividades no contempladas en el presupuesto contractual, pero de necesaria ejecución a fin de garantizar el funcionamiento del sistema.

### **Figura 19**

*Vista Durante la Intervención en el Lateral E - PTAR*



En la *Figura 20* se aprecia la presencia de miembros del comité de recepción y Residente de obra, inspeccionando los trabajos realizados en el Lateral E del proyecto PTAR.

### **Figura 20**

*Vista al Termino de la Intervención en el Lateral E - PTAR*



En la *Figura 21* se aprecia una vista panorámica previa al inicio de la intervención en el lateral F del proyecto PTAR, nótese el colapso del sistema de tratamiento de aguas residuales.

### **Figura 21**

*Vista Antes de la Intervención en el Lateral F - PTAR*



En la *Figura 22* nótese la perforación y limpieza de pozos sépticos existentes, siendo actividades no contempladas en el presupuesto contractual pero de necesaria ejecución a fin de garantizar el funcionamiento del sistema.

### **Figura 22**

*Vista Durante la Intervención en el Lateral F - PTAR*



En la *Figura 23* se muestra una vista panorámica del proyecto concluido en el lateral F del proyecto PTAR.

**Figura 23**

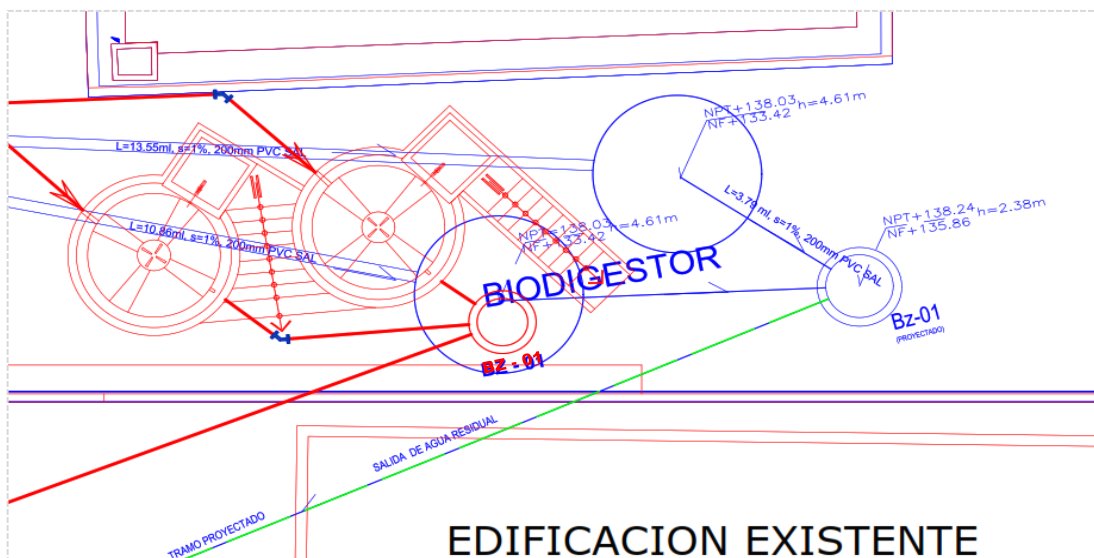
*Vista al Término de la Intervención en el Lateral F - PTAR*



En la *Figura 24*, las líneas azules representan los planos del expediente técnico, mientras que las rojas a los planos de replanteo, siendo la principal incompatibilidad la línea verde que representa la proyección de tubería de desagüe propuesta inicialmente, sin haber considerado la edificación existente, generando grandes cambios durante la construcción tal como se evidencia en la *Figura 24*.

**Figura 24**

*Incompatibilidad en Planos vs Replanteo - PTAR*





En la *Figura 25* se muestra la ruptura de una tubería existente de agua potable, no indicada en los planos, desencadenando demoras en los trabajos programados, situación que pudo evitarse de haber existido un Modelo Ast-Built de las Edificaciones con las instalaciones existentes.

### Figura 25

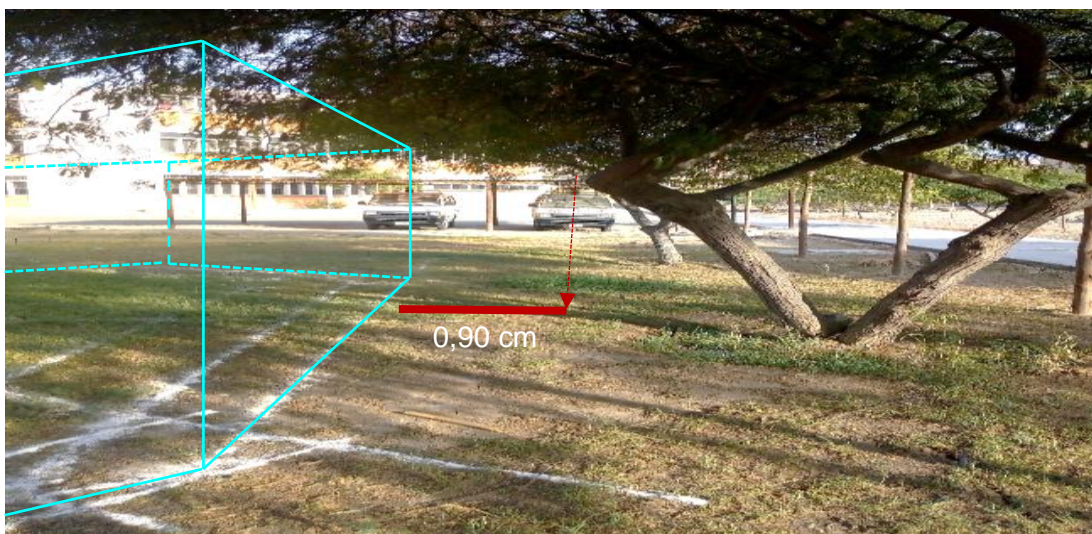
#### *Análisis de Incompatibilidad 1 - SHUNJBG*



En la *Figura 26* se muestra que las ramas del árbol invaden el ancho de 0,90 cm de la calzada de la vereda a construirse interfiriendo con la circulación peatonal.

### Figura 26

#### *Análisis de Incompatibilidad 2 - SHUNJBG*



En la *Figura 27* se observa que las ramas del árbol y cables invaden el área donde se construyó los servicios higiénicos del proyecto SHUNJBG, por lo que tuvo que moverse toda la estructura para dar solución al problema.

### **Figura 27**

#### *Análisis de Incompatibilidad 3 - SHUNJBG*



Es necesario mencionar que muchas de las inconsistencias del proyecto SHUNJBG, tuvieron una solución práctica, recorriendo la estructura completa, a fin de evitar eliminar árboles o chocar con cables existentes, finalmente se concluyó satisfactoriamente los trabajos como se aprecia en la *Figura 28*.

### **Figura 28**

#### *Solución Práctica de Incompatibilidades - SHUNJBG*



En la *Figura 29* se aprecia la reubicación de tubería de desagüe de edificación colindante, no prevista en los planos del Expediente Técnico, produciendo demoras en el normal desarrollo de las actividades programadas.

### Figura 29

#### *Análisis de Incompatibilidad 1 - DINOES*



De acuerdo a los Planos se contempla una campana extractora ubicada en la cocina, más no su sistema de canaletas para el traslado de vapores, trabajos que tuvieron que ejecutarse a fin de asegurar el funcionamiento del sistema a pesar de conllevar mayores gastos, quedando finalmente como se muestra en la *Figura 30*.

### Figura 30

#### *Análisis de Incompatibilidad 2 - DINOES*



De acuerdo a la lectura de planos no se contempla la puerta mampara que se observa en la *Figura 31*, pero tuvo que realizarse para evitar el ingreso de agua producto de las lluvias en la zona.

### Figura 31

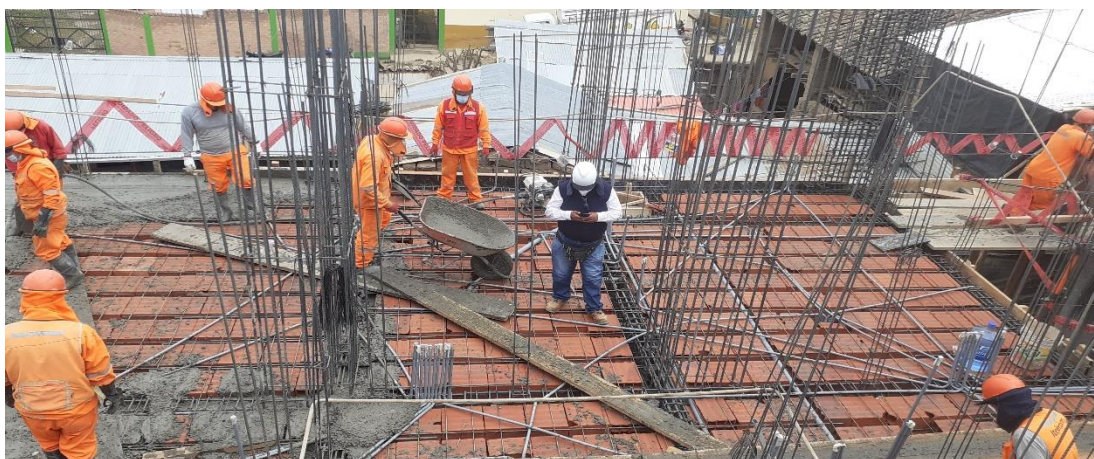
#### *Análisis de Incompatibilidad 3 - DINOES*



En la *Figura 32* se aprecia tuberías de instalaciones ubicados en el aligerado, observándose superposición de tuberías y aumentando la altura real del aligerado, trayendo consigo retrasos en el inicio de actividades, situación que pudo evitarse de haber existido un modelo 3D en el que se haya previsto estas deficiencias oportunamente.

### Figura 32

#### *Análisis de Incompatibilidad 4 - DINOES*



De acuerdo a los planos del proyecto en la azotea indica la colocación de un calentador solar, pero de acuerdo a las recomendaciones del técnico en instalaciones sanitarias se colocó un tanque elevado a fin de que el calentador solar trabaje por gravedad evitando de esa manera la ruptura de los tubos de vidrio del calentador solar debido a la presión existente en el sistema. (Ver *Figura 33*)

### **Figura 33**

*Análisis de Incompatibilidad 5 - DINOES*



En la *Figura 34* nótese la identificación de tuberías, lo cual se perderá cuando este tarrajeado dificultándose su posterior identificación, a fin de evitar esta incertidumbre, se recomienda tener un modelado 3D a fin de conocer el recorrido real de las tuberías.

-

### **Figura 34**

*Análisis de Incompatibilidad 6 - DINOES*



## 4.5 Análisis del Pliego de Observaciones

Para el presente caso de análisis se ha considerado el Anexo I-Pliego de Observaciones (2021) generado por los miembros del comité de recepción de obra del proyecto DINOES de la Oficina General de Infraestructura (MININTER), siendo las principales observaciones como se detallan a continuación:

### a) Arquitectura

- ❖ Reubicar un cuerpo de repostero en cocina. (ver *Figura 35*)
- ❖ De acuerdo a los planos 43, 44 y 45 mejorar el pegado de los carteles de señalización de la edificación. (Ver *Figura 36*)
- ❖ Mejorar el instalado de topes de estacionamiento.(Ver *Figura 37*)

### b) Sanitarias

- ❖ Identificación de cajas de registro pluvial y drenaje (Pintado de Simbología con pintura esmalte).
- ❖ Corregir ubicación de tubo cromado en SS.HH. de discapacitados.
- ❖ Adecuar salida de trampa de grasas. (Ver *Figura 38*)

### c) Eléctricas

- ❖ Replantear tablero en planos post construcción de Cuarto de Bombas.(ver *Figura 39*)
- ❖ Corregir pararrayo. (Ver *Figura 40*)
- ❖ Mejorar la instalación del tubo de escape de Grupo Electrónico. (ver *Figura 41*)

### d) Equipamiento

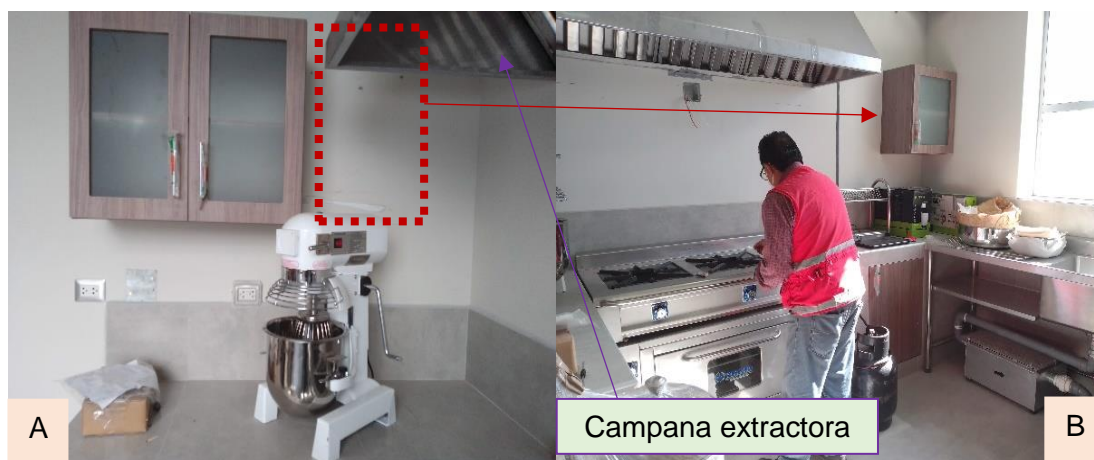
- ❖ Por seguridad los estantes deberán estar anclados a la pared. (ver *Figura 42*)

Las observaciones mencionadas son un extracto de las principales observaciones que requirieron reubicación, mejoras o correcciones, puesto que se presentaron disfuncionalidades o no guardaban armonía con el entorno.

Para mayor detalle de las principales observaciones y sus soluciones. (Véase *Figuras 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 y 42*)

### Figura 35

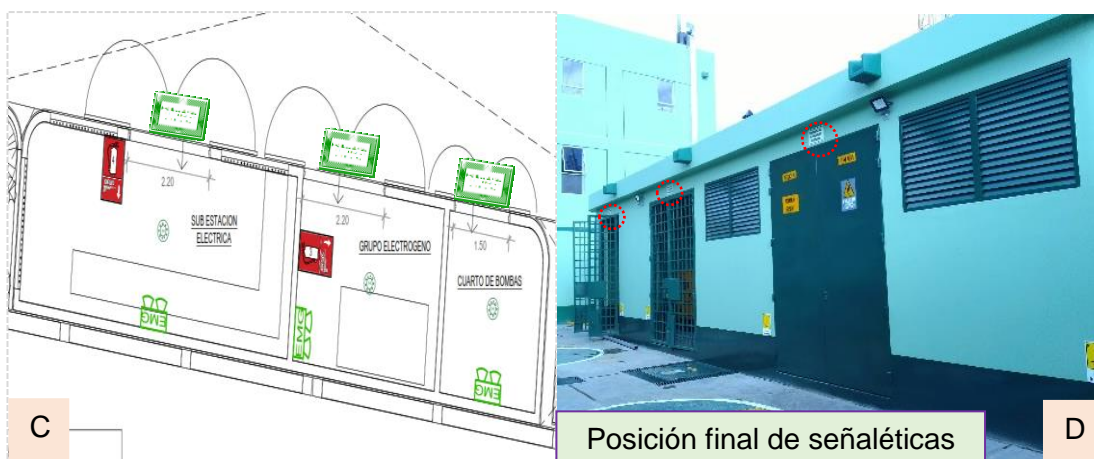
#### Solución de Observación 1 en Arquitectura - DINOES



*Nota.* En la imagen A se observa la ubicación inicial del repostero elevado, pero debido a la presencia de una campana extractora la apertura de una cajonera se ve obstruida, por lo que un cuerpo del repostero tuvo que ser reubicado a la posición mostrada en la imagen B.

