



**Universidad  
Católica de  
Santa María**

**Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**Propuesta de un modelo integrado de gestión para el monitoreo y control del propietario del proyecto como stakeholder en proyectos realizados bajo modalidad EPC (Engineering, Procurement, Construction) en el sector minero en la provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, 2025**

Tesis presentada por:

**Apaza Beltran, Gabriela Judith**

**ORCID: 0009-0003-8811-8467**

Para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesora:

**Mag. Torres Almiron, Jeniffer Carla**

**ORCID: 0000-0002-3417-4581**

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**INGENIERIA CIVIL**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 02 de Diciembre del 2025

**Dictamen: 015511-C-EPIC-2025**

Visto el borrador del expediente 015511, presentado por:

**2019202272 - APAZA BELTRAN GABRIELA JUDITH**

Titulado:

**PROPUESTA DE UN MODELO INTEGRADO DE GESTIÓN PARA EL MONITOREO Y CONTROL DEL PROPIETARIO DEL PROYECTO COMO STAKEHOLDER EN PROYECTOS REALIZADOS BAJO MODALIDAD EPC (ENGINEERING, PROCUREMENT, CONSTRUCTION) EN EL SECTOR MINERO EN LA PROVINCIA DE HUALGAYOC, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2025**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**INGENIERO CIVIL**

**29412437 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO  
DICTAMINADOR**



**46735424 - LOAYZA RODRIGUEZ JOSE GERMAN  
DICTAMINADOR**



**46309156 - MONTOYA VILLANUEVA FILIBERTO RODY  
DICTAMINADOR**



# PROPUESTA DE UN MODELO INTEGRADO DE GESTIÓN PARA EL MONITOREO Y CONTROL DEL PROPIETARIO DEL PROYECTO COMO STAKEHOLDER EN PROYECTOS REALIZADOS BAJO MODALIDAD EPC (ENGINEERING, PROCUREMENT, CONSTRUCTION)

## INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repository.unipiloto.edu.co">repository.unipiloto.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://www.secotab.gob.mx">www.secotab.gob.mx</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repository.udem.edu.co">repository.udem.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

## DEDICATORIA

A cada persona que haya sido parte de mi  
crecimiento profesional y personal, por sus  
respuestas a cada pregunta y apoyo constante.



## AGRADECIMIENTOS

A quienes fueron mis referentes profesionales, principalmente a mi mentor Luis González, quien me dirigió desde la concepción de la idea y en el proceso del trabajo de investigación; por cada consulta absuelta y referencia brindada; así como a mis profesores de la especialidad.

A las amistades que formé antes y durante la investigación, cuyo constante apoyo y ánimo significó un soporte importante en este largo camino hasta lograr el objetivo.

Y, por último, agradezco a cada persona que impulsó mi desarrollo profesional y personal, quienes me aportaron en diferente medida y enfoque.

## RESUMEN

La presente investigación abordó la problemática de la falta de una correcta implementación de modelos de monitoreo y control en proyectos ejecutados bajo contrato tipo EPC (Ingeniería, Procura, Construcción) en el sector minero peruano.

El objetivo principal de este estudio fue desarrollar un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC.

Para alcanzar este propósito, se empleó un enfoque cualitativo, de tipo no experimental y nivel descriptivo-comparativo; considerando como caso de estudio el proyecto InPit-TSF.

Los resultados mostraron que el Modelo Integrado de Gestión propuesto proporciona la organización integral necesaria para el uso correcto y oportuno de las prácticas y herramientas destinadas al monitoreo y control, evitando errores como: fallas en la definición del alcance, conflictos entre los stakeholders, incertidumbre técnica, actividades pendientes, entre otros. Además, se presentaron herramientas de monitoreo y control que permiten reforzar el control predictivo y preventivo de los componentes críticos de las áreas de control.

Se concluyó que, en línea con las instituciones consultadas, el Modelo Integrado de Gestión desarrollado aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC mejora significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos.

**Palabras clave:** Modelo integrado de gestión, Proyectos EPC, Monitoreo y control

## ABSTRACT

This research addressed the problem of the lack of proper implementation of monitoring and control models in projects executed under EPC (Engineering, Procurement, Construction) contracts in the Peruvian mining sector.

The main objective of this study was to propose an Integrated Management Model applied to the monitoring and control of mining projects developed under the EPC modality.

To achieve this purpose, a qualitative, non-experimental, descriptive-comparative approach was used, considering the InPit-TSF project as a case study.

The results showed that the proposed Integrated Management Model provides the comprehensive organization necessary for the correct and timely use of monitoring and control practices and tools, avoiding errors such as: failures in scope definition, conflicts between stakeholders, technical uncertainty, pending activities, among others. In addition, monitoring and control tools were presented that reinforce predictive and preventive control of critical components in control areas.

It was concluded that, in line with the institutions consulted, the proposed Integrated Management Model applied to the monitoring and control of mining projects developed under the EPC modality significantly improves efficiency and coordination in decision-making and the achievement of objectives.

**Keywords:** Integrated management model, EPC projects, Monitoring and control

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

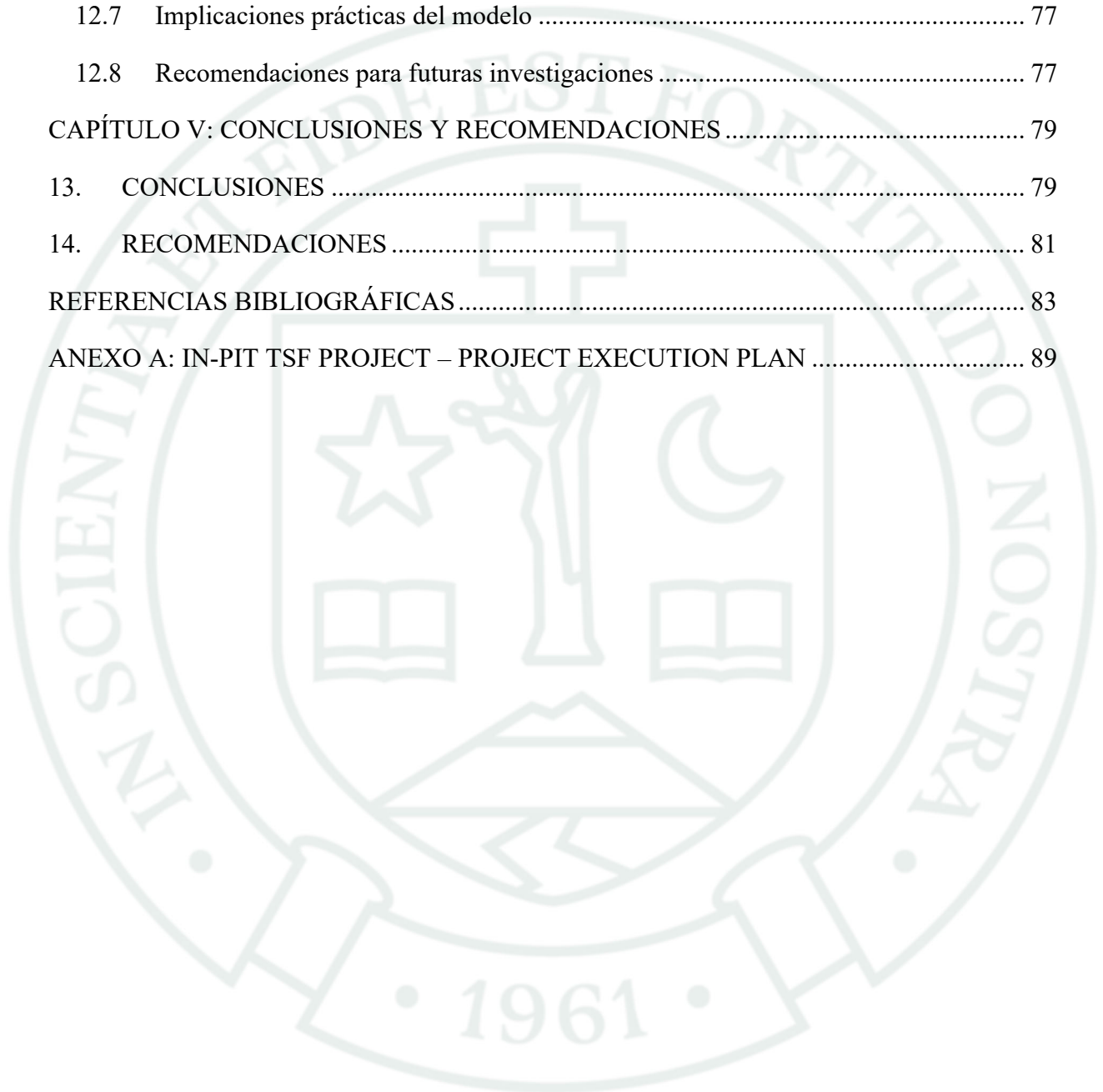
ABSTRACT

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y SU RELEVANCIA .....	3
1.1 Formulación del Problema .....	3
1.2 Problemas específicos .....	3
2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
2.1 Justificación de la investigación .....	4
2.1.1 Justificación social .....	4
2.1.2 Justificación económica .....	5
2.1.3 Justificación ambiental .....	5
2.1.4 Justificación tecnológica .....	5
2.1.5 Justificación política/institucional .....	6
2.1.6 Justificación ética .....	6
2.2 Alcance de la investigación .....	7
2.3 Limitaciones de la investigación .....	8
3. HIPÓTESIS .....	9
3.1 Hipótesis General .....	9
3.2 Hipótesis Específicas .....	9
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
4.1 Objetivo general .....	10
4.2 Objetivos específicos .....	10
5. VARIABLES E INDICADORES .....	11

5.1	Variables.....	11
5.1.1	Independiente .....	11
5.1.2	Dependiente.....	11
5.2	Cuadro de consistencia.....	12
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO .....		15
6.	ESTADO DEL ARTE.....	15
7.	MARCO TEÓRICO.....	21
7.1	Modelo integrado de gestión .....	21
7.2	Monitoreo y control de proyectos .....	22
7.3	Contrato EPC.....	24
7.4	Gestión de stakeholders.....	25
7.5	Propietario del proyecto .....	26
7.6	Empresa contratista .....	27
7.7	Gestión minera .....	28
9.	MARCO LEGAL.....	29
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....		30
10.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	30
11.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	31
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		37
12.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	37
12.1	Revisión bibliográfica y documental del PMI, la AACEi y el IPA. ....	37
12.1.1	Monitoreo y control de proyectos según la AACEi .....	38
12.1.1.1	Alcance del proyecto y estrategia de ejecución .....	38
12.1.1.2	Planificación del cronograma.....	39
12.1.1.3	Desarrollo del cronograma .....	39
12.1.1.4	Estimación de costos y presupuestación .....	40
12.1.1.5	Planificación de recursos.....	40