### Figura 36

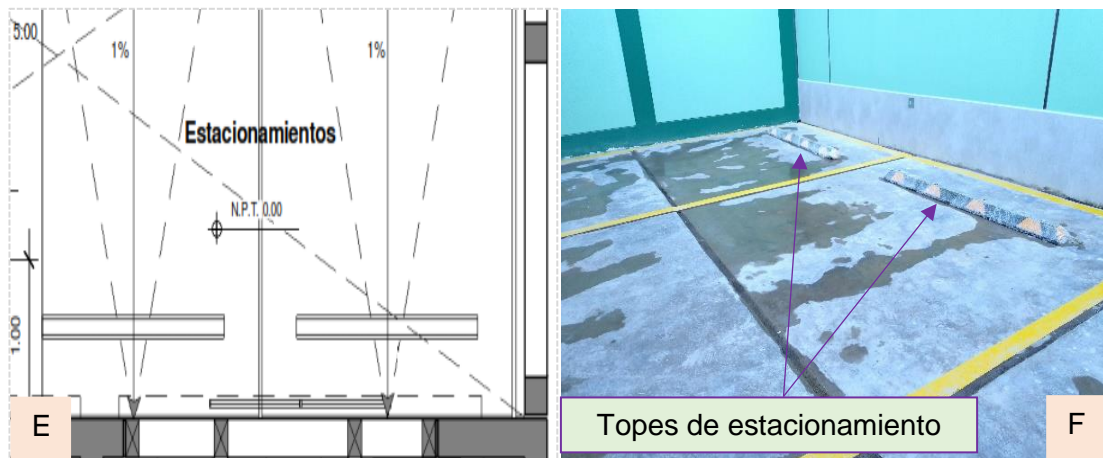
#### Solución de Observación 2 en Arquitectura - DINOES



*Nota.* En la imagen C se observa la ubicación inicial de las señales “prohibido el pase de personas no autorizadas” que acorde al plano deberían estar ubicados a 1.80 m del piso terminado, pero debido a la presencia de puertas metálicas, las señaléticas finalmente tuvieron que ser ubicados sobre las puertas, tal como se evidencia en la imagen D.

**Figura 37**

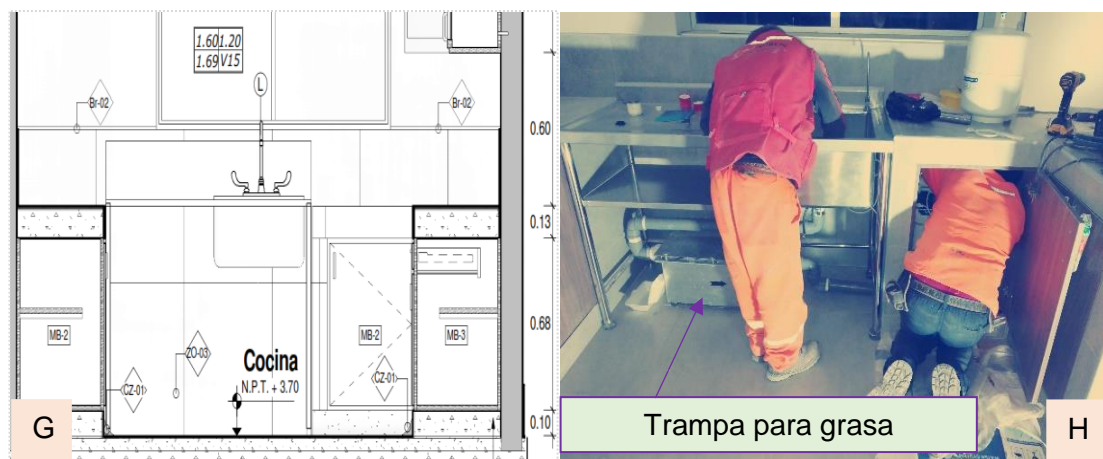
*Solución de Observación 3 en Arquitectura - DINOES*



*Nota.* En la imagen E se observa la ubicación inicial de los topes de estacionamiento (sin mayores detalles), situación que se solucionó bajo la premisa que pueda ingresar una camioneta sin chocar con las estructuras, quedando los topes finalmente como se observa en la imagen F.

**Figura 38**

*Solución de Observación 4 en Sanitarias - DINOES*

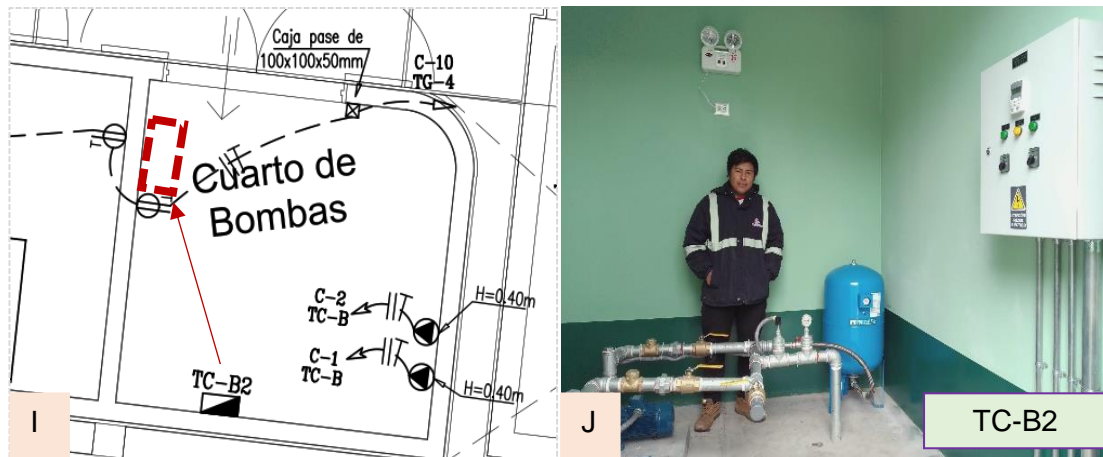


*Nota.* En la imagen G se observa un recorte de plano, donde no se muestra detalles de ubicación de la “Trampa para grasa”, por lo que fue ubicado estratégicamente debajo del lavadero tal como se evidencia en la imagen H, logrando el funcionamiento del sistema.



**Figura 39**

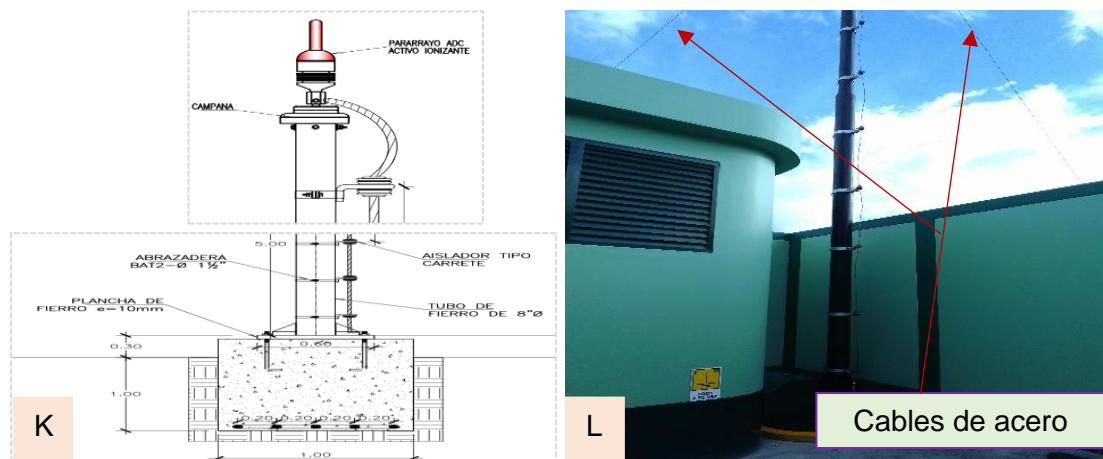
*Solución de Observación 5 en Eléctricas - DINOES*



*Nota.* En la imagen I se observa la ubicación inicial del tablero eléctrico “TC-B2” pero por motivos de espacio y fácil maniobrabilidad tuvo que ser ubicado próximo a la puerta de ingreso tal como se evidencia en la imagen I, quedando finalmente como se muestra en la imagen J.

**Figura 40**

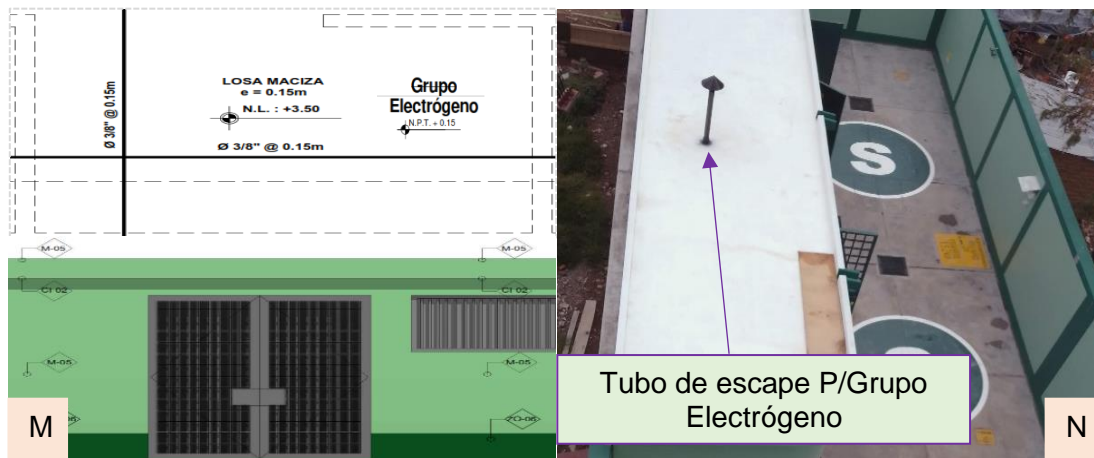
*Solución de Observación 6 en Eléctricas - DINOES*



*Nota.* En la imagen K se presenta un detalle para la instalación del poste de hierro para pararrayos, pero no se consideró los cables de acero, por lo que el contratista tuvo que asegurar la estabilidad del poste, sin interferir en edificaciones aledañas, quedando como se muestra en la imagen L.

**Figura 41**

*Solución de Observación 7 en Eléctricas - DINOES*



*Nota.* Nótese en la imagen M (planta y elevación) carece de información para la ubicación del tubo de escape del grupo electrógeno, sin embargo durante la construcción se dejó un espacio en el techo a fin de asegurar el funcionamiento del Grupo Electrónico, quedando finalmente como se muestra en la imagen N.

**Figura 42**

*Solución de Observación 8 en Equipamiento - DINOES*



*Nota.* Durante la entrega se observó que la estantería ranurada tuvo que estar asegurada a la pared, por lo que tuvo que asegurarse haciendo pequeñas perforaciones, corriendo el riesgo de chocar con tuberías de instalaciones sanitarias, que afortunadamente no fue el caso. Por otro lado debemos señalar que la necesidad de desarrollar modelos Ast-Built es sumamente necesaria, a fin de conocer el recorrido real de las tuberías en la estructura construida, contribuyendo también de esa manera la operación y mantenimiento de los proyectos.

#### **4.6 Propuesta de Plan de Ejecución Bim**

Producto del análisis de los documentos de los proyectos PTAR, SHUNJBG y DINOES, se evidencia innumerables incompatibilidades entre los planos y lo que realmente existe en campo, además debemos indicar el proceso de revisión del expediente técnico no es eficiente, puesto que aun durante la ejecución de los proyectos se evidenciaron incompatibilidades, no mencionadas en el Informe de Revisión de Expediente Técnico, para lo cual se propone un diagrama de procesos mejorado (*Ver Figura 14*)

Por otro lado debemos señalar que a futuro el Plan de Ejecución Bim se convertirá en requisito para el perfeccionamiento del Contrato (*Ver Figura 7*), en ese sentido en la sección de Anexos se propone un Modelo de Plan de Ejecución Bim, para su implementación en el Consorcio Victoria y posterior uso en durante la ejecución de futuros proyectos.

Asimismo, en la presente tesis se adjunta un Modelo de PEB para el Consorcio Victoria, ver para mayor detalle el *Anexo 2. Plan de Ejecución Bim*.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo general planteado, *“Proponer un Modelo de Plan de Ejecución BIM para su implementación en el Consorcio Victoria a fin de mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos, Tacna 2021”*.

Al respecto debemos mencionar que, según la Guía Nacional BIM (2021, p.118) en su *sección 5.5.3.2 Actividad 2: Procedimiento de selección*, señala que una de las actividades de los Postores es la Elaboración del Plan de Ejecución, en ese sentido debemos señalar que en la presente tesis se ha redactado un modelo estándar de Plan de Ejecución Bim el cual servirá de plantilla para su implementación en el Consorcio Victoria y posterior uso en futuros proyectos.

De acuerdo al primer objetivo propuesto, *“Determinar el nivel de madurez bim actual del Consorcio Victoria, Tacna 2021”*.

Al respecto debemos señalar que el nivel de madurez bim del Consorcio Victoria es inexistente, pero con la aplicación del Plan de Ejecución Bim en un proyecto piloto, se alcanzaría un nivel de madurez inicial, con ello se estaría formado parte del 14 % - 22 % de MYPES que están dando los primeros pasos en implementar el BIM en sus procesos, tal como lo señala Farfán Tataje y Chavil Pisfil (2016) en sus tesis *“Análisis y Evaluación de la Implementación de la Metodología BIM en Empresas Peruanas”*, donde en una de sus conclusiones menciona que *“las grandes empresas que implementan BIM tienen un nivel de madurez BIM (NMB) mediano (41 % - 63 %) en contraste con las empresas medianas o pequeñas que implementan BIM que tienen un NMB bajo (14 % - 22 %)”*.

De acuerdo al segundo objetivo propuesto, *“Explicar las principales incompatibilidades de los proyectos ejecutados por el Consorcio Victoria en el lapso de diciembre del 2019 a febrero del 2021”*.

Producto de la técnica del análisis documental descritos por Quintana y Motgomery (2006), se consiguió analizar las principales incompatibilidades de los tres proyectos estudiados así como la solución que se le dio durante la ejecución, así mismo en las *Figuras 10, 13 y 14* se ilustran procesos de trabajo bajo el enfoque bim, mismas que permitirán la construcción digital más de una vez, eliminando la mayor cantidad de incompatibilidades e interferencias antes de la ejecución real de los proyectos.

De acuerdo al tercer objetivo propuesto, *“Proponer flujos de trabajo BIM para mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos del Consorcio Victoria, Tacna 2021”*.

Al respecto debemos mencionar que se consiguió adaptar 10 diagramas de flujo bim a partir de los propuestos por Universidad de Pensilvania en el Bim Execution plan Guide V 2.1 (2010), esto con el propósito de mejorar la comunicación del equipo de ejecución durante todo el proceso constructivo, puesto que en él se describen procedimientos estructurados para la gestión de la información, procesos, roles, responsabilidades, entregables, etc. Con la finalidad de cumplir las metas del proyecto así como los términos de referencia bim del cliente y/o objetivos propios del Consorcio Victoria.

## CONCLUSIONES

Producto del análisis y procesamiento documental de los proyectos estudiados se logró redactar un modelo de Plan de Ejecución Bim en el que se describen procedimientos estructurados a seguir con la finalidad de estimular la planificación y comunicación de los involucrados, así como la estandarización de los documentos relativos al proyecto en el que se use metodologías de trabajo bim. Por lo que la implementación y utilización de un plan de ejecución bim en el Consorcio Victoria influye de manera favorable en la ejecución de futuros proyectos.

Producto de la investigación realizada se concluye que el Nivel Madurez BIM realizada en la página web de Ingeniería Asistida por Computador S.A.S. Se obtuvo un resultado por debajo del 25% en la evaluación, lo cual sitúa el grado de madurez bim en *Nivel Inexistente*, pero se alcanzaría un *Nivel Inicial*, con la implementación de un Plan de Ejecución Bim en el Consorcio Victoria.

Se estudió los procesos tradicionales que utilizó el Consorcio Victoria en los proyectos PTAR, SHUNJBG y DINOES ejecutados en el lapso de diciembre del 2019 a febrero del 2021, llegando a la conclusión que en el 100% de procesos de generación de los Informes Técnicos de Revisión del Expediente Técnico y procesos constructivos se ha utilizado metodologías tradicionales de ejecución y producto de ello se ejecutó más de una actividad no presupuestada ni prevista en los planos contractuales, por lo que la utilización de metodologías tradicionales de construcción seguirá influyendo de manera negativa en el Consorcio Victoria, situación que se mejorará con la utilización de softwares BIM puesto que estos permiten reducir los tiempos de obtención de cuantificaciones, planos de Post-Construcción y producción de un Modelo bim Ast-Built que contribuirá en la operación y mantenimiento de los activos construidos.

Se logró proponer 4 diagramas de flujo bim y 10 procesos bim traducidos y adaptados del Project Execution Planning Guide versión 2.1 en los que se describen procedimientos estructurados para la utilización de los involucrados a fin de mejorar la eficiencia en la ejecución de futuros proyectos del Consorcio Victoria.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a los directivos del Consorcio Victoria, utilizar el Plan de Ejecución Bim propuesto en un proyecto piloto en aras de incorporar nuevas metodologías de trabajo bajo el enfoque bim, dado que a julio del 2030 las contrataciones con el estado serán normadas y obligatorias.