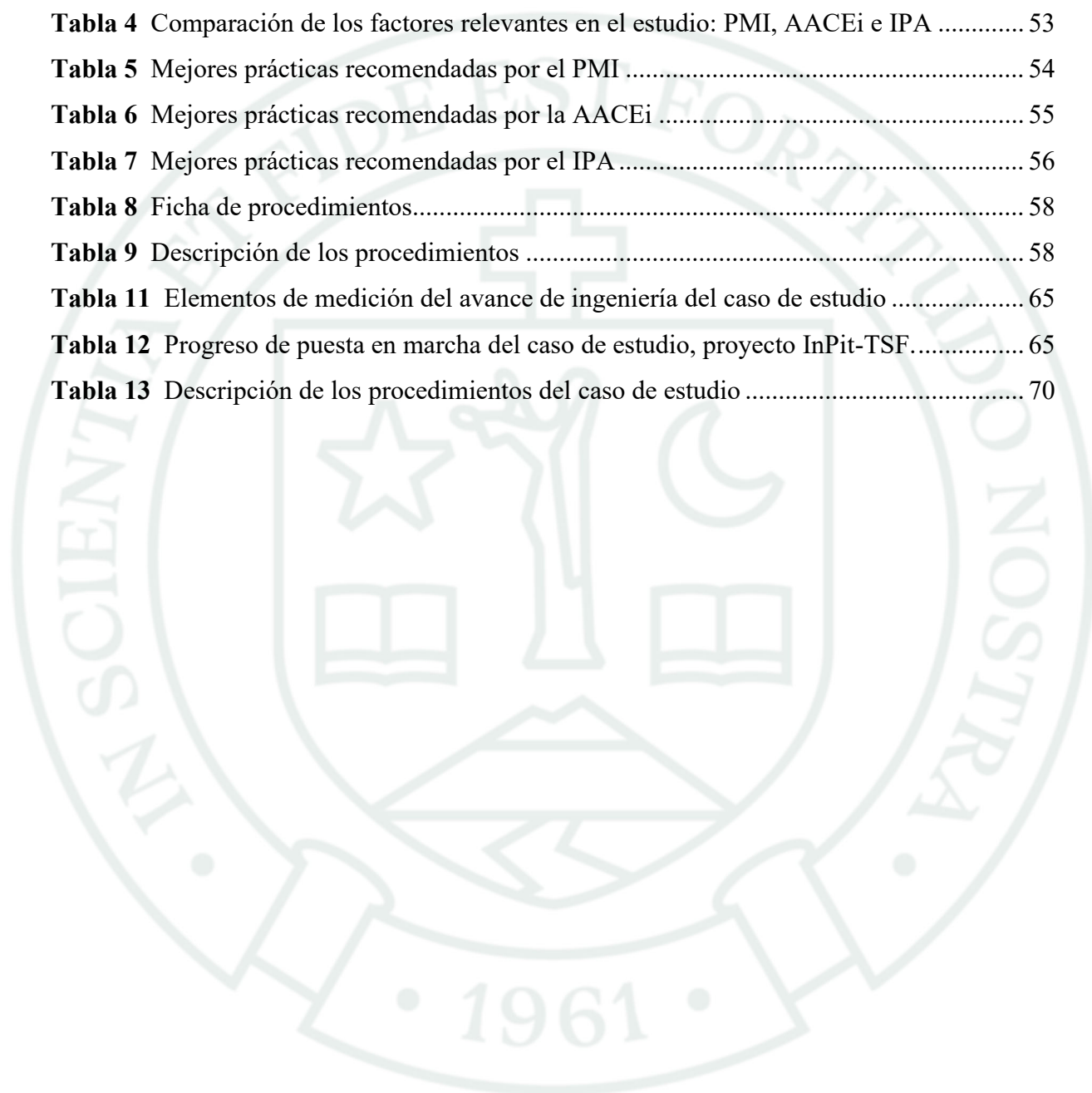
12.1.1.6	Análisis de valor e ingeniería .....	41
12.1.1.7	Gestión de riesgos .....	41
12.1.1.8	Planificación de adquisiciones .....	43
12.1.1.9	Implementación del plan de control del proyecto .....	43
12.1.2	Monitoreo y control de proyectos según el PMI-PMBOK .....	44
12.1.2.1	Sobre el establecimiento de medidas efectivas .....	45
12.1.2.2	Sobre qué medir .....	46
12.1.2.3	Sobre la presentación de la información .....	47
12.1.2.4	Sobre los peligros en las mediciones.....	47
12.1.2.5	Sobre la resolución de problemas de desempeño.....	48
12.1.2.6	Sobre el crecimiento y mejora.....	48
12.1.4	Monitoreo y control de proyectos según el IPA.....	49
12.1.4.1	Mejores prácticas de control de proyectos - IPA .....	50
12.2	Comparación de los factores relevantes en el estudio: PMI, AACEi e IPA .....	52
12.3	Identificación de las mejores prácticas recomendadas: PMI, AACEi e IPA .....	53
12.4	Elaboración de la propuesta del Modelo Integrado de Gestión .....	56
12.6	Simulación de la aplicación del MIG en el caso de estudio.....	62
12.6.1	Gestión del control de costos .....	62
12.6.1.1	Prácticas usadas en la gestión de costos:.....	62
12.6.1.2	Herramientas usadas en la gestión de costos:.....	63
12.6.2	Gestión del control del cronograma .....	64
12.6.2.1	Prácticas usadas en la gestión del cronograma: .....	64
12.6.2.3	Herramientas usadas en la gestión del cronograma: .....	65
12.6.3	Gestión del control del progreso del proyecto: .....	66
12.6.3.1	Prácticas usadas en la gestión del progreso del proyecto:.....	66
12.6.3.2	Herramientas usadas en la gestión del progreso del proyecto:.....	66
12.6.4	Gestión del control de la ingeniería.....	67

12.6.4.1	Prácticas usadas en la gestión de la ingeniería:.....	67
12.6.4.2	Herramientas usadas en la gestión de la ingeniería:.....	67
12.6.5	Ventajas del modelo propuesto frente a la situación actual .....	76
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....		77
12.7	Implicaciones prácticas del modelo .....	77
12.8	Recomendaciones para futuras investigaciones .....	77
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		79
13.	CONCLUSIONES .....	79
14.	RECOMENDACIONES .....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		83
ANEXO A: IN-PIT TSF PROJECT – PROJECT EXECUTION PLAN .....		89



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Cuadro de consistencia.....	12
<b>Tabla 2</b>	Estado del Arte.....	15
<b>Tabla 3</b>	Marco Legal .....	29
<b>Tabla 4</b>	Comparación de los factores relevantes en el estudio: PMI, AACEi e IPA .....	53
<b>Tabla 5</b>	Mejores prácticas recomendadas por el PMI .....	54
<b>Tabla 6</b>	Mejores prácticas recomendadas por la AACEi .....	55
<b>Tabla 7</b>	Mejores prácticas recomendadas por el IPA .....	56
<b>Tabla 8</b>	Ficha de procedimientos.....	58
<b>Tabla 9</b>	Descripción de los procedimientos .....	58
<b>Tabla 11</b>	Elementos de medición del avance de ingeniería del caso de estudio .....	65
<b>Tabla 12</b>	Progreso de puesta en marcha del caso de estudio, proyecto InPit-TSF.....	65
<b>Tabla 13</b>	Descripción de los procedimientos del caso de estudio .....	70



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Esquema metodológico.....	33
<b>Figura 2</b> Mapa del proceso del control de proyectos según la AACEi .....	38
<b>Figura 3</b> Flujo de procesos según el PMI.....	44
<b>Figura 4</b> Diagrama del Proceso de Control de Proyectos según IPA.....	49
<b>Figura 5</b> Propuesta del MIG para el monitoreo y control de proyectos mineros EPC.....	57
<b>Figura 6</b> Línea base de costos del caso de estudio, proyecto InPit-TSF. ....	63
<b>Figura 7</b> Línea base del cronograma del caso de estudio, proyecto InPit-TSF.....	65
<b>Figura 8</b> MIG para el monitoreo y control - Simulación en caso de estudio .....	69
<b>Figura 9</b> Project Control Management del proyecto InPit-TSF - PEP.....	89
<b>Figura 10</b> Continuación Project Control Management: proyecto InPit-TSF - PEP .....	90
<b>Figura 11</b> Continuación Project Control Management: proyecto InPit-TSF - PEP .....	91
<b>Figura 12</b> Continuación Project Control Management: proyecto InPit-TSF - PEP .....	92
<b>Figura 13</b> Continuación Project Control Management: proyecto InPit-TSF - PEP .....	93
<b>Figura 14</b> Schedule Control: proyecto InPit-TSF - PEP. ....	94
<b>Figura 15</b> Continuación Schedule Control: proyecto InPit-TSF - PEP.....	95
<b>Figura 16</b> Continuación Schedule Control: proyecto InPit-TSF - PEP.....	96
<b>Figura 17</b> Project Progress: proyecto InPit-TSF - PEP.....	97
<b>Figura 18</b> Continuación Project Progress: proyecto InPit-TSF - PEP. ....	98
<b>Figura 19</b> Continuación Project Progress: proyecto InPit-TSF - PEP. ....	99
<b>Figura 20</b> Engineering: proyecto InPit-TSF - PEP .....	100
<b>Figura 21</b> Continuación Engineering: proyecto InPit-TSF - PEP.....	101
<b>Figura 22</b> Continuación Engineering: proyecto InPit-TSF - PEP.....	102

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: IN-PIT TSF PROJECT – PROJECT EXECUTION PLAN .....	89
--	----



## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de todo profesional ejecutor de proyectos, que desempeñe sus labores en los sectores de construcción y minería, es lograr el éxito de los mismos, por lo que todos los recursos que destina comparten tal objetivo. Por lo tanto, la gran incógnita a resolver por cada profesional es: “¿Cómo puedo garantizar el éxito de los proyectos?” la cual, claramente, es una pregunta muy difícil de contestar.

Para ello, cabe citar el concepto que la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) designa al término “Control de proyectos”, el cual puede responder a esta incógnita que pesa tanto en el sector construcción al indicar que el control de proyectos es “un proceso aplicado a un proyecto para garantizar el resultado deseado de la inversión de activos, siendo los activos el producto final del resultado de todo proyecto.” (AACE International, 2015)

Es decir, para garantizar el resultado deseado de un proyecto se debe supervisar la correcta ejecución de los procedimientos de control del mismo. De esta manera podemos afirmar que: principalmente se puede garantizar el éxito de un proyecto aplicando un correcto control del mismo, pues lograr los resultados deseados es sinónimo de lograr el éxito del proyecto.

Es entonces cuando nuevas preguntas caen por su propio peso: ¿Estamos realizando un correcto monitoreo y control de los proyectos actuales? ¿Contamos con un proceso de monitoreo y control específico para el tipo de proyecto en cuestión?

Según un estudio realizado el 2023 por la Universidad Nacional de Colombia, la mayoría de propietarios de proyectos no cuentan con un proceso de monitoreo y control definido el cual seguir en la etapa de ejecución; por lo que surge la necesidad de generar un Modelo Integrado de Gestión para el monitoreo y control de proyectos. (Zuleta-Castellano, Sanabria-Ospino, Puerta-Guardo, Ramirez-Garcia, & Fajardo-Moreno, 2023)

La presente investigación propondrá un Modelo Integrado de Gestión para el monitoreo y control de proyectos de tipo EPC (Engineering, Procurement, Construction) del sector minero basado en las mejores prácticas del PMI (Project Management Institute), la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) y el IPA (Independent Project Analysis); éstos son tres de los principales referentes en gestión de proyectos.

Se encontró que, según el Ministerio de Energía y Minas, la cartera de proyectos de inversión minera ha incrementado el presente año, incluyendo actualmente 67 proyectos en 19 departamentos del país, lo que significa un incremento de inversión de US\$ 9,515 millones a diferencia del 2024, por lo que se hace interesante el estudio de la industria que presenta más éxito en proyectos en proceso de ejecución. Y, como indica un artículo publicado por African Mining: el tipo de contratación EPC (Engineering, Procurement, and Construction) es preferido en el sector por los beneficios que aporta. (Reyneke, 2023)

Por lo tanto, en el contexto de proyectos mineros realizados bajo el tipo de contratación EPC, como el proyecto InPit-TSF (caso de estudio), se ha identificado una brecha en el modelo de monitoreo y control ejecutado por el propietario del proyecto, la cual puede conducir a ineficiencias y descoordinaciones en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos.

Es por ello que se tiene la necesidad de crear un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC enfocada en las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo para el propietario del proyecto, pues significará un aporte de gran valor para la industria de la construcción y la minería.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y SU RELEVANCIA

### 1.1 Formulación del Problema

¿Cuál es el Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC que se enfoque en las mejores prácticas recomendadas por el PMI (Project Management Institute), la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) y el IPA (Independent Project Analysis) y considere la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo que se puede diseñar para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto en el departamento de Cajamarca, en el año 2025?

### 1.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son los aportes relacionados al monitoreo y control de proyectos del PMI, la AACEi y el IPA?
- ¿Cuáles son los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA que permitan facilitar las consideraciones en el diseño del Modelo Integrado de Gestión propuesto?
- ¿Cuáles son las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo?
- ¿Qué propuesta de Modelo Integrado de Gestión se puede elaborar para su aplicación en el caso de estudio del proyecto InPit-TSF con el objetivo de validar su aplicación para lograr el diseño de un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC enfocada en las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA

considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo?