A la entidad pública y empresas privadas que aún no están inmersos en el uso de metodologías modernas de construcción, se recomienda evaluar sus niveles de madurez bim, a fin de trazar un camino a seguir y de esa manera incorporar satisfactoriamente la metodología bim antes de julio del 2030. Así mismo se sugiere incorporar de un entorno común de datos para la gestión de proyectos en un espacio virtual.

Se recomienda a las empresas privadas ligadas a la construcción, que aún no han tomado la iniciativa de mejorar sus procesos tradicionales a escribir sus manuales, estándar o Planes de Ejecución Bim con la finalidad de estandarizar sus procesos de ejecución de proyectos haciendo uso de la tecnología disponible.

A todos los profesionales en general, se recomienda mapear sus procesos actuales a fin de obtener un flujo de trabajo que contribuya a la realización cada vez más ágil de sus actividades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bances Nuñez, P. X., & Falla Ravines, S. H. (2015). *La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar "Los Claveles" en Trujillo - Perú [Tesis de Grado, Universidad Privada Atenor Orrego]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2041>
- Bermejo García, J. B. (2018). *Aplicación de la metodología BIM al proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial-modelo BIM 4D planificación. [Trabajo Fin de Master, Universidad de Sevilla]*. RepositorioInstitucional. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/71273/fichero/TFM-1273-BERMEJO.pdf>
- Building SMART. (2014). *Revista española de BIM n°14/01*.
- Decreto Supremo N° 108-2021-EF. (15 de Mayo de 2021). *[Ministerio de Economía y Finanzas del Perú] Actualización a las Disposiciones para la Incorporación Progresiva de BIM en la Inversión Pública*.
- Decreto Supremo N°289-2019-EF. (8 de Setiembre de 2019). *[Ministerio de Economía y Finanzas del Perú] Disposiciones para la Incorporación Progresiva de BIM en la Inversión Pública*.
- Farfán Tataje, E. Z., & Chavil Pisfil, J. D. (2016). *Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/10757/621662>
- Gobierno de España. (2018). *[Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España] Guía Transversal para la Elaboración del Plan de Ejecución Bim*. España. [www.esbim.es](http://www.esbim.es)
- GUÍA NACIONAL BIM. (2021). *Gestión de la Información para inversiones desarrolladas en BIM*. Lima.
- Instituto Nacional de Calidad (2021a). (NTP-ISO 19650-1: 2021). *Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil incluyendo el modelado de la información de la construcción (BIM). Parte 1: Conceptos y principios*. Lima: INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad. (2021b). ( NTP-ISO 19650-2:2021). *Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil incluyendo el modelado de la información de la construcción (BIM). Parte 2: Fase de ejecución de los activos*. Lima: INACAL.




- Lindblad, H. (2013). *Estudio del proceso de implementación de BIM en proyectos de construcción [Tesis de maestría, KTH Architecture and the Built Environment ]*. Estocolmo. <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:633132/FULLTEXT01>
- Miñín Medina, F. E. (2018). *Implementación del BIM en el edificio multifamiliar "Fanning" para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores - Lima 2018 [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38251>
- Quintana, A. y Montgomery, W. (2006). *Metodología de Investigación Científica Cualitativa*. Lima.
- Universidad de Pensilvania. (2010). *Guía y plantillas de planificación de ejecución de proyectos BIM v. 2.1*. <http://www.engr.psu.edu/bim>
- UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA - FAING. (2017). *Manual para la presentación de planes e informes de investigación*. Tacna.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título : "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB) EN EL CONSORCIO VICTORIA PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS, TACNA – 2021"				
Problema	Objetivo	Variables e Indicadores		Metodología
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>V. Independiente</b>		<b>1.- Tipo de Investigación:</b> Tipo Descriptivo  <b>2.- Diseño de Investigación:</b> Diseño Documental  <b>3.- Nivel de Investigación:</b> Comprensivo  <b>4.- Población:</b> Documentos de los proyectos del Consorcio Victoria: PTAR, SHUNJBG y DINOES
¿De qué manera la implementación de un Plan de Ejecución Bim en el Consorcio Victoria influye en la eficiencia durante la ejecución de proyectos, Tacna 2021?	Proponer un Modelo de Plan de Ejecución BIM para su implementación en el Consorcio Victoria a fin de mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos, Tacna 2021.	Plan de Ejecución Bim		
		Dimensiones	Indicadores	
		-Gestión de la información.  -Estandarización para la generación de modelos de información.	-Proceso de Trabajo BIM.  -Calidad del Modelo 3D	
<b>P. Específicos</b>	<b>O. Específicos</b>	<b>V. Dependiente</b>		<b>5.- Muestra:</b> Documentos de los Proyectos PTAR, SHUNJBG y DINOES: -Bases integradas y/o términos de referencia (TDR). -Informe técnico de revisión del expediente técnico. -Planos y fotos del proceso constructivo. -Acta de observaciones de primera entrega de obra.
a) ¿Cuál es el nivel de madurez bim actual del Consorcio Victoria, Tacna 2021?	a) Determinar el nivel de madurez bim actual del Consorcio Victoria, Tacna 2021.	Eficiencia en la Ejecución de proyectos		
		Dimensiones	Indicadores	
b) ¿De qué manera influye los procesos tradicionales en los proyectos ejecutados por el Consorcio Victoria en el lapso de diciembre del 2019 a febrero del 2021?  c) ¿Cómo influye la utilización de flujos de trabajo bim en la eficiencia de ejecución de proyectos del Consorcio Victoria, Tacna 2021?	b) Explicar las principales incompatibilidades de los proyectos ejecutados por el Consorcio Victoria en el lapso de diciembre del 2019 a febrero del 2021.  c) Proponer flujos de trabajo BIM para mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos del Consorcio Victoria, Tacna 2021.	-Construcción virtual.  -Planificación 4D.	-Cuantificación de recursos e insumos a utilizar.  -Optimización de plazos de proyectos.	

### Anexo 2. Plan de Ejecución BIM (incluye 27 páginas y 10 diagramas de procesos)

	PLAN DE EJECUCIÓN BIM - DEFINITIVO	Código	PEB - 01
	CODIGO DEL PROYECTO: "DINOES"	Versión	V 1.0
		Página	1 de 27


## PLAN DE EJECUCIÓN BIM

**PROYECTO:** "COLOCAR EL NOMBRE COMPLETO DEL PROYECTO"

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<hr/> Representante Común (Parte Designada Principal 1)	<hr/> Residente de Obra (Parte Designada)	<hr/> Supervisor de Obra (Parte Designada Principal 2)

## CONTENIDO DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
<b>ALCANCE</b> .....	<b>3</b>
<b>HISTÓRICO DE REVISIONES DEL PEB</b> .....	<b>3</b>
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	<b>4</b>
1.1 INVOLUCRADOS PRINCIPALES DEL PROYECTO .....	4
1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	4
1.3 DATOS DEL PROCESO DE SELECCIÓN .....	5
1.4 DATOS DEL CONTRATO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	5
1.5 HITOS DEL PROYECTO .....	5
1.6 OBJETIVOS BIM DE LA PARTE QUE DESIGNA .....	6
1.7 OBJETIVOS Y USOS BIM DE LA PARTE QUE DESIGNA .....	7
1.8 DOCUMENTOS DE REFERENCIA DEL PROYECTO .....	7
<b>II. USOS DEL MODELO DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>8</b>
2.1 USOS PREVISTOS PARA LA ETAPA DE EJECUCIÓN .....	8
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS USOS PREVISTOS PARA LA ETAPA DE EJECUCIÓN .....	8
2.3 USOS BIM PREVISTOS PARA LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	9
<b>III. ENTREGABLES BIM</b> .....	<b>10</b>
3.1 LISTA DE ENTREGABLES .....	10
3.2 NIVEL DE INFORMACIÓN NECESARIA (LOIN) .....	10
<b>IV. ORGANIZACIÓN DEL MODELO DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>11</b>
4.1 ESTRUCTURA DE CARPETAS .....	11
4.2 SISTEMA DE COORDENADAS .....	11
4.3 PARÁMETROS DEL MODELO .....	12
4.4 NIVELES Y EJES DE REFERENCIA .....	13
4.5 BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MODELADO .....	13
<b>V. VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES BIM</b> .....	<b>14</b>
5.1 CRITERIOS PARA EL CONTROL DE LOS MODELOS 3D .....	14
5.2 TABLA DE VERIFICACIÓN DEL LOIN DE LOS MODELOS 3D .....	15
5.3 LISTA DE ENTREGABLES DEL PROYECTO .....	16
<b>VI. RECURSOS</b> .....	<b>17</b>
6.1 RECURSOS HUMANOS .....	17
6.1.1 <i>Involucrados del Proyecto</i> .....	17
6.1.2 <i>Contactos Clave del Equipo de Ejecución</i> .....	17
6.1.3 <i>Roles y Responsabilidades</i> .....	17
6.1.4 <i>Organigrama del Equipo de Proyecto</i> .....	18
6.2 RECURSOS MATERIALES .....	18
6.2.1 <i>Requisitos de Hardware</i> .....	18
6.2.2 <i>Requisitos de Software</i> .....	19
<b>VII. SISTEMA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>20</b>
7.1 ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN EN EL CDE .....	20
7.2 ESTRUCTURA DE CARPETAS DEL CDE .....	20
7.3 ESTRATEGIA DE COLABORACIÓN .....	21
7.4 ESTRATEGIA DE REPORTES .....	22
7.5 ESTRATEGIA DE REUNIONES .....	22
7.6 HISTORIAL DE SESIONES ICE .....	23
<b>VIII. ESTÁNDARES PARA EL MODELADO BIM</b> .....	<b>24</b>
8.1 IDENTIFICADORES PARA PLANOS Y MODELOS 3D .....	24
8.2 CÓDIGO DE COLORES POR ESPECIALIDAD .....	25
<b>IX. PROCESOS BIM</b> .....	<b>26</b>
9.1 PROCESO DE GENERACIÓN DE MODELOS BIM Y DERIVADOS .....	26
9.2 PROCESO DE VERIFICACIÓN DE MODELOS BIM .....	26
9.3 DIAGRAMA RECOMENDADO PARA LA GENERACIÓN DE PROCESOS BIM .....	26
9.4 PROCESO DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN BIM ENTRE LOS INVOLUCRADOS .....	27

	PLAN DE EJECUCIÓN BIM - DEFINITIVO	Código	PEB - 01
	CODIGO DEL PROYECTO: "DINOES"	Versión	V 1.0
		Página	3 de 27

## PRESENTACIÓN

El presente Plan de Ejecución BIM, en adelante PEB, describe la metodología de trabajo, los procesos, las características técnicas, los roles BIM, las responsabilidades y los entregables que responden a los requisitos de intercambio información (EIR) establecidos por la Entidad (Parte que Designa) y complementada por el Contratista (Partes Designada Principal), así como el plantel profesional clave y de apoyo (Partes Designadas) quienes forman parte del Equipo de Ejecución.

Asimismo, con la utilización del PEB se pretende cumplir con los objetivos, metas, plazos del proyecto, reducir la cantidad interferencias e incompatibilidades y mejorar la comunicación de todos los involucrados de la ejecución del proyecto.

Este es un Modelo de PEB, será responsabilidad de los redactores del PEB adaptar el modelo propuesto, acorde a la naturaleza de cada proyecto.

## OBJETIVOS

En este apartado el redactor debe plasmar los objetivos que debe cumplir el PEB redactado para el proyecto "DINOES". Se recomienda que el PEB sirva al menos, como documento base para todos los agentes involucrados en generar y utilizar modelos bim u obtener información a partir de los modelos.


## ALCANCE

En este apartado el redactor deberá definir el alcance del PEB, como mínimo, que fases del proyecto "DINOES" cubre, así como los aspectos que han sido contemplados en su redacción.

## HISTÓRICO DE REVISIONES DEL PEB

En este apartado se especificará el proceso de cambios y su incorporación a la última versión publicada del Plan de Ejecución BIM.

Versión	Fecha de Actualización	Responsable	Motivo de Modificación
1.0	dd/mm/aaaa	Nombres y Apellidos	Publicación Versión 1.0
2.0	dd/mm/aaaa	Nombres y Apellidos	Ej. Modificación de los usos de los modelos
3.0	dd/mm/aaaa	Nombres y Apellidos	Ej. PEB definitivo

	PLAN DE EJECUCIÓN BIM - DEFINITIVO	Código	PEB - 01
	CODIGO DEL PROYECTO: "DINOES"	Versión	V 1.0
		Página	4 de 27

## I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 Involucrados Principales del Proyecto	
Código de Identificación del Proyecto	Elegir un código con el que se reconocerá al proyecto.
Parte que Designa	Colocar el nombre de la ENTIDAD o CLIENTE.
Parte Designada Principal 1	Colocar el nombre de la SUPERVISIÓN.
Parte Designada Principal 2	Colocar el nombre del CONTRATISTA.
Parte Designada	Colocar el nombre del RESIDENTE.

1.2 Ubicación del Proyecto	
País	Colocar el nombre del país.
Departamento	Colocar el nombre del departamento.
Provincia	Colocar el nombre de la provincia.
Distrito	Colocar el nombre del distrito.
Dirección	Colocar la dirección del proyecto.

Insertar:

- Imagen de la ubicación del proyecto obtenido de google maps.



Figura 1. Ubicación del proyecto Ejemplo: (<https://goo.gl/maps/qeTHvsbG7ceGtCSd6>)

- Link de ubicación del proyecto obtenido de google maps.

### 1.3 Datos del Proceso de Selección

Nro. de Proceso	Colocar Nro. del Proceso.
Sistema de Contratación	Colocar el Sistema de Contratación.
Modalidad de ejecución	Colocar la Modalidad de Ejecución.

### 1.4 Datos del Contrato de Ejecución del Proyecto

Monto de contrato	Colocar el monto del contrato.
Fecha de firma de contrato	dd/mm/aaaa
Nro. de contrato	Colocar Nro. de Contrato.
Plazo de ejecución del proyecto	XXX días calendario.
Fecha de entrega de terreno	dd/mm/aaaa
Inicio contractual del plazo del proyecto	dd/mm/aaaa
Vencimiento del plazo contractual del proyecto	dd/mm/aaaa
Fecha de Acta de 1ra verificación física	dd/mm/aaaa
Fecha de levantamiento de observaciones	dd/mm/aaaa
Fecha de acta de recepción de obra	dd/mm/aaaa

### 1.5 Hitos del Proyecto

Hito/Fase	Entregables	Responsable	Fecha de Entrega
a) Antes de la ejecución física			
Buena Pro (Firma de Contrato)	Contrato de ejecución	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa
Reunión de Lanzamiento	Plan de Ejecución Bim	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa
b) Durante la ejecución física			
Inicio de plazo de ejecución	Informe Técnico de Revisión del Expediente Técnico de Obra	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa
Durante la ejecución del proyecto	Modelo BIM Coordinado	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa
Durante la ejecución del proyecto	Planos de Replanteo	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa
Durante la ejecución del proyecto	Cuantificaciones de las partidas más influyentes	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa
c) Al término de la ejecución física			
Fin de plazo de ejecución	Modelo As-Built	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa
Después de la ejecución	Planos Post-Construcción	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa
Después de la ejecución	Lecciones Aprendidas	Parte Designada Principal 1	dd/mm/aaaa

## 1.6 Objetivos BIM de la Parte que Designa

En ese apartado se debe listar los objetivos BIM de la Parte que Designa (Cliente) por ejemplo:

- ❖ Obtener un modelo BIM As-Built del proyecto DINOES con la finalidad de proporcionar información útil para futuras ampliaciones u operación y mantenimiento del activo construido.
- ❖ Reducir el tiempo de producción de documentación contractual (Planos 2D de Replanteo y Post-Construcción) de las diferentes especialidades.
- ❖ Acelerar la producción de metrados y cuantificaciones gruesas, cuyos insumos podrán salir directamente del modelo bim.
- ❖ Asegurar la confiabilidad y compatibilidad de los juegos de planos de las diferentes especialidades, al ser generados directamente de los modelos.
- ❖ Reducir los Requerimientos de Información (RFI) y consultas de obra al hacer la revisión del diseño en modelos integrados desde la etapa de diseño, adelantando estas consultas de la fase de ejecución hacia la fase de diseño, por medio del trabajo colaborativo entre todas las partes involucradas.
- ❖ Optimizar la definición de elementos que componen las partidas y valores unitarios mediante la incorporación de información no gráfica (LOI) en los elementos del modelo.
- ❖ Mejorar la comunicación del equipo de ejecución mediante diagramas de flujo de trabajo.
- ❖ Reducir los conflictos entre especialidades, mediante la detección de anticipada de Interferencias en los diferentes modelos BIM tanto usando software como mediante inspección visual.
- ❖ Realizar la gestión del proyecto en un entorno de datos comunes (CDE) o espacio virtual que permita la planificación y seguimiento del proyecto en construcción.
- ❖ Estandarizar la nomenclatura de carpetas y/o archivos relativos al proyecto en ejecución.



### 1.7 Objetivos y Usos BIM de la Parte que Designa

Enumerar y/o nombrar de manera concisa los objetivos generales y específicos de la Parte que Designa (Cliente), por ejemplo:

Objetivos BIM		USOS BIM
Generales	Específicos	
Gestión de la Planificación del proyectos	Elaborar el Informe Técnico de Revisión del Expediente Técnico de Obra	Levantamiento de condiciones existentes
	Elaborar un Plan de Ejecución Bim	Planificación de la fase de ejecución
Reducir los tiempos de ejecución del proyecto	Reducir el tiempo de producción de documentación gráfica de las diferentes especialidades	Elaboración de documentación
	Acelerar la producción de metrados y tablas de cuantificación	Estimación de cantidades y costos
Asegurar la constructibilidad de los diseños	Asegurar la confiabilidad en los juegos de planos de las diferentes especialidades	Visualización 3D y Postproducción
	Reducir los Requerimientos de Información y consultas de obra	Coordinación de la información
Reducir la incertidumbre del valor de la obra	Optimizar la definición de elementos que componen las partidas	Estimación de cantidades y costos
	Mantener un listado de activos actualizada	Elaboración de documentación
Asegurar la operación y mantenimiento del activo	Facilitar el entendimiento del diseño	Visualización 3D
	Representación digital del activo	Modelo de información Ast-Built


### 1.8 Documentos de Referencia del Proyecto

Listar los documentos y/o normas vigentes utilizadas como referencia durante la elaboración del Plan de Ejecución BIM.

Por ejemplo.

Para la generación del presente Plan de Ejecución BIM se ha recurrido a los siguientes documentos:

- ❖ Guia Transversal para la elaboración del Plan de Ejecución BIM. ([www.esbim.es](http://www.esbim.es))
- ❖ Guia Transversal "Plantilla Plan de Ejecución BIM". ([www.esbim.es](http://www.esbim.es))
- ❖ Guia Nacional Bim "Gestión de la Información para inversiones desarrolladas con BIM". (<https://www.mef.gob.pe>)
- ❖ BIM Project Execution Planning Guide, Versión 2.1 "Template Process Maps" (<http://www.engr.psu.edu/ae/cic/bimex>)

	PLAN DE EJECUCIÓN BIM - DEFINITIVO	Código	PEB - 01
	CODIGO DEL PROYECTO: "DINOES"	Versión	V 1.0
		Página	8 de 27

## II. USOS DEL MODELO DE INFORMACIÓN

2.1 Usos Previstos para la Etapa de Ejecución			
Usos BIM	Descripción	Fase de Ejecución	
		¿Aplica?	Responsable
Uso 1	Levantamiento de condiciones existentes	Si	Parte Designada Principal 1 (Contratista)
Uso 2	Modelado de Especialidades	Si	
Uso 3	Elaboración de documentación	Si	
Uso 4	Visualización 3D	Si	
Uso 5	Coordinación de la información	Si	
Uso 6	Estimación de cantidades y costos	Si	
Uso 7	Detección de interferencias e incompatibilidades	Si	
Uso 8	Planificación de la fase de ejecución	Si	
Uso 9	Modelo de información Ast-Built	Si	

2.2 Descripción de los Usos Previstos para la Etapa de Ejecución	
<p>Describir de manera concisa los usos previstos para la etapa de ejecución del proyecto.</p>	
Usos BIM	Descripción
Uso 1	Utilización de modelos de información representando condiciones existentes del entorno, instalaciones o espacios específicos, para lo cual se hace uso de sistemas tecnológicos como escaneo láser, drones y/o técnicas convencionales.
Uso 2	Modelado de las especialidades requeridas para el proyecto de inversión realizando modelos de información.
Uso 3	Utilización del modelo de información para extraer datos esenciales y documentación técnica requerida para el desarrollo de los activos, así como para el desarrollo de planos.
Uso 4	Utilización del Modelo de Información para mostrar, comunicar y pre visualizar el activo mediante imágenes 3D, fotomontajes, recorridos virtuales y otras herramientas gráficas visuales. Facilitar el entendimiento de la propuesta de diseño entre los diferentes miembros del Equipo del Proyecto.
Uso 5	Es la acción donde las partes involucradas coordinan el desarrollo del modelo de información, haciendo uso de software y plataformas que admiten los distintos formatos de intercambio de información.
Uso 6	Utilización del Modelo de Información para generar cantidades de componentes y materiales del activo, para que, en base a esta información, se realicen las estimaciones de costos.
Uso 7	Detección de interferencias en la geometría del Modelo de Información. Este proceso puede usar software de análisis de interferencias para automatizar el proceso de revisión; sin embargo, también puede realizarse de manera visual a través de recorridos virtuales.
Uso 8	Planificación para determinar las fases o etapas constructivas de la inversión a partir de un Modelo de Información. La aplicación de este uso permite controlar y optimizar la fase de ejecución y el tiempo de la inversión.
Uso 9	Representación precisa de las condiciones físicas, el entorno e instalaciones de un activo en un Modelo de Información.

## 2.3 Usos Bim Previstos para la Fase de Operación y Mantenimiento

Este apartado se refiere a los usos que se pretende cumplir en la fase de operación y mantenimiento, esto con la finalidad de asegurar la operación y mantenimiento al término de la construcción del activo.

Dentro de los usos de la fase de funcionamiento se pueden considerar, por ejemplo:

- ❖ Gestión de activos.
- ❖ Programación de operación y mantenimiento.
- ❖ Análisis de los sistemas del activo.
- ❖ Planificación y prevención de desastres.

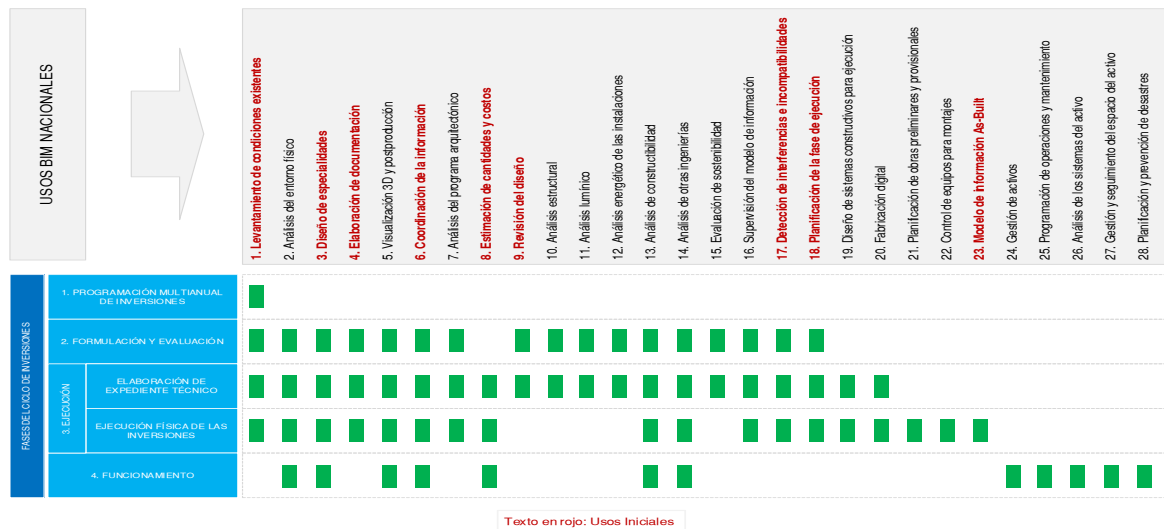



Figura 2. Usos bim nacionales vs las fases del ciclo de inversión, Guía Nacional BIM, (2021).

	PLAN DE EJECUCIÓN BIM - DEFINITIVO	Código	PEB - 01
	CODIGO DEL PROYECTO: "DINOES"	Versión	V 1.0
		Página	10 de 27

### III. ENTREGABLES BIM

<h4>3.1 Lista de Entregables</h4> <p>Listar los entregables previstos en los Términos de Referencia BIM del Proyecto "DINOES":</p> <p>Por ejemplo:</p> <p><u>Modelos de Información:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Presentar un Modelo BIM (acorde al Expediente Técnico).</li> <li>❖ Modelo BIM de Construcción (con los posibles errores de diseño subsanados).</li> <li>❖ Modelo de As-Built (acorde a la construcción realmente ejecutada).</li> <li>❖ Documentación 2D (Planos generados desde a partir de modelos BIM).</li> <li>❖ Modelos bim en formato nativo</li> </ul>
--

#### 3.2 Nivel de Información Necesaria (LOIN)

A continuación se presenta un ejemplo con el Nivel de Información Necesaria que se debe cumplir por cada elemento modelado, la misma que servirá para controlar la verificación de entregables bim.





EJEMPLO DE LOD EN EDIFICACIONES: SISTEMA DE DRYWALL (Sistema constructivo no convencional)					
Nivel de detalle	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
Referencia	Elementos representados de forma conceptual	Elementos representados de forma genérica	Elementos representados de forma definida	Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos verificados (As-built)
DESCRIPCIÓN	Los muros se representan como un único conjunto manteniendo el espesor aproximado. Los diseños y las ubicaciones son flexibles a las modificaciones.	Los muros son diferenciados por el tipo de material, como por ejemplo, muros de drywall y muros de drywall RF. Los muros son modelados considerando el espesor aproximado de sus componentes, como por ejemplo las estructuras metálicas, aisladores, acabados, planchas de yeso entre otros. La apariencia considera colores para representar el material.	Los muros son modelados considerando el espesor definido de sus componentes. Asimismo, considera detalles ornamentales, como zócalos y contrazócalos. El enchapado de mayólicas y porcelanato son representados según la dimensión y divisiones. La apariencia considera texturas para representar el material.	Las estructuras metálicas o de madera son modeladas considerando la medida de los perfiles. Las aperturas se modelan considerando dimensiones específicas. Asimismo, considera sujetadores, accesorios de anclaje, entre otros. La apariencia considera texturas para representar el material.	Los muros modelados representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación del proyecto terminado.
Imagen de referencia					*MODELO AS-BUILT
EJEMPLO DE LOI EN EDIFICACIONES: SISTEMA DE DRYWALL (Sistema constructivo no convencional)					
Nivel de información	LOI 1	LOI 2	LOI 3	LOI 4	LOI 5
Referencia	Suficiente información para la identificación y la prefactibilidad	Suficiente información para la investigación y la factibilidad	Suficiente información para el diseño	Suficiente información para la construcción	Suficiente información para la gestión de activos
DESCRIPCIÓN	<p><b>Identificación de los elementos:</b> Muro</p> <p><b>Contenido de información:</b></p> <p>Los muros que rodean el área técnica de un piso de oficinas deben tener la clasificación de fuego adecuada, la resistencia estructural adecuada para sostener las unidades ancladas y el aislante acústico para evitar que el sonido de los equipos llegue a las oficinas.</p>	<p><b>Identificación de los elementos:</b> Muro de Drywall cortatejo</p> <p><b>Contenido de información:</b></p> <p><b>Resistencia al fuego</b> <b>Refuerzo estructural:</b> Perfiles de acero galvanizado. <b>Aislamiento acústico:</b> 50 db</p>	<p><b>Identificación de los elementos:</b> Muro de Drywall cortatejo RF 120</p> <p><b>Contenido de información:</b></p> <p><b>Resistencia al fuego:</b> Las placas de yeso están diseñadas para muros cortatejo, en áreas donde se necesita cumplir con un RF 120. <b>Aislamiento acústico:</b> Aislación acústica de fibra de vidrio 50 mm de espesor. <b>Revestimiento:</b> Placa de revestimiento de Yeso de 19 mm (1/2").</p> <p><b>Refuerzo estructural:</b> Montante de acero galvanizado 90 x 38 x 12 x 0,85 mm y perfil de 92 x 30 x 0,50 mm. Las montantes serán separados por 0,60m a eje</p>	<p><b>Identificación de los elementos:</b> Tabique de Drywall Cortatejo RF 120 (en base a las especificaciones del proveedor).</p> <p><b>Contenido de información:</b></p> <p><b>Resistencia al fuego:</b> Las placas de yeso están diseñadas para muros cortatejo, en áreas donde se necesita cumplir con un RF 120 (en base a las especificaciones del proveedor). <b>Aislamiento acústico:</b> Aislación acústica de fibra de vidrio 50 mm de espesor (en base a las especificaciones del proveedor). <b>Revestimiento:</b> Placa de revestimiento de Yeso de 19 mm (1/2") (en base a las especificaciones del proveedor). <b>Refuerzo estructural:</b> Montante de acero galvanizado 90 x 38x 12 x 0,85 mm y perfil de 92 x 30 x 0,50 mm. Las montantes serán separados por 60cm a eje.</p>	<p><b>Identificación de los elementos:</b> Código de activo: Código.</p> <p><b>Contenido de información:</b></p> <p>Vida útil prevista: 20 años. Manual de operación y mantenimiento Fecha de inicio de la garantía: 2021-26-04</p>
DOCUMENTOS DE APOYO					
	<p><b>Tipos de documentos:</b> Bocetos dibujados y esquemas gráficos.</p> <p><b>Formas para asociar los documentos al modelo de información:</b> Los documentos son insertados dentro del contenedor de información</p>	<p><b>Tipos de documentos:</b> Fotografías, imágenes.</p> <p><b>Formas para asociar los documentos al modelo de información:</b> Los documentos son insertados dentro del contenedor de información</p>	<p><b>Tipos de documentos:</b> No se requiere asiciar documentos de apoyo.</p> <p><b>Formas para asociar los documentos al modelo de información:</b> N/A</p>	<p><b>Tipos de documentos:</b> Especificaciones Técnicas y manual de la instalación.</p> <p><b>Formas para asociar los documentos al modelo de información:</b> Los documentos son vinculados en los parámetros de los elementos dentro del contenedores de información a través de enlaces URL.</p>	<p><b>Tipos de documentos:</b> Especificaciones técnicas y manual de la instalación</p> <p><b>Formas para asociar los documentos al modelo de información:</b> Los documentos son vinculados en los parámetros de los elementos dentro del contenedores de información a través de enlaces URL.</p>

Figura 3. Ejemplo de Nivel de Información Necesaria, Anexo A. Guía Nacional Bim, (2021).

## IV. ORGANIZACIÓN DEL MODELO DE INFORMACIÓN

### 4.1 Estructura de Carpetas

Todo los involucrados del proyecto deberán respetar la siguiente estructura de carpetas y nomenclatura de archivos:

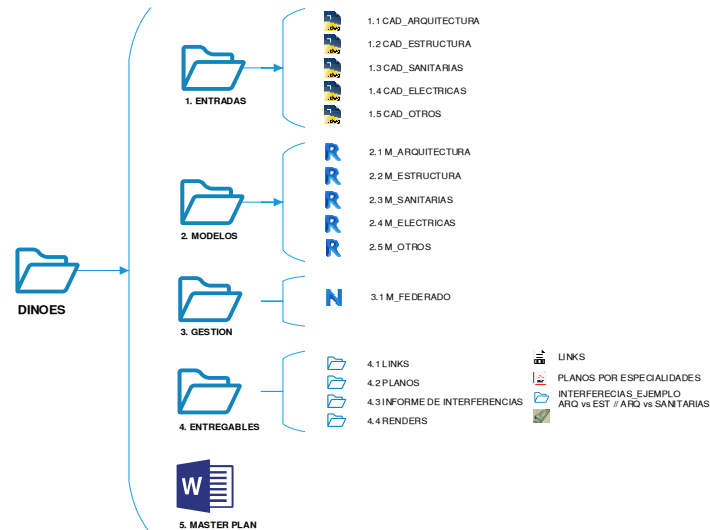


Figura 4. Estructura de Carpetas Recomendado

#### Importante:

- ❖ Se recomienda crear una estructura de carpetas, enumeradas y nombradas de manera concisa en mayúsculas y sin tildes.
- ❖ Una vez creado la estructura de carpetas, no debe renombrarlas, para evitar perder la vinculación de archivos entre sí.
- ❖ Para el correcto uso del CDE, respetar las nomenclaturas establecidas en el PEB y/o acuerdos del equipo de ejecución.
- ❖ Comunicar oportunamente, las modificaciones o nuevas nomenclaturas que se empleen.