## **2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 Justificación de la investigación**

La razón de la pertinencia de la presente investigación se debe a que son muchos los proyectos de tipo EPC que se ejecutan actualmente, los mismos que no necesariamente consideran un modelo de gestión enfocado en el monitoreo y control, por lo que están expuestos al fracaso por no considerar un modelo como el que este estudio propone.

El principal aporte del presente estudio se enfoca a que se contará con un Modelo de Gestión estandarizado para que cualquier proyecto EPC desarrollado en la industria minera tenga una referencia apta a ser adecuada para su modalidad, especialidades, inversión, envergadura, entre otras características; ya que se trata de un modelo general, por lo que se podrá considerar para cualquier tipo de proyecto de la misma industria y con el mismo tipo de contrato.

#### **2.1.1 Justificación social**

Como en toda unidad minera, el impacto social es determinante para la ejecución de cualquier proyecto y de sus procesos. Es ahí donde radica la influencia de: la expectativa que se genera en la comunidad de influencia, el tiempo en el que la comunidad es informada de la ejecución del proyecto, entre otros factores; claramente, una de las principales consideraciones a tener en cuenta para la propuesta del Modelo Integrado de Gestión será la comunidad de influencia.

Un proyecto visto con una perspectiva general requiere una gestión integral, en el que se debe incluir la gestión de las comunidades con el objetivo de estar alineados hacia una integración correcta de todos los stakeholders. La propuesta del Modelo Integrado de Gestión para el monitoreo y control por parte del propietario del proyecto también considera la gestión

de los interesados, entre los cuales se encuentra principalmente la comunidad de influencia y la empresa contratista. (Prno, Pickard, & Kaiyogana, 2021)

### **2.1.2 Justificación económica**

A nivel económico, el Modelo Integrado de Gestión propuesto influye principalmente en la gestión de los recursos, no solo materiales, sino también, en los correspondientes al personal de construcción y al personal de planeamiento y control encargados del proceso de monitoreo y control de todo el proyecto.

Una manera de optimizar la toma de decisiones es a partir de un proceso de control eficiente que permita a los encargados del proyecto estar preparados ante posibles ocurrencias; es por eso que es recomendable acudir al afianzamiento del manejo de la data financiera y operacional, la misma que debe incluirse en el Modelo Integrado de Gestión propuesto. (Le, Jeong, Damnjanovic, & Bukkapatnam, 2022)

### **2.1.3 Justificación ambiental**

El cumplimiento de normativas ambientales rige la operación de cualquier unidad minera, por lo tanto, el estudio aporta produciendo un modelo que garantice el correcto monitoreo y control del proyecto, logrando así el cumplimiento de estas normas durante la fase de ejecución desde la construcción hasta el cierre. (Prno, Pickard, & Kaiyogana, 2021)

### **2.1.4 Justificación tecnológica**

Es prácticamente inviable desarrollar un modelo de gestión que no se apoye en la tecnología. Principalmente en el proceso de monitoreo y control se utilizan diversas plataformas o programas que facilitan y mejoran el proceso de monitoreo; existen en su variedad plataformas que apoyan en el control integral del alcance, costo y tiempo a manera de cronogramas, diagramas, cuadros, gráficos, entre otros, con el objetivo de optimizar la precisión operativa y la rapidez en la detección de desviaciones que puedan surgir en la ejecución del proyecto. (Duarte-Vidal, F. Herrera, Atencio, & Muñoz-La Rivera, 2021)

### 2.1.5 Justificación política/institucional

El modelo propuesto considera un enfoque integral, en el que se deberá tener en consideración el organigrama y las responsabilidades de cada uno de los roles presentes en los equipos que tengan implicancia con el monitoreo y control a nivel interno de la compañía, así como la implicancia de entidades externas al proyecto, logrando así promover la transparencia institucional. (Muhammad, Arifin, Syam, & Putra, 2024)

### 2.1.6 Justificación ética

Uno de los principales beneficios de contar con un modelo integrado que gestione correctamente el monitoreo y control es evitar desviaciones éticas, las cuales pueden surgir en cualquier fase del proyecto; de hecho, podrían estar surgiendo actualmente en los diferentes proyectos que se ejecutan no solo en la industria minera o de la construcción, sino también a nivel global.

Primordialmente, el modelo propuesto tiene como uno de los objetivos principales reportar los datos e información reales registradas en el proyecto, evitando manipulaciones y promoviendo una cultura de responsabilidad profesional. (Hunhevicz, Motie, & Hall, 2022)

Por otro lado, evaluar proyectos bajo modalidad EPC resulta una propuesta capaz de generar valor por las siguientes razones:

- **Es la modalidad más usada para complejos proyectos mineros**, pues la responsabilidad de la ingeniería de diseño, procura y construcción recae en la empresa contratista y los riesgos para el propietario disminuyen. Además de obtener un resultado que cumpla con el alcance.
- **El sistema de gestión del cliente es más estratégico que operativo**, lo cual conlleva a monitorear y controlar el proyecto desde una perspectiva distinta a como se haría con otras modalidades de contratación.
- **Aporte de valor y potencial de replicabilidad en otros proyectos**, no solo en

proyectos mineros, sino también en industrias como Plantas industriales, Proyectos energéticos y de infraestructuras críticas, entre otros.

- **A diferencia de otras modalidades de contratación**, en el presente estudio se podrá analizar de qué manera gestionar un proyecto considerando también el análisis legal y estratégico, además de monitorear y controlar el proyecto enfocándose en entregables y no en tareas diarias.

Como valor agregado, la investigación presentará resultados que no solo beneficiarán al caso de estudio, sino también a otras unidades mineras o proyectos empleados bajo esta modalidad en el sector.

## **2.2 Alcance de la investigación**

El presente estudio, que tiene un enfoque directo en el sector privado, se centra en una propuesta de Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC enfocada en las mejores prácticas recomendadas por el PMI (Project Management Institute), la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) y el IPA (Independent Project Analysis) considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo para el propietario del proyecto; específicamente en una operación minera en el departamento de Cajamarca durante el año 2025. Esta delimitación responde a que, como indica el tipo de contrato, son esas tres áreas de gestión las que requieren un monitoreo y control paralelo en la ejecución de este tipo de proyectos, y diversos autores concuerdan en que las áreas de control mencionadas garantizan en gran medida el éxito de todo proyecto.

Se escoge esta modalidad contractual porque presenta retos particulares de coordinación y transferencia de información entre los involucrados pertenecientes al propietario del proyecto, y especialmente por el potencial que tiene esta modalidad de

contratación que es preferida en el sector. Se ha elegido como lugar de estudio a Cajamarca porque, tal como indica el Ministerio de Energía y Minas, actualmente lidera la cartera de proyectos de inversión minera además de su experiencia reciente con proyectos EPC.

Es correcto que existen otras modalidades de contratación, áreas de gestión, áreas de control, zonas de estudio, fases y regiones, sin embargo, el estudio no abarca todos los tipos, sino únicamente los anteriormente mencionados para, con el soporte de un caso representativo, desarrollar un modelo integrado que aporte soluciones concretas y replicables.

### **2.3 Limitaciones de la investigación**

- El estudio se limitará a la evaluación de las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción, no involucrando otras ni evaluando más proyectos de la unidad.
- Se analizará las mejores prácticas recomendadas por el PMI (Project Management Institute), la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) y el IPA (Independent Project Analysis), no involucrando otras instituciones.
- Las áreas de control que se propondrán para la propuesta del Modelo Integrado de Gestión serán únicamente las áreas del Alcance, Costo y Tiempo; sin embargo, se explicará las otras áreas de control que las instituciones como el PMI, la AACEi y el IPA consideran importantes en sus mapas de procesos.
- Únicamente se evaluará la gestión operativa del proyecto, no incluyendo aspectos ambientales o sociales (a excepción de la gestión de interesados/stakeholders), sin embargo, se invita a que posteriores investigaciones evalúen también tales aspectos.
- El acceso a la información requerida para el análisis del caso de estudio otorgada por la unidad minera, será determinada por la autorización de la misma.

### **3. HIPÓTESIS**

#### **3.1 Hipótesis General**

Probablemente la implementación de un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros de tipo EPC, que relacione las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo, mejore significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto, lo cual se podrá evidenciar en una mayor integración entre áreas de control, áreas de gestión y etapas del proyecto.

#### **3.2 Hipótesis Específicas**

- La revisión bibliográfica de las principales guías del PMI, la AACEi y el IPA contribuye a sintetizar sus aportes relacionados al monitoreo y control de proyectos.
- La comparación de los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA ayuda a identificar las consideraciones en el diseño del Modelo Integrado de Gestión propuesto.
- La identificación de las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo, aporta en la determinación de las que son aptas para su aplicación en el Modelo Integrado de Gestión propuesto.
- La elaboración de una propuesta del Modelo Integrado de Gestión capaz de aplicarse en el caso de estudio del proyecto InPit-TSF probablemente valide su aplicación para lograr el diseño de un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC enfocada en las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de

Alcance, Costo y Tiempo para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto.

## **4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1 Objetivo general**

Desarrollar un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC (Engineering, Procurement and Construction) con enfoque en las mejores prácticas recomendadas por el PMI (Project Management Institute), la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) y el IPA (Independent Project Analysis), considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos en beneficio del propietario del proyecto como principal stakeholder, tomando como caso de estudio un proyecto EPC ubicado en el departamento de Cajamarca, en el año 2025.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Revisar la bibliografía de las principales guías del PMI, la AACEi y el IPA para sintetizar sus aportes relacionados al monitoreo y control de proyectos mediante el estudio de las secciones relacionadas al monitoreo y control de proyectos. Relacionado con la variable independiente y el instrumento “Mapas de procesos referenciales”
- Comparar los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA para facilitar las consideraciones en el diseño del Modelo Integrado de Gestión propuesto a partir de un análisis detallado de las principales diferencias encontradas. Relacionado con la variable independiente y el instrumento “Matriz comparativa”
- Identificar las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA

considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo, con el fin de establecer cuáles son aptas para su aplicación en el Modelo Integrado de Gestión propuesto, mediante la revisión de los mapas de procesos descritos en los documentos de referencia presentados. Relacionado con la variable dependiente y el instrumento “Matriz de buenas prácticas”

- Elaborar una propuesta del Modelo Integrado de Gestión para su posterior simulación en el caso de estudio del proyecto minero InPit-TSF con el objetivo de validar su aplicación para lograr el diseño de un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC enfocada en las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto. Relacionado con la variable dependiente y el instrumento “Mapa de procesos”

## **5. VARIABLES E INDICADORES**

### **5.1 Variables**

#### **5.1.1 Independiente**

Implementación de un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros de tipo EPC, que relacione las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo.

#### **5.1.2 Dependiente**

Gestión y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto.

## 5.2 Cuadro de consistencia

**Tabla 1**

*Cuadro de consistencia*

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Indicadores
¿Cuál es el Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros EPC que se enfoque en las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA y considere la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo que se puede implementar para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto?	Desarrollar un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros EPC con enfoque en las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA, considerando la relación entre las áreas de gestión y las áreas de control para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos en beneficio del propietario del proyecto como principal stakeholder, tomando como caso de estudio un proyecto EPC ubicado en el	Probablemente la implementación de un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros de tipo EPC, que relacione las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo, mejore significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto.	<p><b>Independiente:</b> Implementación del Modelo Integrado de Gestión</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de gestión</li> <li>• Áreas de control</li> <li>• Etapas del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos establecidos por área de gestión.</li> <li>• Uso de herramientas de control de alcance, costo, tiempo.</li> <li>• Flujo de trabajo de ejecución del proyecto.</li> </ul>

departamento de Cajamarca, en el año 2025.		
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>
¿Cuáles son los aportes relacionados al monitoreo y control de proyectos del PMI, la AACEi y el IPA?	Realizar una revisión bibliográfica de las principales guías del PMI, la AACEi y el IPA.	La revisión bibliográfica de las principales guías del PMI, la AACEi y el IPA contribuye a sintetizar sus aportes relacionados al monitoreo y control de proyectos.
¿Cuáles son los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA?	Comparar los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA.	La comparación de los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA ayuda a identificar las consideraciones en el diseño del Modelo Integrado de Gestión propuesto.
¿Cuáles son las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA?	Identificar las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA.	La identificación de las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA, aporta en la determinación de las que son aptas para su aplicación en el Modelo Integrado de Gestión propuesto.
¿Qué propuesta de Modelo Integrado de Gestión se	Elaborar una propuesta del Modelo	La elaboración de una propuesta del Modelo

**Dependiente:**  
Gestión y coordinación en toma de decisiones

**Dimensiones:**

- Inclusión de control por área de gestión
- Inclusión de áreas de control.
- Definición de cada etapa del proyecto

- Nivel de integración de las áreas de gestión EPC en el modelo de gestión de control.
- Nivel de integración de las áreas de control de alcance, costo y tiempo en el modelo de gestión de control.
- Nivel de integración de las etapas de proyecto en el modelo de gestión de

---

puede elaborar para su aplicación en el caso de estudio del proyecto InPit-TSF?

Integrado de Gestión para su aplicación en el caso de estudio del proyecto InPit-TSF.

Integrado de Gestión capaz de aplicarse en el caso de estudio del proyecto InPit-TSF probablemente valide su aplicación para lograr el diseño de un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto.

control.

---

Nota: Fuente propia

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

### 6. ESTADO DEL ARTE

**Tabla 2**

*Estado del Arte.*

Artículo	Autores	Resumen	Conclusiones y aportes
<b>From NLP to taxonomy: identifying and classifying key functionality concepts of multi-level project planning and control systems</b>	Moslem Sheikhhoshkar Hind Bril El Haouzi Alexis Aubry Farook Hamzeh Farzad Rahimian (Sheikhhoshkar, El Haouzi, Aubry, Hamzeh, & Rahimian, 2024)	Subraya la necesidad de la industria de comprender los conceptos relacionados con la planificación y control de proyectos. Utiliza SBERT para su análisis. (Sheikhhoshkar, El Haouzi, Aubry, Hamzeh, & Rahimian, 2024)	Se identificó las funcionalidades del sistema de planificación y control, los cuales pueden ser considerados para el Owner. (Sheikhhoshkar, El Haouzi, Aubry, Hamzeh, & Rahimian, 2024)
<b>Diagnosis of the integration management of mining projects from the conceptual stage to the start of operations in Cajamarca - Peru, 2018</b>	Eduardo Zamora (Zamora, 2020)	A través de entrevistas analiza la primera fase de la gestión, prácticas aplicadas y requisitos de un proyecto minero. (Zamora, 2020)	Evalúa las principales causas de proyectos fallidos, de donde se rescata la importancia de una gestión integrada. (Zamora, 2020)
<b>Application of Project Management Process on Environmental Management System Improvement in Mining-Energy Complexes</b>	Jelena Malenović Nikolić Dejan Vasović Ivana Filipović Stevan Mušicki Ivica Ristović (Malenović Nikolić, Vasović, Filipović, Mušicki, & Ristović,	Usa la gestión de proyectos para promover la preservación de la calidad medioambiental en el contexto de complejos mineros y energéticos en Serbia. (Malenović Nikolić, Vasović, Filipović, Mušicki, & Ristović,	A partir de una evaluación realista, se reconoce la mejora del proyecto al implementar sistemas, que para el presente estudio se aplican al Owner. (Malenović Nikolić, Vasović, Filipović, Mušicki, & Ristović, 2016)

	2016)	2016)	
<b>From data to knowledge: Construction process analysis through continuous image capturing, object detection, and knowledge graph creation</b>	Fabian Pfitzner Alexander Braun André Borrmann (Pfitzner, Braun, & Borrmann, 2024)	Busca recopilar datos in situ de obras en construcción a partir de gemelos digitales. (Pfitzner, Braun, & Borrmann, 2024)	Logra desarrollar una metodología capaz de generar representaciones detalladas de los procesos de ejecución de los proyectos de construcción. Los cuales pueden servir de referencia para el Owner o empresa contratista. (Pfitzner, Braun, & Borrmann, 2024)
<b>Review of Key Performance Indicators for Process Monitoring in the Mining Industry</b>	Paulina Gackowiec Marta Podobińska-Staniec Edyta Brzychczy Christopher Kühlbach Toyga Özver (Gackowiec, Podobińska-Staniec, Brzychczy, Kühlbach, & Özver, 2020)	Se enlistan los KPIs que permiten el monitoreo más adecuado en la industria minera, derivadas de la Industria 4.0 y del movimiento empresarial sostenible. (Gackowiec, Podobińska-Staniec, Brzychczy, Kühlbach, & Özver, 2020)	Clasifica los KPIs considerando aspectos de: monitoreo de procesos, operativos, seguridad y mantenimiento. Además de identificar los principales grupos de interés que las pueden usar para la toma de decisiones. (Gackowiec, Podobińska-Staniec, Brzychczy, Kühlbach, & Özver, 2020)
<b>Digital Twins in Construction: Architecture, Applications, Trends and Challenges</b>	Zhou Yang Chao Tang Tongrui Zhang Zhongjian Zhang Dat Tien Doan (Yang, Tang, Zhang, Zhang, & Tien Doan, 2024)	Se enfoca en la aplicación de gemelos digitales en todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción orientándolos a la integración de datos, automatización de modelos, control inteligente de sistemas seguridad de datos. (Yang, Tang, Zhang, Zhang, & Tien Doan, 2024)	Evalúa la arquitectura de los gemelos digitales. Revela los principales desafíos asociados, sin embargo son viables también para el control de proyectos. (Yang, Tang, Zhang, Zhang, & Tien Doan, 2024)
<b>Enhancing Procurement Performance in Project-</b>	Mehrdad Agha Mohammad Ali Kermani	Aplica técnicas de minería de procesos para analizar el proceso	Considera importante mejorar la planificación y asignación de

<b>Oriented Organizations: A Process Analysis Approach</b>	Mehrdad Maghsoudi Elmira Darzi (MOHAMMAD ALI KERMANI, MAGHSOUDI, & DARZI, 2024)	de adquisición para proyectos de construcción. Presenta recomendaciones para optimizar el proceso de adquisiciones. (MOHAMMAD ALI KERMANI, MAGHSOUDI, & DARZI, 2024)	recursos, en este caso relacionados con la gestión de la procura a nivel integral para proyectos EPC. (MOHAMMAD ALI KERMANI, MAGHSOUDI, & DARZI, 2024)
<b>Competencies that lead to high performance as a project engineer in a management consulting engineering company</b>	Andie Sones Melissa Marinelli Sally Male Ghulam Mubashar Hassan (Sones, Marinelli, Male, & Mubashar Hassan, 2021)	Establece las competencias necesarias para alcanzar un alto rendimiento como ingeniero de proyectos. (Sones, Marinelli, Male, & Mubashar Hassan, 2021)	Para lograr el alto rendimiento es requerido desarrollar un enfoque basado en el aprendizaje continuo. El ingeniero de proyecto cuenta del Owner debe contar con una amplia experiencia técnica, mas no especializada. (Sones, Marinelli, Male, & Mubashar Hassan, 2021)
<b>Intelligent analysis in construction management</b>	Fjoder Klashanov (Klashanov, 2018)	Analiza las técnicas de minería de datos en un modelo de gestión en construcción. (Klashanov, 2018)	Los resultados de análisis se utilizan para construir un modelo de administración de la construcción. (Klashanov, 2018)
<b>Optimal time-based and cost-based contracts in construction projects under asymmetric information</b>	Guanqun Shi Jingru Tong Zhiyuan Chen Yichen Wang (Shi, Tong, Chen, & Wang, 2025)	En un contexto de información asimétrica, consideran varios tipos de contratos demostrando que el propietario prefiere el que está basado en tiempo. (Shi, Tong, Chen, & Wang, 2025)	Diseña un mecanismo de incentivos en el proceso de contratación de proyectos de construcción. En este estudio sirve de referencia para contratos EPC. (Shi, Tong, Chen, & Wang, 2025)
<b>Exploring the Barriers to Implementing the Integrated Project Delivery Method</b>	Rudhab S. Buk'hail Ruqaya S. Al-Sabah (Buk'hail & Al-Sabah, 2024)	Exploración de la disposición de la industria de la construcción en Kuwait a implementar un nuevo sistema de entrega. (Buk'hail & Al-Sabah, 2024)	Da referencias acerca de las barreras para la integración contractual del Owner. (Buk'hail & Al-Sabah, 2024)
<b>Mechanistic Analysis of</b>	Hongyan Li	Genera un modelo dinámico de la	Determina el mecanismo evolutivo

<b>the Evolution of Trust Level Between Owner and PMC Contractor Based on Dynamic Bayesian Network</b>	Abdul Bari Aobo Yue (Li, Bari, & Yue, 2024)	evolución de los niveles de confianza entre propietarios y contratistas. (Li, Bari, & Yue, 2024)	del nivel de confianza por parte del Owner y sus factores impulsores con el contratista EPC. (Li, Bari, & Yue, 2024)
<b>Effect of conflicts on the contracting business failure in the construction industry</b>	Ibrahim Mahamid (Mahamid, 2024)	Indaga sobre las causas más importantes de conflictos en proyectos de construcción. (Mahamid, 2024)	Menciona los principales conflictos que afectan el éxito en contrataciones EPC. (Mahamid, 2024)
<b>Analyzing the causes of management and production delays in the implementation of construction project work</b>	Putri Lynna Adelinna Luthan Nathanael Sitanggang Syahreza Alvan Wisnu Prayogo (Adelinna Luthan, Sitanggang, Alvan, & Prayogo, 2024)	Analiza las causas de los retrasos en la implementación de proyectos causados por la administración y la producción. (Adelinna Luthan, Sitanggang, Alvan, & Prayogo, 2024)	Los factores de administración pueden causar retrasos en la ejecución de proyectos. (Adelinna Luthan, Sitanggang, Alvan, & Prayogo, 2024)
<b>Evaluating construction contractors in the pre-tendering stage through an integrated based model</b>	Abdulaziz S. Almohassen Mohammed Alfozan Othman Subhi Alshamrani Mohammed Essam Shaawat (Almohassen, Alfozan, Subhi Alshamrani, & Essam Shaawat, 2023)	Desarrolla un nuevo modelo que evalúa a los contratistas en etapa de simulación. (Almohassen, Alfozan, Subhi Alshamrani, & Essam Shaawat, 2023)	Produce un modelo con criterios de evaluación definido, se puede evidenciar la importancia de la contratación eficiente del EPC. (Almohassen, Alfozan, Subhi Alshamrani, & Essam Shaawat, 2023)
<b>Delays of construction projects in Makkah from the point of view of the consultant</b>	Abdulrazak Badawi Abdulghafour Kehlan Salman (Badawi Abdulghafour & Salman, 2023)	Investiga las causas de retrasos en los proyectos de construcción en la Makkah. (Badawi Abdulghafour & Salman, 2023)	Factores de impacto: financiamiento del proyecto, mala gestión, y baja productividad laboral. (Badawi Abdulghafour & Salman, 2023)
<b>Enhancing road construction</b>	Gerber Zavala Michael Chacón	Examina la integración de BIM, PPM, ICE y VDC para abordar	Recomienda la capacitación e implementación del VDC en el