### 4.2 Sistema de Coordenadas

Este apartado deberá ser discutido en la reunión de lanzamiento.

- Para la revisión del diseño (generación del informe de revisión del expediente técnico), los modelos podrán generarse teniendo como origen las coordenadas (x, y, z) (0, 0, 0) en Revit de tal manera que el modelo quede en el cuadrante positivo de coordenadas.
- Los modelos Ast-Built serán georreferenciados a la ubicación real del proyecto, incluyendo la ubicación y orientación adecuada.

### 4.3 Parámetros del Modelo

Los Elementos propios de los Modelos deberán contener la data correspondiente a los siguientes Parámetros mínimos:

Elementos	Descripción de los parámetros
Habitaciones (Rooms)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nombre (según el acuerdo tomado por el Equipo de Ejecución)</li> <li>▪ Número (en orden de acceso, iniciando al ingreso de la instalación, y por nivel)</li> <li>▪ Acabado de paredes &lt;Wall Finish&gt; (el acuerdo tomado por el Equipo de Ejecución)</li> <li>▪ Acabado de pisos y Cielo Rasos &lt;Floor Finish&gt; (el acuerdo tomado por el Equipo de Ejecución)</li> </ul>
Escaleras (stairs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material de acabado</li> </ul>
Falsos Cielos (Ceiling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material</li> <li>▪ Código en TYPE MARK</li> <li>▪ Modulación y código incluidos en el nombre del tipo (ej. FCR01-2x4)</li> </ul>
Mamparas (Door, curtain wall)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Código en TYPE MARK (ej. M01, M02...)</li> <li>▪ El código y las dimensiones deberán estar incluidas en el nombre del Tipo. (ej. M01-210 x 220)</li> </ul>
Muros y tabiques (Wall)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Espesor y código deben estar incluidos en el nombre de tipo (ej. W01-25)</li> <li>▪ Código en TYPE MARK</li> </ul>
Pisos (Architectural Floor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material de acabado</li> <li>▪ Código en TYPE MARK</li> <li>▪ Material de acabado y código deberán estar incluidos en el nombre del tipo (ej. PT01 cerámico 30 x 30)</li> </ul>
Puertas (door)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Código en TYPE MARK (ej. P01, P02...)</li> <li>▪ El código y las dimensiones deberán estar incluidas en el nombre del Tipo. (ej. P01-90 x 210; P02-100 x 210)</li> </ul>
Ventanas (window)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Código en TYPE MARK (ej. V01, V02...)</li> <li>▪ El código y las dimensiones deberán estar incluidas en el nombre del tipo (ej. V01-90 x 90, V02-60 x 120)</li> </ul>
Techos (Roof)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material</li> <li>▪ Acabado</li> </ul>
Aligerados (Structural Floor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material</li> <li>▪ Código en TYPE MARK.</li> <li>▪ El código, material y espesor deben estar incluidos en el nombre del Tipo (ej. AL01 concreto e= 20)</li> </ul>
Vigas (structural framing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Código en TYPE MARK</li> <li>▪ Material</li> <li>▪ El código, material y dimensiones deben estar incluidos en el nombre del Tipo (ej. V01 concreto 20 x 50, V02 madera 10 x 25)</li> </ul>
Luminarias (lightning fixtures)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Código en TYPE MARK</li> <li>▪ El código debe estar incluido en el nombre del tipo</li> </ul>
Interruptores y Tomacorrientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diferenciados por Embutidos o adosados</li> <li>▪ Código en TYPE MARK</li> <li>▪ El código debe estar incluido en el nombre del tipo</li> </ul>

#### 4.4 Niveles y Ejes de Referencia

La generación de Niveles y/o rejillas se realizará de la siguiente manera:

- El modelador de Estructuras, generará sus niveles y Rejillas:
- El modelador de Arquitectura, generará sus niveles y/o rejillas a partir de los generados por el Modelador Estructural.
- El modelador de Sanitarias, generara sus niveles y/o rejillas a partir de los generados por el modelador de Arquitectura.
- El modelador de Eléctricas, generara sus niveles y/o rejillas a partir de los tres antecesores.
- El modelador de Equipamiento, generar sus niveles y/o rejillas a partir de los generados por el modelador de Arquitectura.
- De haber más especialidades por modelar, estos generaran sus niveles y rejillas, de acuerdo a sus necesidades.

#### Importante:


- Los modelos serán generados de la forma como se construye realmente.
- Comunicar oportunamente, de haber cambios relevantes durante la producción de los modelos.

#### 4.5 Buenas Prácticas para el Modelado

Para la producción los modelos configurar las unidades de trabajo según el Sistema Internacional:

Tipo	Unidad	Redondeo
Distancia	Metros (m)	Dos decimales (x.xx)
Área	Metros cuadrados (m <sup>2</sup> )	Dos decimales (x.xx)
Volumen	Metros cúbicos (m <sup>3</sup> )	Dos decimales (x.xx)
Ángulos	Grados decimales (°)	Un decimal (x.x)
Pendientes	Porcentaje (%)	Un decimal (x.x)

- ❖ Contenido Nativo: Todo el elemento introducido en los modelos deberá ser nativo del software utilizado.
- ❖ Nivel de desarrollo: Todos los elementos serán desarrollados como mínimo el LOD que establece el PEB.
- ❖ Fases: Los modelos deberán desarrollarse considerando la etapa del proyecto.

	PLAN DE EJECUCIÓN BIM - DEFINITIVO	Código	PEB - 01
	CODIGO DEL PROYECTO: "DINOES"	Versión	V 1.0
		Página	14 de 27

## V. VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES BIM

### 5.1 Criterios para el Control de los Modelos 3D

Para poder llevar a cabo el control de los modelos BIM, deben cumplirse como mínimo las siguientes condiciones:

- ❖ Cada disciplina (Estructura, Arquitectura, Inst. Sanitarias, Inst. Eléctricas, Etc.) modela los objetos y los clasifica correctamente (Categoría, Familia, Tipo, Ejemplar)

Ejemplo:

Categoría	: Pilar Estructural
Familia	: Columna Rectangular de Concreto
Tipo	: Columna 0.40 x 0.60
Ejemplar	: C1 en eje A-2

- ❖ Todos los objetos modelados deben realizarse respetando como mínimo los parámetros de Modelo, así como las buenas prácticas para el modelado.
- ❖ No debe haber objetivos duplicados ni solapados entre los distintos modelos de cada especialidad.

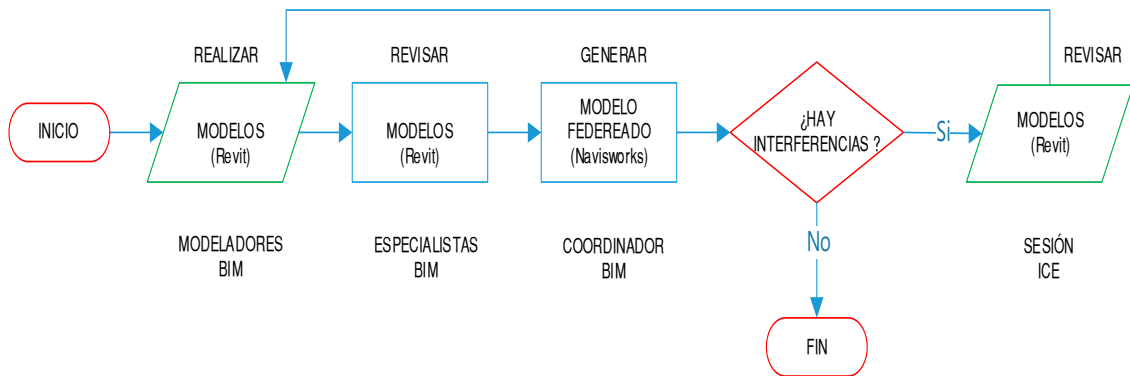


Figura 5. Diagrama de flujo para el proceso de verificación de los Modelos 3D.




**5.2 Tabla de Verificación del LOIN de los Modelos 3D**

Especialidad	Objetos o Elementos	Entregable Inicial		Coordinación		Ast-Built	
		lod	loi	lod	loi	lod	loi
Arquitectura	Barandas	3	3	4	4	5	5
	Tabiquería	3	3	4	4	5	5
	Carpintería	3	3	4	4	5	5
	Falso Cielos	3	3	4	4	5	5
	Muro Cortina	3	3	4	4	5	5
	Pisos	3	3	4	4	5	5
	Puertas	3	3	4	4	5	5
	Ventanas	3	3	4	4	5	5
	Mobiliario	3	3	4	4	5	5
Estructuras	Escaleras	3	3	4	4	5	5
	Cimientos	3	3	4	4	5	5
	Columnas	3	3	4	4	5	5
	Losas	3	3	4	4	5	5
	Placas	3	3	4	4	5	5
	Vigas	3	3	4	4	5	5
Instalaciones Sanitarias	Tuberías	3	3	4	4	5	5
	Montantes	3	3	4	4	5	5
	Sumideros	3	3	4	4	5	5
	Registros	3	3	4	4	5	5
	Bombas	3	3	4	4	5	5
	Buzones / CR	3	3	4	4	5	5
	Trampas	3	3	4	4	5	5
	Aparatos	3	3	4	4	5	5
	Válvulas	3	3	4	4	5	5
Instalaciones Eléctricas y Mecánicas	Tuberías	3	3	4	4	5	5
	Equipos	3	3	4	4	5	5
	Luminarias	3	3	4	4	5	5
	Tableros	3	3	4	4	5	5
	Ductos	3	3	4	4	5	5
	Tomacorrientes	3	3	4	4	5	5
	Bandejas	3	3	4	4	5	5
	Caja de Paso	3	3	4	4	5	5
	Dispositivos de Alarma C.	3	3	4	4	5	5
	Dispositivos de Seguridad	3	3	4	4	5	5
	Montantes	3	3	4	4	5	5
	Sensores	3	3	4	4	5	5
	Difusores	3	3	4	4	5	5
	Montantes	3	3	4	4	5	5
Bandejas	3	3	4	4	5	5	

### 5.3 Lista de Entregables del Proyecto

Los entregables del proyecto estarán relacionados a los TDR del proyecto "DINOES", los posibles entregables serán, por ejemplo:

Entregables	Responsable	Software (Formato)	Nota
Plan de Ejecución Bim	Consortio Victoria	Microsoft Word (.docx)	Se refiere al PEB continuamente actualizado
Modelado BIM Multidisciplinario (Según Expediente Técnico)	Consortio Victoria	Revit (.rvt)	Se refiere a la generación del Modelo BIM tal cual está en el Expediente Técnico.
Informe Técnico de Revisión del Expediente Técnico	Consortio Victoria	Microsoft Word (.docx)	Se refiere al informe que genera el Contratista
Modelado BIM Multidisciplinario (Para Construcción )	Consortio Victoria	Revit (.rvt)	Se refiere a la generación del Modelo BIM libre de interferencias y listos para la construcción
Modelo Federado Navisworks	Consortio Victoria	Navisworks (.nwd)	Se refiere al Modelo donde se presenta todas las disciplinas en un solo archivo.
Modelado As-Built	Consortio Victoria	.rvt y .nwd	Se refiere al Modelo BIM que facilita la operación y mantenimiento
Lecciones Aprendidas	Consortio Victoria	.docx	Se refiere a la redacciones del conocimiento adquirido producto de los problemas más frecuentes e influyentes suscitados en la ejecución del proyecto
Otros Entregables	Consortio Victoria	---	Se refiere a los documentos relativos al proyecto ejecutado

	PLAN DE EJECUCIÓN BIM - DEFINITIVO	Código	PEB - 01
	CODIGO DEL PROYECTO: "DINOES"	Versión	V 1.0
		Página	17 de 27

## VI. RECURSOS

### 6.1 Recursos Humanos

En esta sección se muestra los involucrados del Equipo de del Proyecto.

#### 6.1.1 Involucrados del Proyecto

A continuación, se presenta a los involucrados del proyecto.

Involucrado	Cargo	Rol BIM	Datos	Celular
Parte que Designa	Representante del Cliente	Líder BIM	Nombres y Apellidos	Consignar teléfono
Parte Designada Principal 1	Representante Legal del Supervisor	Líder BIM	Nombres y Apellidos	Consignar teléfono
Partes Designada Principal 2	Representante Legal del Contratista	Líder BIM	Nombres y Apellidos	Consignar teléfono
Partes Designadas	Residente de Obra	Gestor BIM	Nombres y Apellidos	Consignar teléfono

#### 6.1.2 Contactos Clave del Equipo de Ejecución

En esta sección se presenta el equipo de ejecución de bim propuesto por la Parte Designada Principal.

Rol BIM	Datos	Celular	Correo Electrónico
Líder BIM	Nombres y Apellidos	Consignar teléfono	Consignar correo
Gestor BIM	Nombres y Apellidos	Consignar teléfono	Consignar correo
Coordinador BIM	Nombres y Apellidos	Consignar teléfono	Consignar correo
Modelador BIM	Nombres y Apellidos	Consignar teléfono	Consignar correo

#### 6.1.3 Roles y Responsabilidades

Una persona puede cumplir más de un rol de ser el caso.

Cargo	Rol BIM	Responsabilidades
Representante Legal	Líder BIM	-Encargado de elaborar la estrategia de adopción BIM a nivel organizacional.
Residente de Obra	Gestor BIM	-Gestiona la información y define los pasos para cumplir con lo establecido por el Líder BIM de la Parte que Designa y Designada Principal.
Especialistas	Coordinador BIM	-Coordina el desarrollo del modelo 3D. -Supervisa la producción de los modelos 3D.
Asistentes Técnicos	Modelador BIM	-Produce el modelo 3D, según su especialidad. -Extrae cuantificaciones desde el modelo BIM. -Produce el modelo federado.

## 6.1.4 Organigrama del Equipo de Proyecto

Este apartado debe contener el organigrama del Equipo de Ejecución BIM del proyecto "DINOES", por ejemplo:

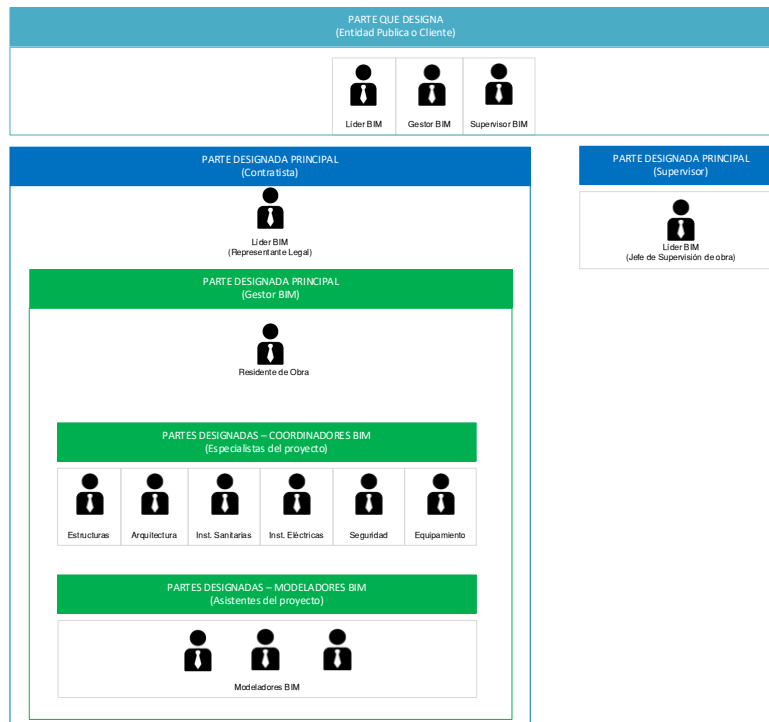


Figura 6. Organigrama del Equipo de Proyecto, Adaptado de la Guía Nacional Bim, (2021).

## 6.2 Recursos Materiales

En esta sección se describen los requisitos mínimos del hardware y software para la ejecución del proyecto haciendo uso de la metodología y tecnología BIM.

### 6.2.1 Requisitos de Hardware

Se plantea que se cuente con computadoras superiores a Core i5, con tarjetas de video dedicadas y con monitores con tecnología ips.