<b>management in Peru through virtual design and construction integration</b>	Victor Andre Ariza Flores (Zavala, Chacón, & Ariza Flores, 2024)	ineficiencias crónicas en proyectos viales. (Zavala, Chacón, & Ariza Flores, 2024)	sector construcción para mejorar el control del Owner. (Zavala, Chacón, & Ariza Flores, 2024)
<b>Project management maturity and its impact on perceived project success: a case study</b>	E. Burger S. Pretorius H. Steyn (Burger, Pretorius, & Steyn, 2024)	Mide el impacto de la madurez en la gestión de proyectos en cuatro áreas de conocimiento. (Burger, Pretorius, & Steyn, 2024)	Encuentra a la madurez en la gestión de proyectos como fundamental para el logro de resultados comunes. (Burger, Pretorius, & Steyn, 2024)
<b>Automated monitoring innovations for efficient and safe construction practices</b>	Muhammad Ali Musarat Abdul Mateen Khan Wesam Salah Alaloul Noah Blas Saba Ayub (Ali Musarat, Mateen Khan, Salah Alaloul, Blas, & Ayub, 2024)	Evalúa las ventajas de la fotogrametría, sensores y algoritmos para permitir un monitoreo automatizado continuo. (Ali Musarat, Mateen Khan, Salah Alaloul, Blas, & Ayub, 2024)	Se requieren nuevas tecnologías, gestión del cambio, inversión en datos y normativas. (Ali Musarat, Mateen Khan, Salah Alaloul, Blas, & Ayub, 2024)
<b>Automatic Monitoring in Construction Projects: Scientometric Analysis and Visualization of Research Activities</b>	Amir Hossein Dalir Zahra Pezeshki Mehdi Ravanshadnia Eugene Krinitsky Ildar Aidarovich Sultanguzin (Hossein Dalir, Pezeshki, Ravanshadnia, Krinitsky, & Aidarovich Sultanguzin, 2025)	Analiza exhaustivamente la monitorización automática en proyectos de construcción. (Hossein Dalir, Pezeshki, Ravanshadnia, Krinitsky, & Aidarovich Sultanguzin, 2025)	El aprendizaje automático (ML), BIM, y el aprendizaje profundo son las técnicas más populares para la monitorización automática. El control del EPC mejora el desempeño. (Hossein Dalir, Pezeshki, Ravanshadnia, Krinitsky, & Aidarovich Sultanguzin, 2025)
<b>Effect of Project Control Practices on the Performance of Building Construction Companies in Uganda: A Case Study</b>	Hillary Tukundane and Yu Yang (Yang H. T., 2024)	Evalúa analíticamente los niveles de prácticas de control de proyectos en Uganda. Adopta 34 prácticas de control estándar, de 4 áreas vitales de control:	Determina una significativa relación entre las prácticas de control de proyectos y el desempeño de las empresas de construcción. (Yang H. T., 2024)

<b>of the City of Kampala</b>		planificación, monitoreo, análisis e informes. (Yang H. T., 2024)	
<b>Revolutionizing project control: leveraging control theory for integrated cost, schedule, and risk management</b>	Brahim Seddiki (Seddiki, 2025)	Introduce un enfoque novedoso de gestión evaluando las limitaciones de los métodos tradicionales. (Seddiki, 2025)	Establece una ecuación matemática con un enfoque más científico y cuantitativo para la toma de decisiones. (Seddiki, 2025)
<b>Subcontracting and rework cost sharing in engineering–procurement–construction projects</b>	Zhenzhen Chen Wanshan Zhu Pascale Crama (Chen, Zhu, & Crama, 2023)	Explica la relevancia de los contratos EPC porque traslada los riesgos principales al contratista, pero muestra el riesgo de calidad que se presenta. (Chen, Zhu, & Crama, 2023)	Recomienda que en caso se opte por usar el contrato de tipo EPC se recomienda considerar los posibles retrabajos que conlleve el proyecto en el proceso de ejecución. (Chen, Zhu, & Crama, 2023)
<b>Joint Contract–Function Effects on BIM-Enabled EPC Project Performance</b>	Cen-Ying Lee Heap-Yih Chong Qian Li Xiangyu Wang (Lee, Chong, Li, & Wang, 2020)	Evalúa la colaboración fomentada por proyectos con modalidad EPC en los que se use BIM, resaltando su influencia positiva en las funciones contractuales. (Lee, Chong, Li, & Wang, 2020)	Valida que la confianza relacional mejora el impacto de funciones contractuales en proyectos con contratación EPC en los que se usa BIM. (Lee, Chong, Li, & Wang, 2020)
<b>Construction Contract Conversion: An Approach to Resolve Disputes</b>	Ali Ali Shash Salah Ibrahim Habash (Shash & Habash, 2020)	Resalta que los tipos de contratos más usados son los de Suma alzada y precios unitarios, y evalúa la frecuencia con la que los proyectos cambian de modalidad de contratación con el objetivo de adaptarse mejor a la realidad del proyecto. (Shash & Habash, 2020)	Muestra ejemplos de la conversión de contratos de Suma Alzada para la gestión de riesgos y buscando cumplir con el tiempo y costo inicialmente estimados. (Shash & Habash, 2020)

Nota: Fuente propia

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1 Modelo integrado de gestión**

Como indica Schieg (2009) un modelo integrado de gestión es un instrumento que se puede utilizar a lo largo de todas las etapas del proyecto con el objetivo de integrar todas las áreas de gestión internas de una organización para optimizar resultados. Lo cual es avalado por el PMI, que indica que la Gestión de la Integración del Proyecto se basa en coordinar actividades que estén alineadas con los objetivos establecidos. En el caso de monitoreo y control de proyectos, se relacionará las mejores prácticas recomendadas para su integración en un modelo que promueva resultados eficientes.

Además, Whyte & Davies (2021) destacan la importancia de la integración de los procesos de gestión en cuanto al desempeño de las responsabilidades en las organizaciones, pues como se mencionó anteriormente, a nivel ético es importante lograr un control transparente, principalmente en proyectos complejos. Es así que, para una correcta gestión del proyecto, tanto el propietario como los demás stakeholders deben involucrarse para lograr un control global del mismo. Dentro del alcance de este estudio está el monitoreo y control correspondiente a la empresa propietaria del proyecto, la cual tendrá que considerar el nivel de cumplimiento de las responsabilidades designadas a cada miembro del equipo de proyecto para que la implementación del Modelo Integrado de Gestión funcione.

Diversos autores como Jrade & Lessard (2015) generaron propuestas de sistemas integrados basados en herramientas BIM y EVM, en los que demuestran los beneficios en costo y control que aportan con su aplicación, por lo que, el Modelo Integrado de Gestión para el monitoreo y control de proyectos EPC en la industria minera, propuesto en este estudio, considera ser un aporte para el proyecto que actúa como caso de estudio, así como para aquellos que se ejecuten en un futuro, ya sea en la misma industria o se puedan efectuar algunos modelos análogos para su aplicación en otros sectores.

Como se ha presentado, diversos autores han demostrado la eficiencia que representa contar con un modelo integrado de gestión para el monitoreo y control de un proyecto, el cual pueda ser utilizado por el propietario del proyecto. El objetivo de la investigación es aportar a esta línea de autores al complementar estos modelos con un enfoque exclusivo en el monitoreo y control de proyectos de tipo EPC, y específicamente en un contexto minero, utilizando las mejores prácticas recomendadas por el PMI (Project Management Institute), la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) y el IPA (Independent Project Analysis) considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto.

## **7.2 Monitoreo y control de proyectos**

Es importante recordar que la gestión de cambios siempre está presente en todo proyecto, por lo que el monitoreo y control se vuelve fundamental para la identificación de las actividades que requieran ajustes (OSMA, 2016), es por esa consideración que el Project Management Institute considera a esta etapa como crítica, ya que no se podría prescindir de esta a lo largo de todo el proyecto, pues es una actividad transversal a toda la ejecución del mismo.

El PMI, en la 6ta edición del PMBOK define al Proceso de Monitoreo y Control del proyecto como el conjunto de procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. (Project Management Institute, 2017)

La AACEi define al Control de Proyectos como un proceso para controlar la inversión de recursos en un activo. Además de resaltar la importancia prioritaria del mismo, considerando que un proyecto es, por definición, un emprendimiento/esfuerzo temporal que se realiza con el

objetivo de obtener un resultado único; y al no existir algo igual es inevitable aceptar que todo proyecto conlleva riesgos e incertidumbre no antes vistos. Si un proyecto se controla correctamente, tales riesgos cobrarán mayor poder de influencia en el proyecto. (AACE International, 2015)

Por su parte, el IPA sostiene que el Control de un Proyecto, es ejecutar una influencia restrictiva o directiva sobre algo o alguien; además de recalcar la diferencia entre control y seguimiento, siendo este último un acto pasivo que no genera el esfuerzo que demanda el control. (The IPA Institute)

Cuando se menciona a la etapa de monitoreo y control del proyecto, usualmente se hace referencia al control del avance en tiempo, costo y alcance, el mismo que se realiza con la frecuencia y herramientas que se consideren por cada empresa. Para el éxito del proyecto se espera un monitoreo constante que sepa analizar no solo el estado actual del proyecto, sino preparar las actividades siguientes, prevenir riesgos venideros, o registrar lecciones aprendidas que no solo sean útiles en futuros proyectos, sino también en las próximas actividades del mismo proyecto.

Adicionalmente, autores como Trzeciak & Jonek-Kowalska (2021) sostienen que contar con un enfoque desarrollado en la recopilación oportuna de datos, la coherencia de los indicadores y la presentación de informes consolidados garantiza la calidad del proceso de control del proyecto, pues respalda la toma efectiva de decisiones, razón por la cual es importante ir más allá de la revisión de la reportabilidad y las observaciones que se le puedan dar a ésta, se debe hacer uso de un sistema que garantice la calidad de los reportes (diarios, semanales, mensuales, Three Week Look Ahead, etc), la consistencia de los indicadores y la acción oportuna sobre los datos recogidos en cada etapa del proyecto; con el objetivo de brindar la posibilidad de mejorar la toma de decisiones en calidad y tiempo.

En Perú, y en el mundo, este tipo de proyectos bajo modalidad EPC están en aumento,

por lo que la optimización de sus diversos procesos es una necesidad. Toda investigación enfocada en la mejora está directa o indirectamente relacionada con el éxito del proyecto, que se puede dar en cada área de gestión puntual, como en ingeniería, procura o construcción, o de manera transversal aplicando un modelo de gestión que integre las modalidades de monitoreo y control efectuados por los stakeholders.

Para evitar las posibles desviaciones del alcance y defectos en la comunicación es fundamental la gestión de la planificación y control del proyecto articulados con las áreas de gestión y de control. (Jrade & Lessard, 2015)

### **7.3 Contrato EPC**

Nombrado así por sus siglas en inglés “Engineering, Procurement, and Construction” (EPC). Según (FIDIC), el contrato EPC es un modelo contractual en el cual el contratista asume la responsabilidad integral del diseño, procura y construcción del proyecto, garantizando la entrega de la obra “llave en mano” cumpliendo costo, plazo y desempeño acordados. Y en vista que se usan para proyectos de gran envergadura se ve la necesidad de evaluar también los proyectos realizados bajo esta modalidad, que si bien su ejecución va en crecimiento aún queda mucho por optimizar en sus procesos, como lo son los de monitoreo y control.

Agregar además que en un contrato EPC deben existir sólidos mecanismos de coordinación entre el propietario del proyecto y la empresa contratista con el objetivo de medir eficientemente cada área de control, considerando que la empresa contratista tiene un alcance, monto designado y tiempo limitados para la entrega del proyecto, aspectos que la empresa propietaria debe monitorear (Rehman, Thaheem, Shafiq, & Albattah, 2023), pues el propósito del uso de esta modalidad se debe a la eficiencia que se ha demostrado al usar este tipo de contrato en proyectos de industrias demandantes. Sin embargo, si no se realiza una gestión efectiva de las herramientas de coordinación se arriesga el éxito del proyecto en diversos aspectos.

Un reciente estudio de Ghazal & Hammad (2025) concluye que las áreas de gestión que constituyen los contratos EPC sugieren un trato paralelo en el proceso de monitoreo y control del proyecto para garantizar el cumplimiento del alcance a lo largo de la ejecución, es por ello que surge la necesidad de evaluar tal implementación en un caso de estudio representativo, aplicado a un sector para el cual este tipo de contratación es típico en Perú y alrededor del mundo.

Los expertos y conocedores de los proyectos que se llevan a cabo bajo esta modalidad reconocen la importancia de idear modelos que mejoren el proceso de monitoreo y control del propietario del proyecto como principal stakeholder, pues representa una brecha en la gestión de este tipo de proyectos; esto debido a que mayormente el enfoque de los gestores está en el avance de la ejecución en cada área de gestión, siendo que no se presta la debida atención al proceso que, una vez optimizado, conlleva a la mejora de las áreas de gestión de ingeniería, procura y construcción, este proceso es el monitoreo y control del proyecto EPC.

#### **7.4 Gestión de stakeholders**

El Project Management Institute define a cada uno de los stakeholders, interesados o involucrados, como el individuo, grupo u organización que puede afectar, verse afectado o percibirse a sí mismo como afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto, programa o portafolio. Este estudio se limitará únicamente al propietario del proyecto/product owner, considerado como el principal stakeholder.

Las buenas prácticas recomendadas por las instituciones y expertos especializados en Gestión de Proyectos coinciden en que involucrar a cada interesado desde el inicio del proyecto y forma adecuada, es fundamental para apoyar a la garantizar el éxito del mismo. Por lo que saber la manera y el momento oportuno en el que cada uno de los involucrados debe iniciar y finalizar su participación en el proyecto resulta importante, y establecer la forma de participación es parte de este análisis en el que inevitablemente estará incluido el sistema de

monitoreo y control que se va a requerir. Es claro que los stakeholders no pueden actuar de manera independiente, pues al formar parte del proyecto e involucrarse en él la gestión del mismo debe ser integral. El compromiso de las partes interesadas no es una actividad independiente, debe supervisarse y controlarse en conjunto. Es importante tener en consideración que en los procesos internos de cada interesado existirá inevitablemente la interacción con los otros stakeholders. (Project Management Institute)

La gestión de los interesados es también relevante al considerar, entre otros, los asuntos sociales a los que está sometido todo proyecto que pertenece al sector minero, donde además se ven involucradas las comunidades de influencia. Al ser éste un tema tan amplio no llega al alcance del presente estudio, sin embargo, sí se considera como una de las áreas que se verían beneficiadas en caso de la implementación de un modelo integrado de gestión enfocado en el monitoreo y control por parte del propietario del proyecto; ya que, no sería posible mantener el control del proyecto si es que no se le hace seguimiento al cumplimiento de los compromisos obtenidos con las partes interesadas, la falta de la aceptación social puede paralizar todo proyecto. (Wang, Awuah-Offei, Que, & Yang, 2016)

Gestionar a los involucrados es vital para el éxito del proyecto, por lo tanto, también lo es que cada stakeholder adopte modelos de gestión para el logro de los objetivos en conjunto.

### **7.5 Propietario del proyecto**

Si bien el estudio se centrará en proyectos predictivos, es interesante citar la definición que los proyectos ágiles pueden aportar para el Propietario del Proyecto (PP), como el cliente del proyecto, cuya función principal es asegurar que los resultados obtenidos del desempeño del proyecto consigan alinearse con los objetivos del negocio, además de ser el responsable último del éxito global del proyecto y quien se convertirá en propietario de los entregables finales del mismo (PM2 Agile Projects, 2025). Es decir, el Propietario del Proyecto es representado por toda la organización, no solo por el área de proyectos encargada.

El cliente será quien reciba el proyecto, y en la modalidad de contratación de tipo EPC, específicamente en el caso a estudiar, es de gran interés del propietario hacerle seguimiento al cumplimiento de los objetivos del proyecto pactados con la empresa contratista desde el inicio del mismo con el Kick-off Meeting.

Como bien lo menciona la cita líneas arriba, el Propietario del proyecto o Product owner, es el responsable último del éxito global del proyecto; lo cual remarca la importancia de enfatizar en el modelo de gestión del monitoreo y control que éste tenga sobre la ejecución del proyecto en todas sus fases. Si bien es un contrato EPC, en el que la mayoría de riesgos son trasladados a la empresa contratista, el cliente no deja de responder por los incumplimientos en los que éste pueda incurrir, es por ello que su modelo de monitoreo y control debe ser tal que asegure el cumplimiento y seguimiento adecuado del cronograma, costo y alcance.

Como la teoría del Project Management Institute lo indica, todo proyecto surge por una necesidad, y si el cliente licita algún proyecto es porque tiene una necesidad que cumplir para el cual pasa por un exhaustivo proceso de selección con el objetivo de contratar a la empresa EPC que considere que cumplirá los requisitos que el proyecto demanda; sin embargo, en caso de que la empresa contratista demuestre incapacidad para la adecuada ejecución del proyecto este comportamiento no solo afectará a la contratista propiamente, sino más aún al cliente, pues se verá obligado a tomar otras medidas con el fin de cubrir las necesidades para las cuales surgió inicialmente el proyecto. De ahí deriva la importancia de adoptar un modelo de gestión integrado, que permita al cliente un correcto y oportuno control a la empresa contratista.

## **7.6 Empresa contratista**

En el contexto de la industria de la minería y construcción un contratista es una empresa que celebra un contrato para realizar un trabajo específico o prestar un servicio determinado para otra empresa (PP). (Corporación para el desarrollo de la seguridad social, 2025)

Para el caso de empresas que son contratadas bajo la modalidad del tipo EPC, Galloway

(2008) resalta que un contratista EPC debe mantener un enfoque de cada área de gestión que le permita alcanzar naturalmente los objetivos de un contrato EPC a partir de un diseño óptimo, una adquisición rentable y una construcción alineada con el plan de ejecución.

### **7.7 Gestión minera**

En una unidad minera suceden distintos tipos de procesos y operaciones, cada una de las cuales requieren una gestión específica, por lo que la gestión minera general se define por la coordinación e inspección requeridas para garantizar la realización de las actividades necesarias para el cumplimiento de objetivos en las áreas de producción, costos, seguridad, mantenimiento, social, entre otros. (Universidad Católica San Pablo, 2025)

Una parte importante de las operaciones que se llevan a cabo dentro de la unidad minera corresponde a las que pertenecen a los proyectos que se encuentran en ejecución, los cuales también requieren coordinación e inspección para el cumplimiento de objetivos que implican a toda la unidad, pues la necesidad de un proyecto, por pequeño que éste sea va a influir en toda la operación, independientemente del tamaño o área usuaria.

## 9. MARCO LEGAL

**Tabla 3**  
*Marco Legal*

<b>Marco Legal</b>	<b>Objeto de uso</b>
PMBOK 6ta y 7ma edición (Project Management Body of Knowledge)	Guía desarrollada por el PMI (Project Management Institute) para representar un estándar internacional de referencia que reúne las mejores prácticas para la gestión de proyectos.
TCMF 2da edición (Total Cost Management Framework)	Marco desarrollado por la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) en el que se presenta un enfoque sistemático para la gestión de activos.
Curso de Excelencia en desempeño de proyectos de capital	Curso desarrollado por el IPA (Independent Project Analysis) enfocado a enseñar a las empresas a mejorar los costos, el cronograma y la operación de sus proyectos de capital.

Nota: Fuente Propia

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 10. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

- **Tipo: No experimental**

Consiste en estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. (Hernández Sampieri, 2014)

- **Nivel: Descriptivo – comparativo**

La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. (Hernández Sampieri, 2014)

La investigación comparativa tiene como propósito identificar similitudes y diferencias entre dos o más fenómenos, variables o contextos. (Hernández Sampieri, 2014)

- **Enfoque: Cualitativo**

Para el óptimo entendimiento de procesos adecuados, significados o estructuras se recomienda el enfoque cualitativo, pues no se requiere medir variables numéricas y es ideal para casos de preguntas abiertas y enfoques emergentes. (Creswell & Creswell, 2018)

- **Caso de estudio**

La unidad de análisis de esta investigación es el Modelo de Gestión del monitoreo y control aplicado en el Proyecto InPit-TSF, el proyecto es representativo por cumplir con pertenecer al sector minero bajo el tipo de contratación EPC, actualmente en ejecución en el departamento de Cajamarca.

Su elección responde a las siguientes razones fundamentales:

- Se cuenta con el PEP (Project Execution Plan) que describe, entre otros

aspectos, su metodología de control para el proyecto la cual ha generado desafíos para el monitoreo y control adecuados basados en coordinación, seguimiento y reportabilidad que son típicos en este tipo de proyectos.

- Representa un caso real y vigente, que permite el acceso a la información correspondiente al PEP para la identificación del Modelo de Gestión del monitoreo y control aplicado en el Proyecto InPit-TSF debido a la vinculación de la tesista con el equipo del proyecto.
- Finalmente, la problemática identificada en el proyecto InPit-TSF no es aislada, sino recurrente en otros proyectos civiles del sector minero, en los que la falta de definición de un Modelo de Gestión para el monitoreo y control impacta negativamente en el desempeño del proyecto. Por ello, este caso permite proponer un modelo de integración aplicable a contextos similares en el país y la región.

- **Tamaño de muestra**

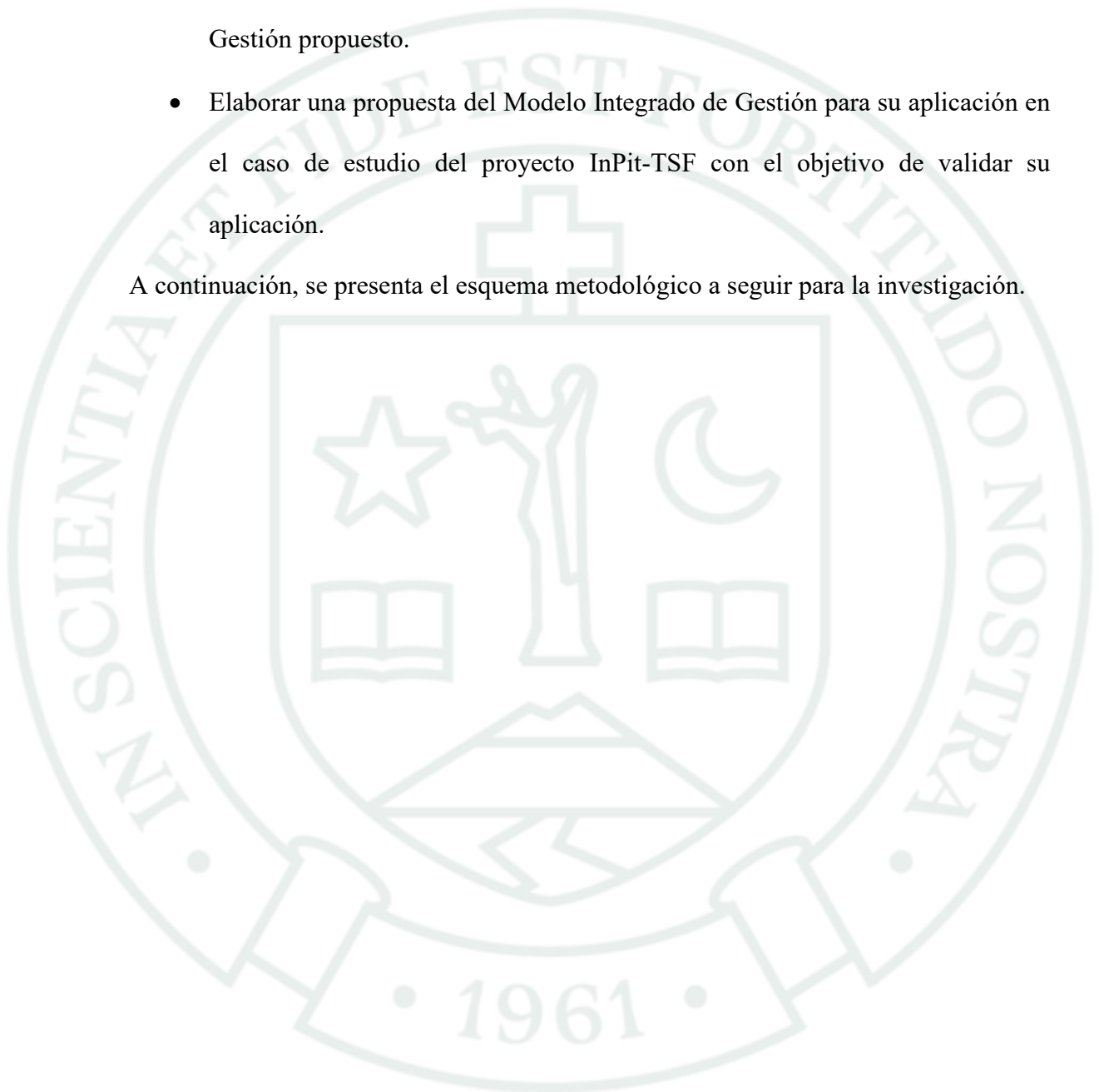
La muestra estará conformada por documentación del PEP (Project Execution Plan) que haya influido directamente en el sistema de monitoreo y control del Proyecto InPit-TSF. Esta información permitirá un análisis validado por los actores clave involucrados.