Requisitos mínimos: Autodesk Revit 2021	
Sistema operativo	Versión de 64 bits de Microsoft® Windows® 10.
Tipo de CPU	Procesador Intel®, Xeon® o i-Series de uno o varios núcleos, o AMD® equivalente, con tecnología SSE2. Se recomienda adquirir un procesador con la máxima velocidad posible.
Memoria	8 GB de RAM
Resoluciones de vídeo	Mínimo: 1280 x 1024 con color verdadero
Adaptador de vídeo	Tarjeta gráfica compatible con DirectX® 11 con Shader Model 5 y 4 GB de memoria de vídeo como mínimo
Espacio en disco	30 GB de espacio libre en disco

## 6.2.2 Requisitos de Software


El Consorcio Victoria requiere que cada modelo o elemento a ser utilizado en el proyecto, sea generado con un software y en una versión aprobada durante la Reunión de Lanzamiento, que deberá cumplir mínimamente con las siguientes características:

- Deberá permitir la integración de los modelos BIM de las diferentes especialidades.
- Deberá tener la capacidad para contener toda la información gráfica y no gráfica del expediente técnico, tanto en 3D como en 2D, pudiendo importar y exportar información a y desde formatos IFC
- La arquitectura del software debe permitir el desarrollo de modelos paramétricos.
- Debe permitir que los planos (plantas, cortes, elevaciones y detalles) y reportes tabulares de información puedan ser extraídos directamente de los modelos BIM, de manera que toda la volumetría pueda ser representada por el software en vistas 2D, y cualquier data no geométrica pueda ser vinculada o ingresada a los elementos que conforman los modelos de información.

El intercambio de archivos se realizará de acuerdo al siguiente cuadro.

A continuación, se presenta una tabla con los softwares que se puede usar a futuro.

Descripción de Actividades	Software	Versión	Formato Nativo/Intercambio
Diseño de Procesos	Microsoft Visio	2016	.vsdx
Planificación	Microsoft Project	2016	.mpp
CDE	Autodesk Construction Cloud	online	--
Comunicación	Google Meet	online	--
Modelado BIM	Autodesk Revit	2021 inglés	.rvt / .ifc
Gestión de Modelos BIM	Autodesk Navisworks	2021 inglés	.nwd / .ifc
Planificación 4D	Autodesk Navisworks	2021 inglés	.nwd / .ifc
Dibujo 2D	Autodesk AutoCAD	2021 inglés	.dwg / .ifc
Documentación	Microsoft Office	2016	según el caso
Plan de Ejecución BIM	Plannerly	online	-
Otros	Adobe Acrobat	--	.pdf

	PLAN DE EJECUCIÓN BIM - DEFINITIVO	Código	PEB - 01
	CODIGO DEL PROYECTO: "DINOES"	Versión	V 1.0
		Página	20 de 27

## VII. SISTEMA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN

### 7.1 Estrategia de Comunicación en el CDE

El CDE para la etapa de ejecución física de los proyectos, contemplará una organización de carpetas donde se deberá levantar la información correspondiente en los formatos determinados (modelos, planos 2D, nubes de puntos, cronogramas, fotos, etc.) según la naturaleza del proyecto.

Los modelos, planos digitales, fotografías y cualquier otra documentación referente al proyecto deberán ser compartidos a través de este CDE, para lo cual se establecerán niveles de acceso como edición y revisión, entre otros que se considere necesario para permitir la correcta comunicación y coordinación, debiendo estar siempre accesibles al Líder BIM del Consorcio Victoria para permitir la extracción de copias de respaldo en formato nativo, así como generar los planos de revisión que considere necesarios.

Los modelos BIM generados son parte del alcance del proyecto "DINOES". Por lo tanto, su elaboración bajo las condiciones señaladas y entrega final son responsabilidad de los involucrados del proyecto.

### 7.2 Estructura de Carpetas del CDE

Es imprescindible tener una estructura de carpetas, con la finalidad de mejorar la coordinación e intercambio de información entre los involucrados de la ejecución del proyecto, el uso o manejo del ECD facilita la identificación y acceso a la información antes, durante y después de la ejecución física del proyecto "DINOES".

Todos los miembros del Equipo de Ejecución, deben almacenar la información en la carpeta correspondiente respetando la NOMENCLATURA DE ARCHIVOS.

Se recomienda nombrar las carpetas en mayúsculas y sin tildes. (letras o números, sin usar simbologías)

Se propone la siguiente estructura de carpetas para el desarrollo de proyectos dentro de un Entorno de Datos Comunes (CDE)

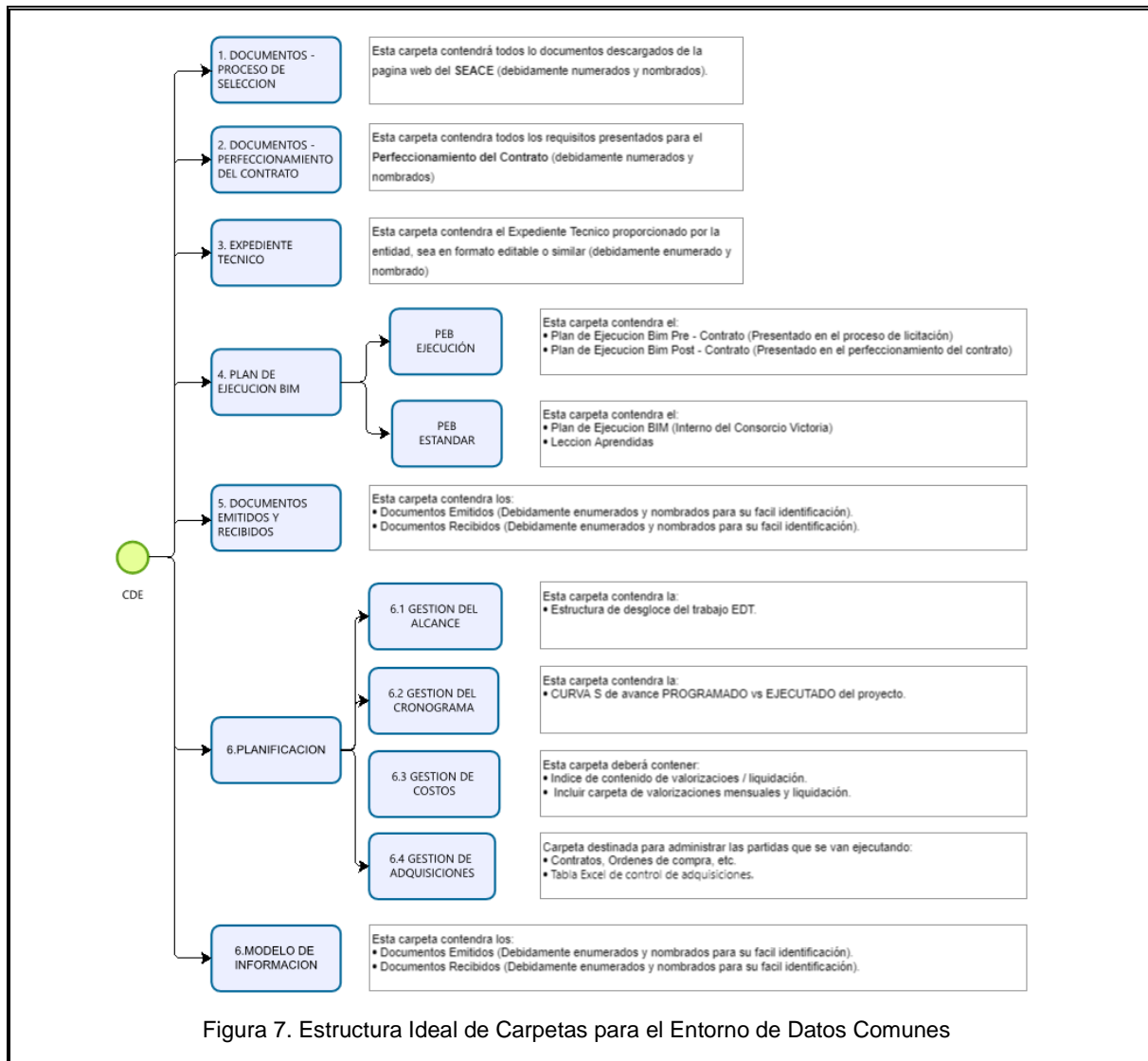


Figura 7. Estructura Ideal de Carpetas para el Entorno de Datos Comunes

### 7.3 Estrategia de Colaboración

Se describirá la estrategia de colaboración entre agentes en las siguientes líneas:

- ❖ Trabajo colaborativo entre agentes que desarrollan un mismo entregable.
- ❖ Intercambio de información entre agentes.
- ❖ Incorporación de cambios al modelo según órdenes de cambio aprobadas.
- ❖ Entrega a cliente de modelos BIM y derivados de modelos BIM.

#### 7.4 Estrategia de Reportes

Los reportes se presentaran en lo posible respetando el siguiente cuadro.

Tipo de informe	Objetivo	Canal	Frecuencia	Responsable del Informe	Receptores del Informe
Seguimiento de los trabajos	Actualización del estado de los trabajos según PEB	CDE	mensual	Gestor BIM	Líder BIM
Verificación de entregables	Documentar los resultados de la verificación de entregables BIM	CDE	quincenal	Equipo de Ejecución	Gestor BIM
Otros	Incluir objetivos según sea necesario	CDE	Bajo demanda	--	--

#### 7.5 Estrategia de Reuniones

Tipo de Reunión	Frecuencia	Participantes
1. Antes de la ejecución física		
Reunión de Lanzamiento	Inicio de Obra	Equipo de Ejecución
Revisión del Expediente Técnico	Inicio de Obra	Especialistas
2. Durante la ejecución física		
Generación de los Modelos de Información	Durante el primer mes	Modeladores
Redacción del Informe Técnico de Revisión de Expediente Técnico	Durante el primer mes	Especialistas
Revisión de los Modelos Federados	Durante el primer mes	Especialistas, Gestor y Líder BIM.
Actualización de Planos para Construcción	Durante la Ejecución del Proyecto	Especialistas, Gestor Bim (residente), modelador (asistentes)
Actualizaciones del PEB	Durante la Ejecución del Proyecto	Equipo de Ejecución
3. Al término de la ejecución física		
Revisión del Modelo As-Built	Durante el proceso constructivo	Equipo de Ejecución
Revisión de los Planos Post-Construcción	Termino de Proyecto	Especialistas del Proyecto
Actualización final del PEB, con lecciones aprendidas	Termino de Proyecto	Equipo de Ejecución



## 7.6 Historial de Sesiones ICE

Las sesiones ICE (Integrated Concurrent Engineering) reúnen a las partes involucradas del proyecto, para trabajar en conjunto, logrando mejores soluciones a los problemas que se pudieran suscitar antes durante o al término de la ejecución del proyecto.

Tipo de reunión	Etapas del proyecto	Objetivo	Frecuencia	Participantes
Sesiones de Ingeniería Concurrente (ICE)	Ejecución	Brindar solución a las incompatibilidades e interferencias encontradas por el Contratista y descritas en el informe técnico de revisión del expediente técnico.	Según se requiera	Parte que Designa, Partes Designadas Principales y Parte Designada. (Representantes de: Entidad y Contratista)

### Nota:

- ❖ Elegir la oficina mejor implementada para llevar a cabo las reuniones presenciales.
- ❖ En caso de reuniones online, adecuar las condiciones a fin de llevar a cabo con éxito la reunión.
- ❖ Comunicar oportunamente a través de CDE sobre los acuerdos que conlleven modificaciones en la infraestructura.

## VIII. ESTÁNDARES PARA EL MODELADO BIM

### 8.1 Identificadores para Planos y Modelos 3D

Utilizar los siguientes identificadores en los juegos de planos de Post-Construcción y para la generación de Elementos BIM que componen los Modelos.

Tipo de proyecto	Especialidad	Identificador
Edificación	Topografía	TO
	Arquitectura	AR
	Diseño de Interiores	DI
	Estructuras	ES
	Instalaciones HVAC	HV
	Instalaciones Sanitarias	IS
	Instalaciones Contra Incendio	CI
	Instalaciones Eléctricas	IE
	Instalaciones de Comunicaciones	CO
	Instalaciones de Seguridad	SG
	Instalaciones de Gas	IG
	Instalaciones Especiales	SE

Especialidad	Desglose por Especialidad	Identificador
Topografía	Topografía	TO
Arquitectura	Pisos Terminados	PT
	Falso Cielo Raso	FC
	Mobiliario y Equipamiento	ME
	Detalles	DA
Diseño de Interiores	Diseño de Interiores	DI
Estructuras	Cimentaciones	CM
	Encofrados	EN
	Acero Estructural	AE
	Concreto Armado	CA
	Estructuras Metálicas	EM
Instalaciones HVAC	Detalles	DE
	Sistema de Ventilación	SVE
Instalaciones Sanitarias	Sistema de Aire Acondicionado	SAA
	Sistema de Agua fría	SAF
	Sistema de Agua Caliente	SAC
	Sistema de Desagüe	SDE
	Sistema de Ventilación	SVE
	Sistema de Drenaje Pluvial	SDP
Instalaciones Contra Incendio	Sistema Contra Incendio	CI
	Sistema de Agua Contra Incendio	ACI
Instalaciones Eléctricas	Sistema de Iluminación	SIL
	Sistema de Tomacorrientes	STC
	Cuadro de Cargas y Diagramas Unifilares	CCDU
Instalaciones de Comunicaciones	Sistema de Iluminación de Emergencia	SIE
	Sistema de Automatización	CO
	Sistema de Cable TV	STV

	Sistema de Data	SDA
	Sistema de Fibra Óptica	SFO
	Sistema de Cámaras	SCA
	Sistema de Internet	SIN
	Sistema de Telefonía	STE
	Sistema de Sonido	SSO
Instalaciones de Seguridad	Sistema de Circuito Cerrado de Televisión	CTV
	Sistema de Detección de Humo y Temperatura	SHT
	Sistema de Evacuación y Señalización	SES
Instalaciones de Gas	Sistema de Gas	IG
Instalaciones Especiales	Sistema de Ascensores	SAS
	Sistema de Bandas Transportadoras	SBT
	Sistema de Escaleras Mecánicas	SEM
	Sistema de Fajas Transportadoras	AFT
	Sistema de Plataformas	SPA

## 8.2 Código de Colores por Especialidad

Utilizar los siguientes Colores RGB (Rojo, Verde y Azul) para la coordinación o revisión de modelos por cada especialidad, por ejemplo:

Especialidad	Sistema	Color de Sistema
Instalaciones Sanitarias	Sistema de Agua fría	R:0 / V:176 / A:240
	Sistema de Agua Caliente	R:218 / V:150 / A:148
	Sistema de Desagüe	R:132 / V:60 / A:12
	Sistema de Ventilación	R:197 / V:224 / A:180
	Sistema de Drenaje Pluvial	R:146 / V:255 / A:0
Instalaciones HVAC	Sistema de Ventilación	R:12 / V:180 / A:250
	Sistema de Aire Acondicionado	R:12 / V:172 / A:200

## IX. PROCESOS BIM

### 9.1 Proceso de Generación de Modelos BIM y Derivados

Se recomienda seguir los pasos del siguiente diagrama de flujo:

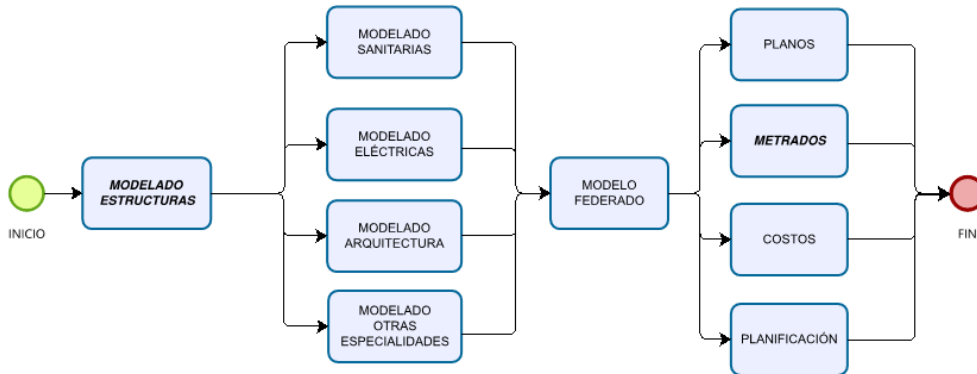


Figura 8. Diagrama General para la Generación de Documentación

### 9.2 Proceso de Verificación de Modelos BIM

Se recomienda seguir los pasos del siguiente diagrama de flujo:

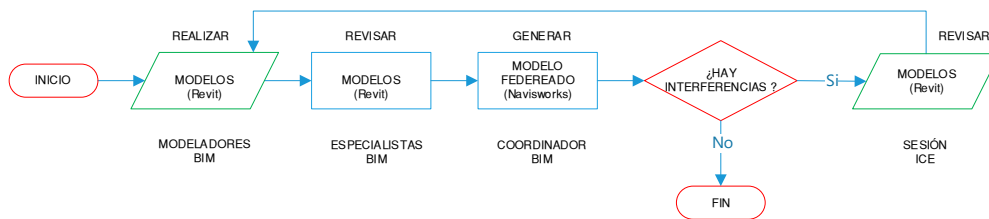


Figura 9. Diagrama de Flujo para la Verificación de Modelos BIM

### 9.3 Diagrama Recomendado para la Generación de Procesos Bim

Para realizar cambios al modelo bim se recomienda seguir el siguiente diagrama y tabla.

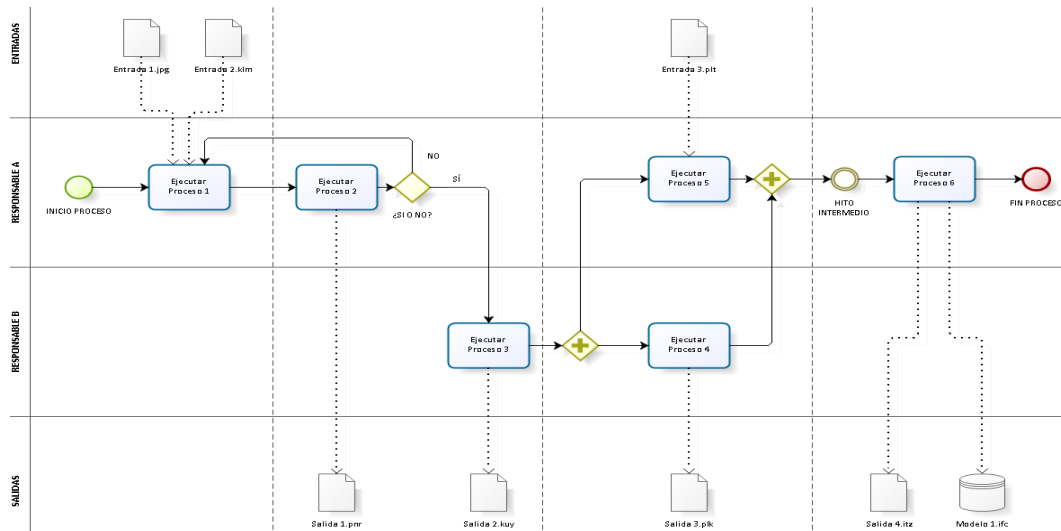


Figura 10. Ejemplo de Diagrama de Procesos

Nombre y descripción	Ejecutor	Software	Entradas	Salidas
Ejecutar Proceso 1 Descripción del proceso 1	Rol Ejecutor	Software A	Entrada 1.jpg Entrada 2.klm	
Ejecutar Proceso 2 Descripción del proceso 2	Rol Ejecutor	Software B		Salida 1.pnr
Ejecutar Proceso 3 Descripción del proceso 3	Rol Ejecutor	Software C		Salida 2.kuy
Ejecutar Proceso 4 Descripción del proceso 4	Rol Ejecutor	Software B		Salida 3.plk
Ejecutar Proceso 5 Descripción del proceso 5	Rol Ejecutor	Software A	Entrada 3.plt	
Ejecutar Proceso 6 Descripción del proceso 6	Rol Ejecutor	Software Y		Salida 4.itz Modelo 1.ifc

#### 9.4 Proceso de Intercambio de Información BIM entre los Involucrados

Se recomienda realizar el intercambio de acuerdo a los protocolos descritos en el PEB y compartir oportunamente en el CDE.

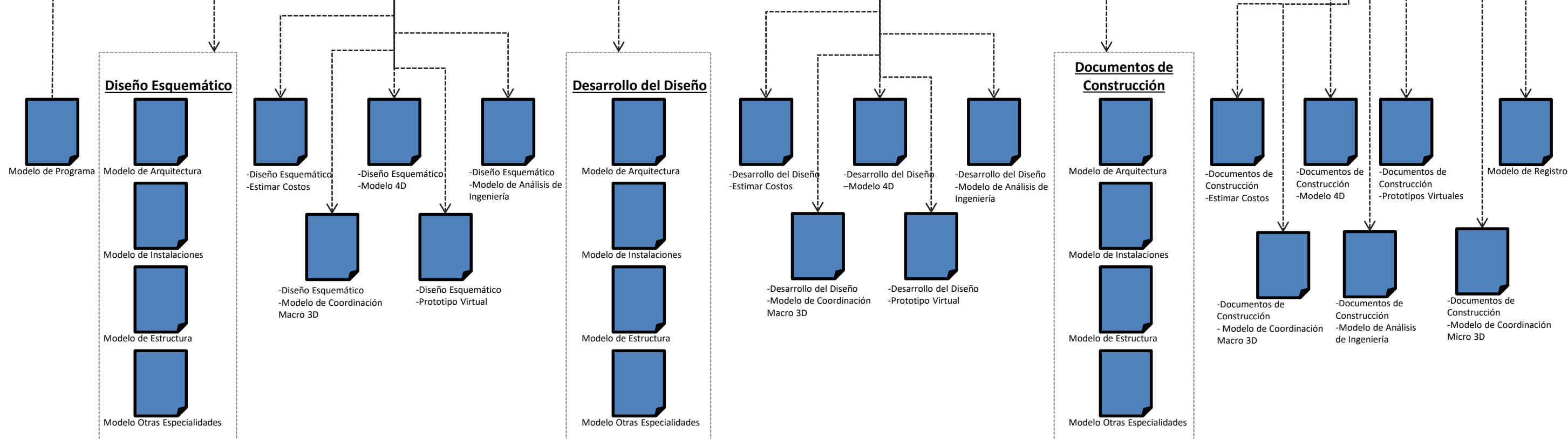
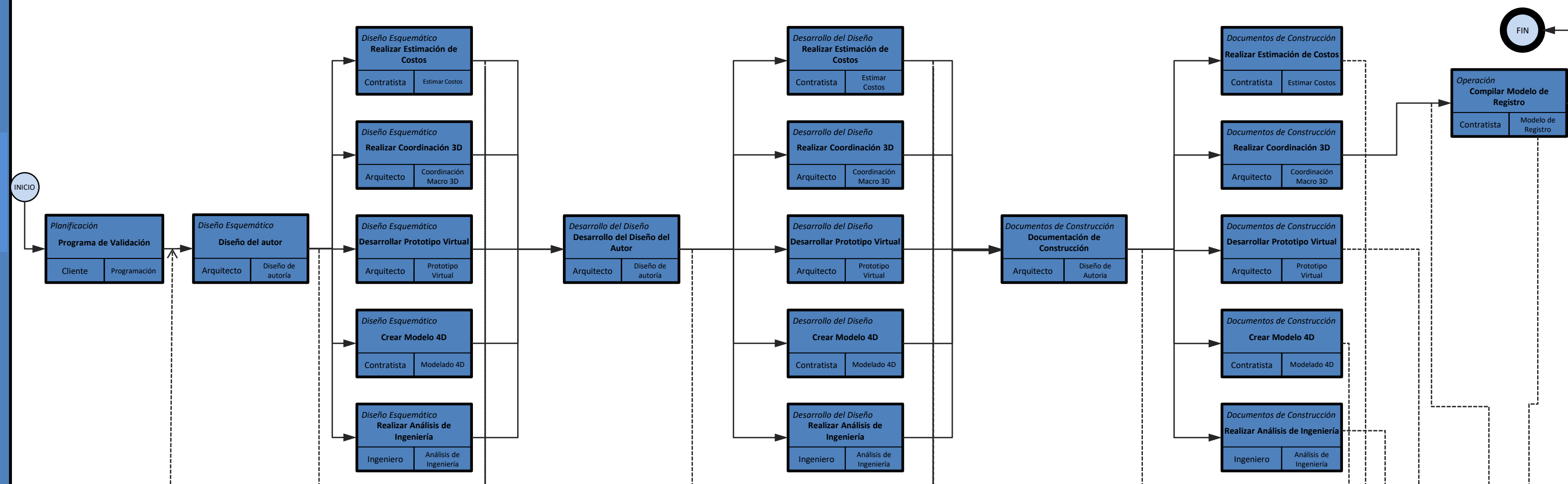
Intercambio de información	remite	recibe	frecuencia	archivo	software	Formato de intercambio
Modelado 3D	Coordinador BIM	Gestor bim	Según cronograma	.rvt	Revit	.ifc
Modelo Federado	Gestor bim	Líder bim	Según cronograma	.rvt	Navisworks	.ifc
Modelado As-Built	Gestor bim	Líder bim	Según cronograma	.rvt / .nwd	Revit o Navisworks	.ifc

Nro.	INGLES	ESPAÑOL
1	BIM Execution Planning Process	Proceso de Planificación de Ejecución BIM
2	Existing Conditions Modeling	Modelado de Condiciones Existentes
3	Cost Estimation	Estimación de Costos
4	4D Modeling	Modelado 4D
5	Design Authoring	Autoría del Diseño
6	Design Review	Revisión del Diseño
7	Design Coordination	Coordinación del Diseño
8	Site Utilization Planning	Planificación de Utilización del Sitio
9	3D Control and Planning	Planificación y Control 3D
10	Record Modeling	Modelo Ast-Built

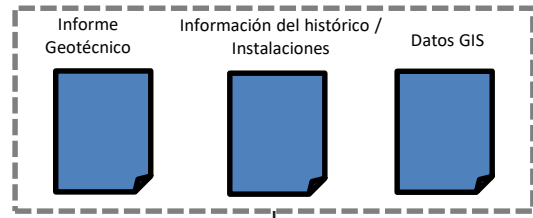
**Nota:** Estándares Adaptados de: "Project Execution Planning Guide" versión 2.1

USOS BIM

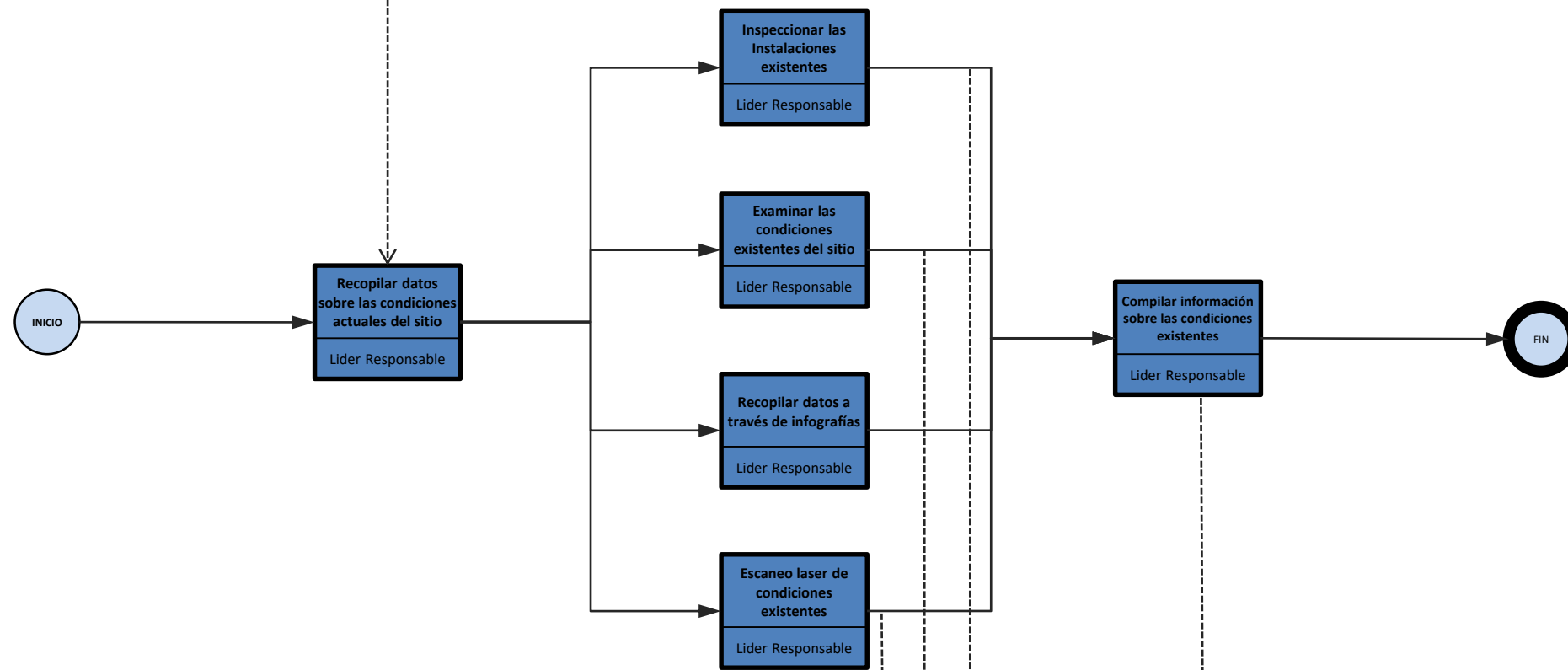
INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN



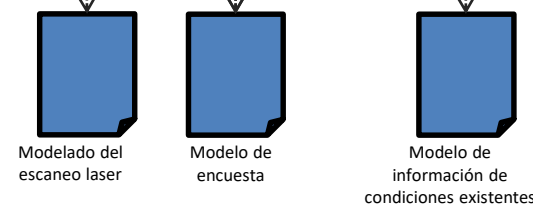
INFO. REFERENCIAL



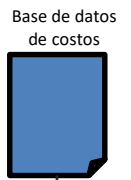
PROCESOS



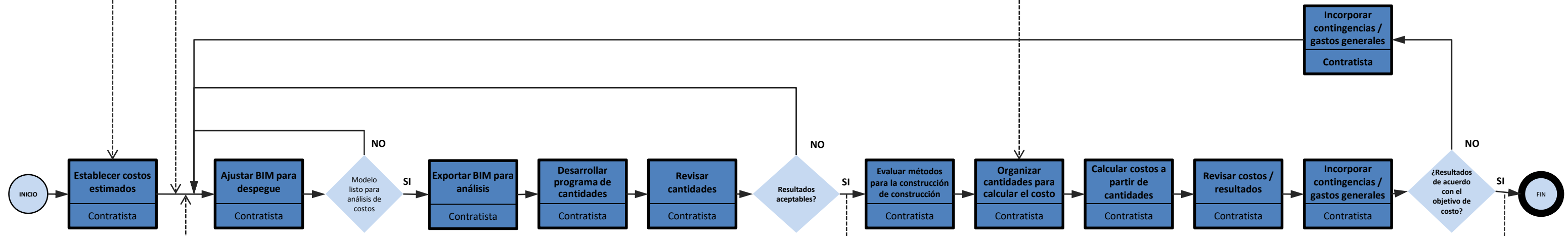
INTERCAMBIO DE INFO.



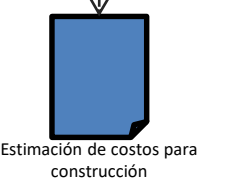
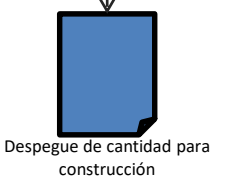
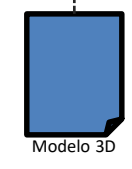
INFO. REFERENCIAL



PROCESOS

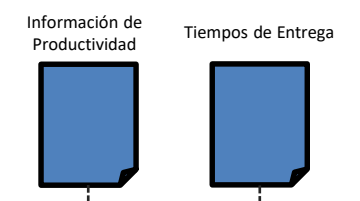


INTERCAMBIO DE INFO.