## 11. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

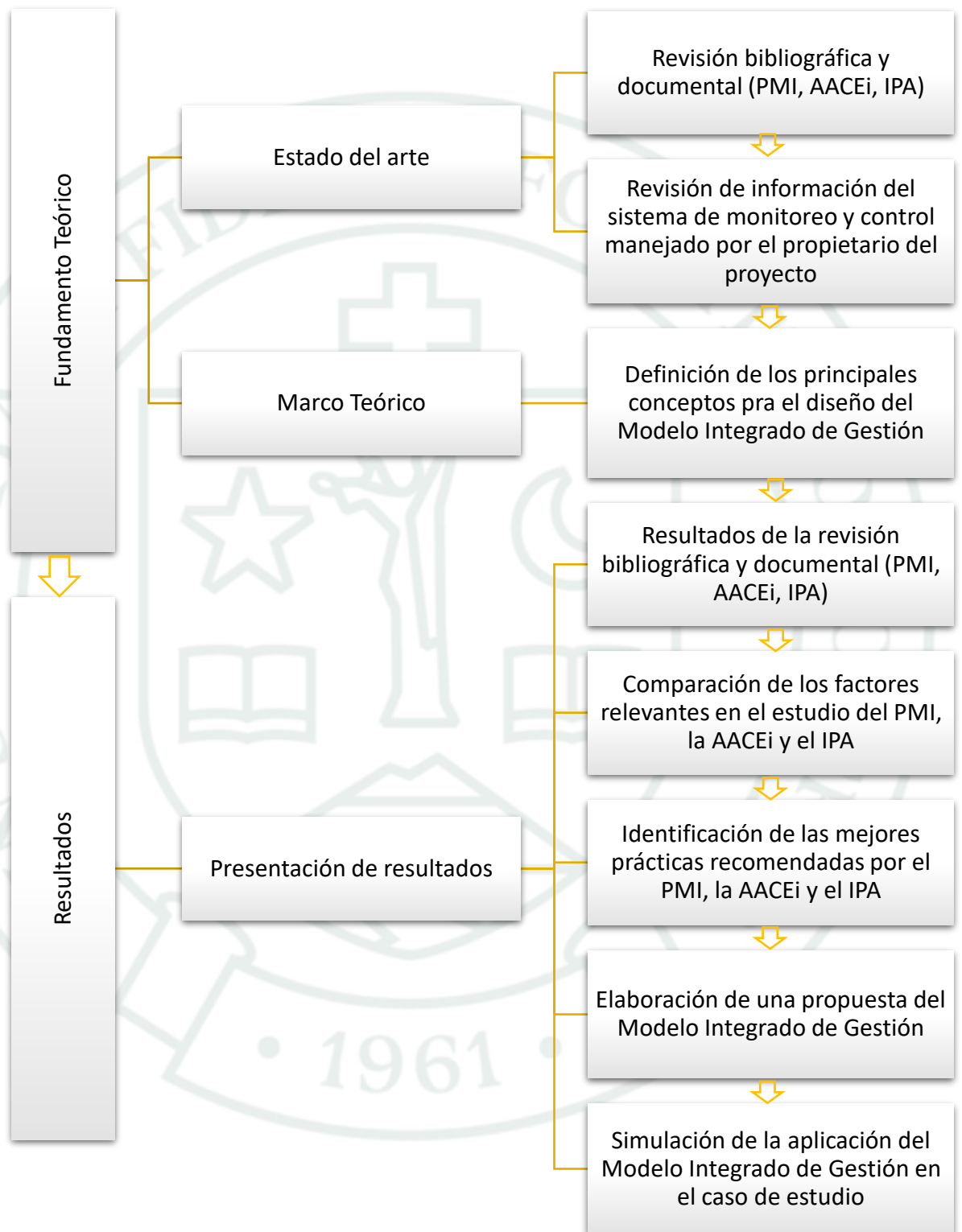
- Realizar una revisión bibliográfica de las principales guías del PMI, la AACEi y el IPA para sintetizar sus aportes relacionados al monitoreo y control de proyectos.
- Comparar los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA para facilitar las consideraciones en el diseño del Modelo Integrado de Gestión propuesto.

- Identificar las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo, con el fin de establecer cuáles son aptas para su aplicación en el Modelo Integrado de Gestión propuesto.
- Elaborar una propuesta del Modelo Integrado de Gestión para su aplicación en el caso de estudio del proyecto InPit-TSF con el objetivo de validar su aplicación.

A continuación, se presenta el esquema metodológico a seguir para la investigación.



**Figura 1**  
*Esquema metodológico*



Nota: Fuente propia.

Explicación detallada de la metodología:

**1. Revisión bibliográfica y documental (PMI, AACEi, IPA)**

Se iniciará con una revisión de literatura especializada en los procesos de monitoreo y control de proyectos propuestos por el PMI, la AACEi, y el IPA, los cuales representan referentes en gestión de proyectos a nivel mundial para conocer las metodologías y herramientas que cada una sugiere y así ubicarlas entre las áreas de gestión y control propuestas para el tipo de contratación EPC.

**2. Revisión de información del sistema de monitoreo y control manejado por el propietario del proyecto**

Se analizará la documentación referida a la metodología actualmente gestionada para el caso de estudio, principalmente el Plan de Ejecución del Proyecto (PEP) se usará como la fuente que explique el sistema de monitoreo y control propuesto por la empresa propietaria del proyecto del caso de estudio.

**3. Definición de los principales conceptos para el diseño del Modelo Integrado de Gestión**

Como parte del marco teórico del estudio se vio por conveniente definir los conceptos de modelo integrado de gestión, monitoreo y control de proyectos, contrato EPC, gestión de stakeholders, propietario del proyecto (product owner), empresa contratista y gestión minera. Para que se facilite el entendimiento tanto en el proceso investigativo de la revisión bibliográfica como en el desarrollo del Modelo Integrado de Gestión propuesto.

**4. Resultados de la revisión bibliográfica y documental (PMI, AACEi, IPA)**

Con base en las principales guías/documentos relacionados a dichas instituciones se describirá la síntesis del aporte de cada uno con respecto a las consideraciones en el monitoreo y control de proyectos con el objetivo de ubicar la posible

implementación de las metodologías o herramientas que generen valor en el desarrollo de proyectos mineros bajo contratación de tipo EPC.

#### **5. Comparación de los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA**

Se realizará un análisis comparativo estructurado entre los principales factores mencionados por cada institución para identificar diferencias y tener más clara la óptima perspectiva de gestión para la Ingeniería, Procura y Construcción a partir de un enfoque en las áreas de control: alcance, costo y tiempo.

#### **6. Identificación de las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA**

Después del análisis de las metodologías y herramientas recomendadas por las tres fuentes de consulta, será posible identificar las mejores prácticas para replicarlas estratégicamente en el Modelo de Gestión Integrado para el monitoreo y control de proyectos de tipo EPC en el sector minero.

Se identificará cuáles son las mejores prácticas por cada área de gestión (Ingeniería, Procura, Construcción) y por cada área de control (Alcance, Costo, Tiempo) para, de esta manera, facilitar la relaboración de la propuesta del Modelo Integrado de Gestión.

#### **7. Elaboración de una propuesta del Modelo Integrado de Gestión**

Como resultado principal se obtendrá la propuesta final del Modelo Integrado de Gestión para el monitoreo y control de proyectos EPC en el sector minero, el cual se mostrará como un diagrama de flujo en el que se considerará las áreas de gestión (Ingeniería, Procura, Construcción) y las áreas de control (Alcance, Costo, Tiempo) con la secuencia de actividades identificadas como recomendadas según el PMI, la AACEi, y el IPA como efecto del análisis previamente descrito.

## **8. Simulación de la aplicación del Modelo Integrado de Gestión en el caso de estudio**

Con el fin de validar el Modelo Integrado de Gestión propuesto es que se simulará su aplicación en un proyecto minero de tipo EPC denominado “InPit-TSF”, el cual se encuentra en proceso de ejecución en el departamento de Cajamarca.

Se usará como referencia la metodología de monitoreo y control del proyecto propuesto por la empresa en el Plan de Ejecución del Proyecto para identificar su similitud con el nuevo Modelo Integrado de Gestión que resulta de este estudio, y proponer las posibles mejoras a su sistema actual, estimando las ventajas que esta práctica traería al proyecto InPit-TSF.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 12. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El objetivo general de la investigación es diseñar un Modelo Integrado de Gestión aplicado al monitoreo y control de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad EPC enfocada en las mejores prácticas recomendadas por el PMI (Project Management Institute), la AACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International) y el IPA (Independent Project Analysis) considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo para mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto.

Por lo que se propone realizar inicialmente una revisión bibliográfica de los aportes del PMI, la AACEi y el IPA; comparar los factores más relevantes; identificar las mejores prácticas recomendadas por dichas instituciones; elaborar la propuesta del Modelo Integrado de Gestión para el monitoreo y control; para finalmente, validar el modelo mediante la simulación de su aplicación en el caso de estudio.

#### 12.1 Revisión bibliográfica y documental del PMI, la AACEi y el IPA.

La AACEi, mediante el Total Cost Management Framework, otorga un enfoque integral de gestión de proyectos en el que describe un mapa de procesos para cada elemento del mapa de proceso general referido al control del proyecto, logrando así entrar en detalle para una comprensión completa de su metodología.

El PMI, a través de la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) representa un estándar de gestión de proyectos capaz de brindar referencias sobre monitoreo y control de proyectos en general.

Por su parte el IPA, a partir del curso denominado “Excelencia en Desempeño de Proyectos de Capital” utiliza el conocimiento resultado de su experiencia en proyectos a nivel



resultado final. Por otro lado, el desarrollo de la estrategia de ejecución constituye las principales consideraciones a tener al momento de hacer efectivo el trabajo.

Como se muestra en el Mapa de Procesos, además de la estrategia de ejecución otro de los principales resultados es la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT); ambos resultados se irán actualizando a medida que avanza el proyecto, además de ser utilizados para el desarrollo de los planes integrados del cronograma, costo, recursos y adquisiciones.

#### **12.1.1.2 Planificación del cronograma**

Teniendo como información de entrada a la Estructura de Desglose de Trabajo, ya se puede realizar los diversos planes, como la planificación del cronograma en la que el alcance del paquete de trabajo se desglosa en una secuencia de actividades a las cuales se les asignará los recursos necesarios para su correcta realización, para luego estimar la duración de cada una.

Cabe recalcar que, si bien el proceso de planificación del cronograma de todo proyecto está a cargo de un especialista en planeamiento, es responsabilidad del mismo interactuar con el equipo del proyecto con el objetivo de involucrarlos en la fase de planificación del cronograma a fin de utilizar el conocimiento práctico de cada miembro sobre cada actividad y así obtener un cronograma basado en el consenso respecto a las actividades, secuencia y duración.

#### **12.1.1.3 Desarrollo del cronograma**

La razón por la que se planifica el cronograma es para obtener la línea base del cronograma, la cual es por definición, un plan u objetivo con respecto al cual se mide del desempeño del avance en el tiempo. Para ello es que también se realiza el desarrollo del cronograma, en el que se le asignan los recursos al plan del cronograma (mano de obra, material, equipo, etc) además de afinarlo iterativamente. La Línea Base del Cronograma debe documentarse y comunicarse al equipo de proyecto, pues también se usará para procesos de gestión de cambios.

#### **12.1.1.4 Estimación de costos y presupuestación**

En el sector de la construcción la disciplina de la estimación de costos es conocida por requerir cierta experiencia para su realización, ya que para lograr una estimación eficaz es necesario aplicar criterios y consideraciones que denoten la comprensión de la actividades que el proyecto demanda según lo planificado; es decir, los profesionales encargados de la estimación y presupuestación requieren haber tenido experiencia en proyectos similares para tener resultados que realmente signifiquen una referencia.