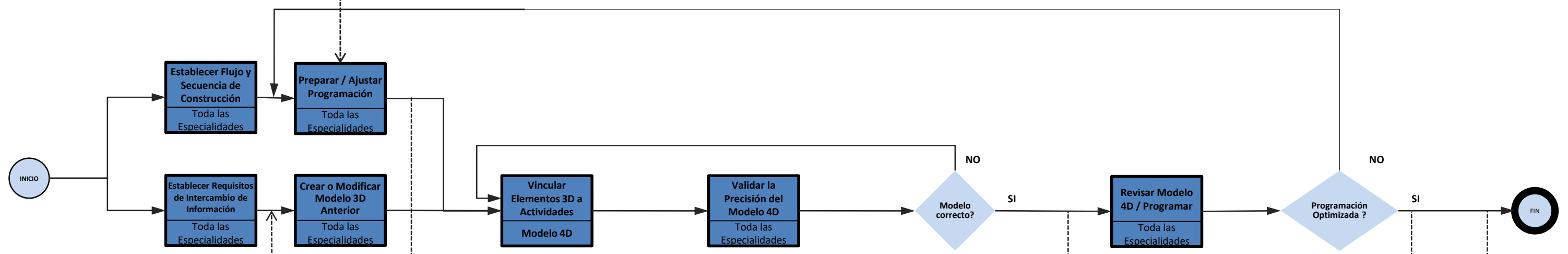




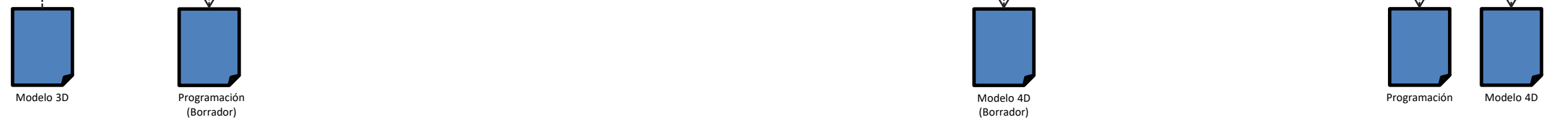
INFO. REFERENCIAL



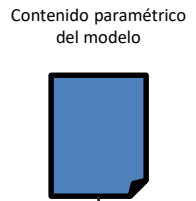
PROCESOS



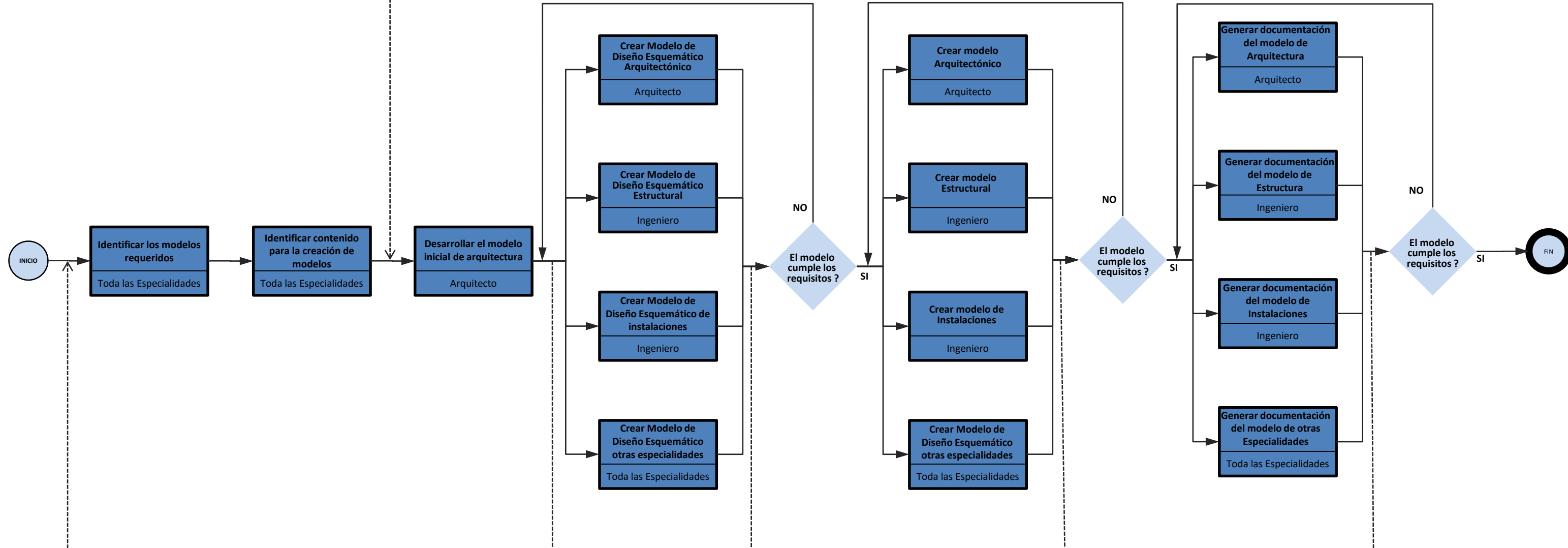
INTERCAMBIO DE INFO.



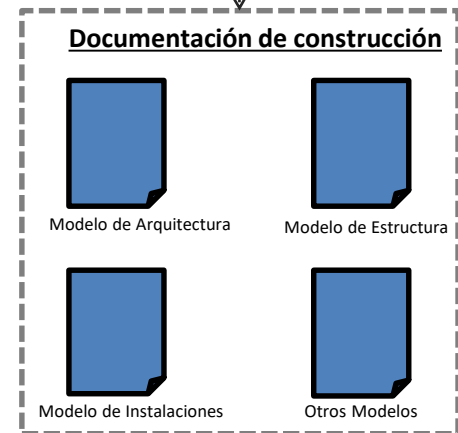
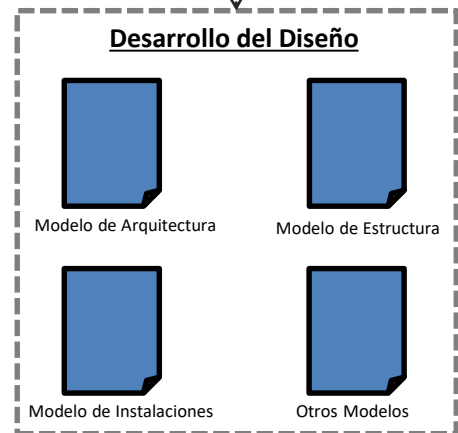
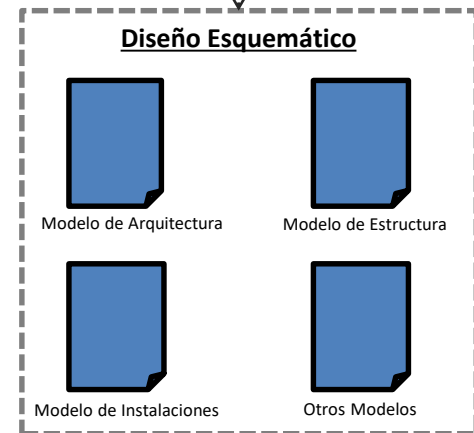
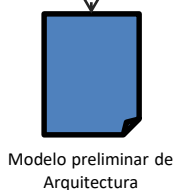
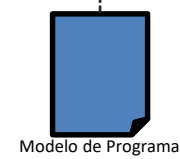
INFO. REFERENCIAL



PROCESOS



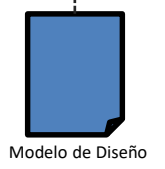
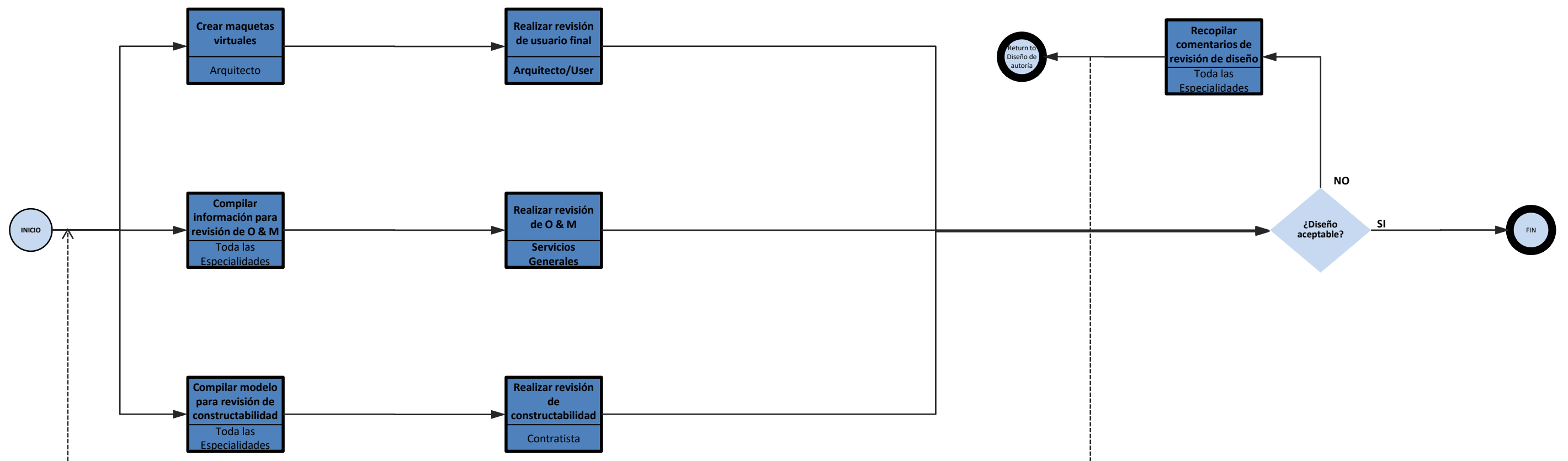
INTERCAMBIO DE INFO.



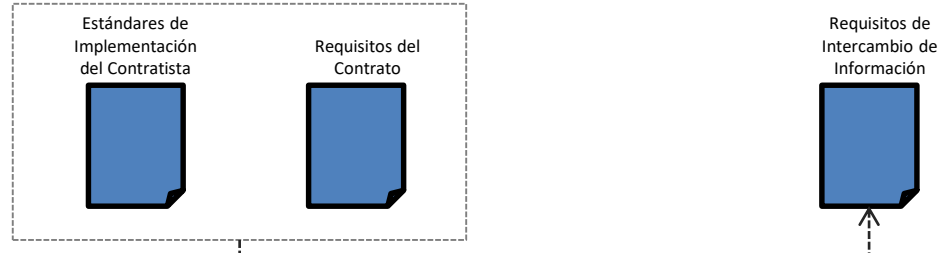
INFO. REFERENCIAL

PROCESOS

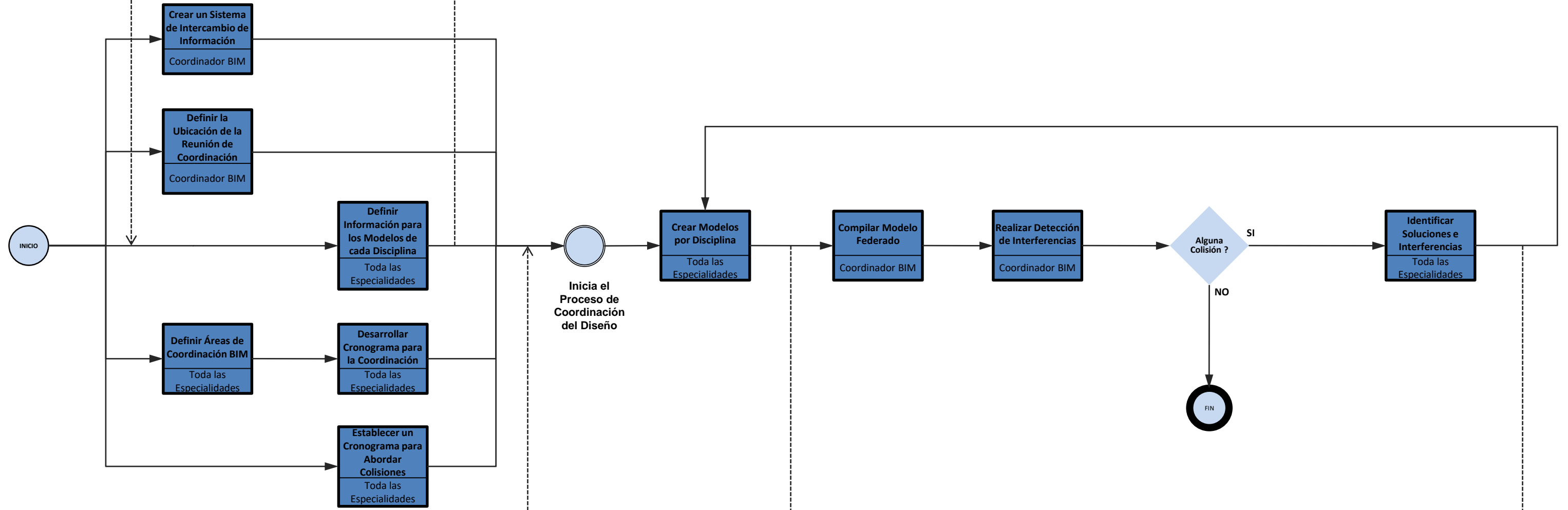
INTERCAMBIO DE INFO.



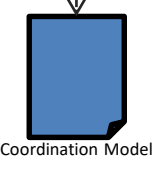
INFO. REFERENCIAL



PROCESOS



INTERCAMBIO DE INFO.

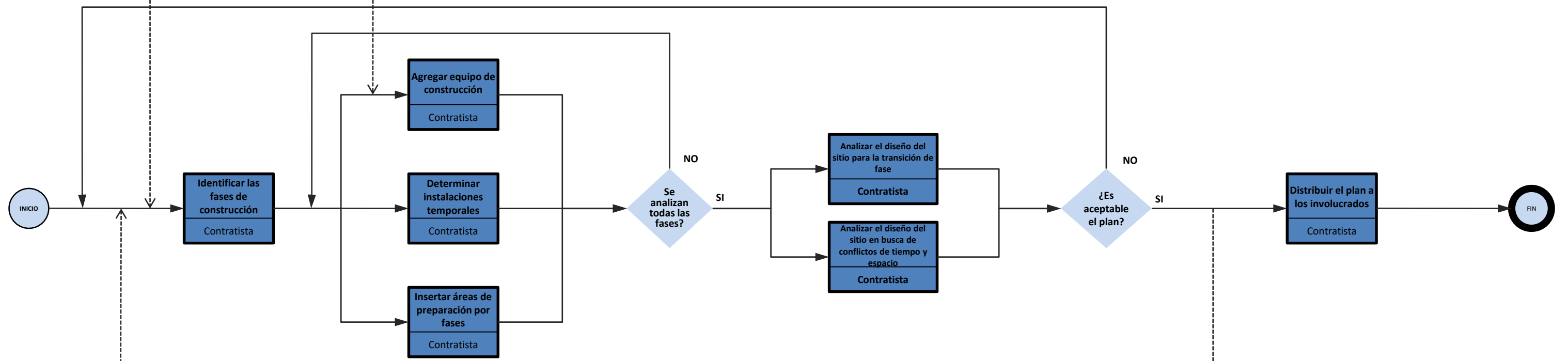


INFO. REFERENCIAL

Programación

Bibliotecas de equipos de construcción

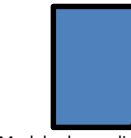
PROCESOS



INTERCAMBIO DE INFO.



Modelo de Diseño

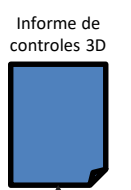


Modelo de condiciones del sitio existente



Plan de utilización del sitio

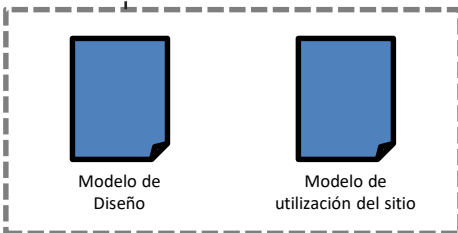
INFO. REFERENCIAL



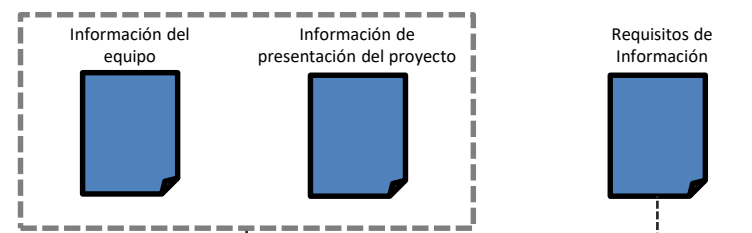
PROCESOS



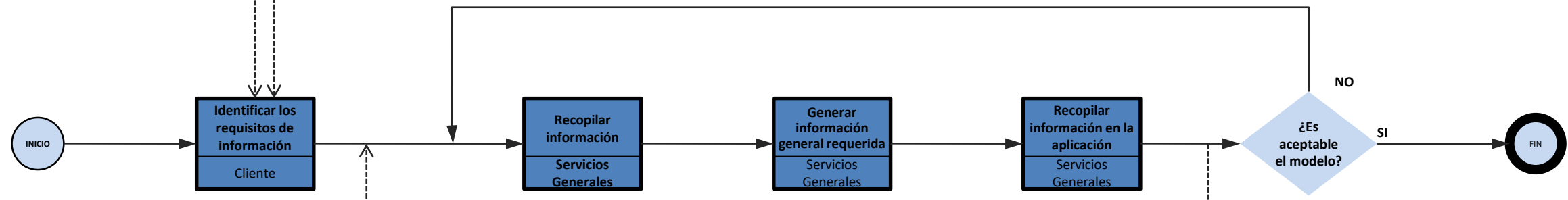
INTERCAMBIO DE INFO.



INFO. REFERENCIAL



PROCESOS



INTERCAMBIO DE INFO.