Otra línea base que se requiere para la implementación del plan de control del proyecto es la de costos, para lo cual se debe predecir los futuros costos de los recursos solicitados por el proyecto, es para ello que se realiza la estimación de costos, que servirá como base del presupuesto, el cual es según define la AACEi un subproceso de la estimación de costos que permite asignar el costo de los recursos a las cuentas de costos en las que se medirá y evaluará el rendimiento de éstos.

Cabe mencionar que el proceso de estimación de costos también puede necesitar de iteraciones; por ejemplo, obedeciendo a cambios del cronograma o recursos porque al cambiar la duración de una actividad o sus recursos asignados el costo de cada partida también cambiará.

#### **12.1.1.5 Planificación de recursos**

El tercer tipo de planificación considerada por la AACEi es la planificación de recursos. Usualmente cuando nos referimos a recursos consideramos únicamente a los materiales y la mano de obra, sin embargo, el objetivo de la planificación integral de recursos es garantizar que también las herramientas y los consumibles que solicite el proyecto sean óptimamente invertidos para cubrir globalmente los objetivos y requisitos del proyecto.

Es importante mencionar que, en una empresa, la gestión de la planificación de los recursos se caracteriza por llevarse a cabo a nivel estratégico, ya que existe la posibilidad de

que algunos recursos se deban compartir entre los proyectos pertenecientes a la misma empresa, lo cual limita el acceso a éstos.

Como parte de su proceso, inicialmente se identifican los recursos y prioridades clave, se evalúa la disponibilidad de recursos, se identifican las limitaciones y restricciones de los mismos y se optimizan, para finalmente proceder con su documentación.

#### **12.1.1.6 Análisis de valor e ingeniería**

Para el análisis y retroalimentación de los planes considerados, la AACEi incluye al Análisis de valor e ingeniería, que no es más que identificar cuáles son las funciones requeridas por el proyecto y evaluar las alternativas disponibles para optar por la que mejore el valor de cada función al menor costo posible.

El estudio y análisis de funciones se implementan desde la etapa de desarrollo del alcance y de manera constante hasta que el equipo multidisciplinario encargado del estudio del análisis del valor e ingeniería determine los entregables descritos en el alcance, para así proponer ideas innovadoras que permitan reemplazar, mejorar o eliminar las funciones que hayan sido identificadas como aportes de bajo valor.

De todas las alternativas se obtiene una lista jerarquizada final, en función al valor de cada una, y el equipo de estudio informa al equipo de liderazgo el rendimiento, funciones y recomendaciones de sus propuestas para su revisión decisión final. De esa manera es que el análisis de valor e ingeniería provoca la optimización de las funciones de los entregables reflejándose en el costo final del proyecto.

#### **12.1.1.7 Gestión de riesgos**

Como segundo elemento propuesto para el análisis y retroalimentación de los planes está la Gestión de riesgos, indispensable para todo el proyecto. La AACEi explica el proceso sistemático e iterativo de gestión de riesgo definiendo las siguientes 04 etapas:

- Planificar: Se realiza la definición de los objetivos de la gestión de riesgos,

donde no solo se designa al equipo o personal encargado de la gestión de riesgos en general, sino también se determina cómo se llevarán a cabo las siguientes etapas de evaluación, tratamiento y control.

- **Evaluar:** Es un proceso que considera las subetapas de identificación, y análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos.

La primera subetapa demanda la participación de todo el equipo de proyecto para la identificación de los factores de riesgos, así como se recomienda el uso de listas de verificación y de una Estructura de Desglose de Riesgos (EDR).

Respecto al análisis cualitativo, consiste en clasificar según el origen de acuerdo a la EDR y se recomienda establecer una línea base para cada riesgo y así monitorearlos, el resultado se grafica en una Matriz Probabilidad-Impacto.

Y el análisis cuantitativo de los riesgos se efectúa para estimar la probabilidad de impacto de cada uno y se puede realizar por los siguientes métodos: valor esperado, estimación del rango y modelo paramétrico; logrando así abordar los riesgos de costo y cronograma de manera integrada, además de establecer un nivel adecuado de contingencia.

- **Tratar:** Consiste en determinar las respuestas a cada riesgo, conjuntamente con la asignación de una persona responsable para cada uno.
- **Controlar:** Para esta etapa del proceso de gestión de riesgos la AACEi recomienda la asignación de un comité de revisión que supervise la efectividad de las metodologías usadas para las respuestas a los riesgos. Para definir los puntos críticos se recomienda comparar las causas más comunes de riesgo según la EDR con las áreas más afectadas según la EDT. Otra herramienta de control es la Matriz Probabilidad-Impacto; además de realizar periódicamente reuniones de control de riesgo en las que los responsables asignados actualicen,

como mínimo, el análisis cualitativo de cada riesgo a su cargo.

#### **12.1.1.8 Planificación de adquisiciones**

El plan de adquisiciones hace referencia a que el equipo de proyecto garantice contar con toda la información necesaria sobre los recursos para el proceso de obtención de las adquisiciones.

El equipo involucrado en la gestión de adquisiciones incluye al personal de control de proyectos, personal de las áreas de compras, contratación y legal; además de los proveedores y contratistas. Adicionalmente la AACEi recomienda contar con un profesional de tecnología de la información en el equipo para evitar los usuales problemas de flujo de información en las comunicaciones del equipo, pues la relación entre los involucrados se basa en órdenes de compra, contratos y documentos legales.

Una observación adicional que la AACEi considera que tanto proveedores y contratistas deben estar obligados a proporcionar es la información sobre costos, recursos y cronograma para la planificación, medición del progreso, apoyo en la gestión de cambios, y respaldo en la base de datos histórica. Además de recomendar el uso de un cuadro común de cuentas el flujo de información. Parte de este plan es también la definición de los métodos de pago a los proveedores y contratistas; y de las metodologías designadas para responder disputas entre ellos.

#### **12.1.1.9 Implementación del plan de control del proyecto**

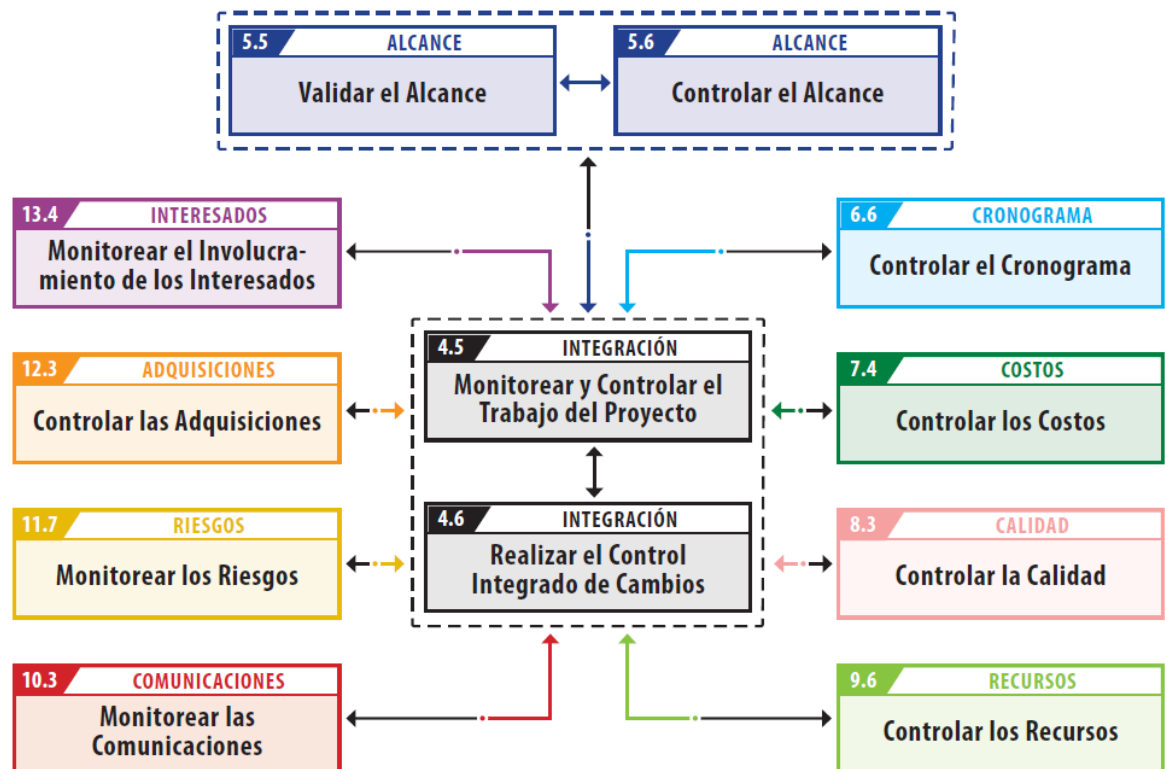
Finalmente se realiza la implementación del plan de control del proyecto, cuyo objetivo es integrar los planos y validar la conformación de los mismos: que estén alineados con los requisitos del proyecto y aptos para el control de cada área; desarrollar el mecanismo para el control del proyecto; y comunicar el plan de control resultante a los involucrados.

La AACEi resalta que éste es un control que se lleva a cabo por fases, por lo que el plan de control de cada etapa del proyecto deberá haberse culminado antes de iniciar la ejecución

de la misma, de esta manera se garantiza la implementación del plan de control a lo largo de todo el ciclo de vida de la fase.

### 12.1.2 Monitoreo y control de proyectos según el PMI-PMBOK

**Figura 3**  
Flujo de procesos según el PMI



Nota: Adaptado de *PMBOK GUIDE 6ª EDICIÓN – 49 PROCESOS DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS* (p. 1), por Project Management Institute, 2017.

Para enriquecer las fuentes de referencia para la realización del Modelo Integrado de Gestión, se vio por conveniente revisar la 7ma edición del PMBOK, la cual incluye ocho Dominios de desempeño del proyecto, uno de los cuales es el Dominio de desempeño de la medición en el que, principalmente, se indican las metodologías por las cuales se puede optar para el control del proyecto.

En esta edición del PMBOK se relacionan el Dominio de desempeño de la medición con el Dominio de desempeño de la entrega y de la planificación, indicando que el Dominio de

desempeño de la Medición evalúa el grado en el que el Dominio de desempeño de la Entrega cumple con las métricas identificadas en el Dominio de desempeño de la Planificación; además de recalcar que entre las principales razones por las cuales la medición del desempeño de proyecto es importante están: realizar el seguimiento de la utilización de recursos, trabajos completados, presupuesto gastado, entre otros; y confirmar que los entregables del proyecto está alineados con los beneficios esperados por el proyecto como resultado final de cada fase, ya que esta edición está enfocada en la entrega de valor.

#### **12.1.2.1 Sobre el establecimiento de medidas efectivas**

Define también el establecimiento de medidas efectivas, donde resalta la importancia de comunicar el estado del proyecto de manera concisa, para que las medidas efectuadas aporten a la mejora del proyecto y se reduzca la probabilidad del deterioro del mismo, además de precisar los dos tipos de indicadores clave de desempeño o KPI, como son:

- Indicadores clave de desempeño adelantados: predicen cambios futuros en el proyecto.
- Indicadores clave de desempeño rezagados: miden entregables y eventos que ya fueron realizados.

Caracteriza las métricas efectivas como aquellas que siguen los criterios SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-Bound) haciendo referencia a que dichas métricas deben ser:

- Específicas: Detallando lo que se va a medir y cuánto se va a medir.
- Medibles: Vinculándose al caso de negocio, línea base o requisitos.
- Alcanzables: Considerando los recursos con los que se dispone.
- Relevante: Además de ser pertinentes deben aportar valor y permitir información procesable.
- Oportuna: Principalmente para la optimización de la toma de decisiones.

### 12.1.2.2 Sobre qué medir

En El PMBOK también se detalla las métricas que se deben medir para hacer de la toma de decisiones un proceso más efectivo. Iniciando por métricas de categorías comunes como las métricas sobre entregables, que consiste en reportar la información sobre errores o defectos y se mide la información sobre errores o defectos y se mide el desempeño técnico; otra categoría comúnmente medida es la entrega, principalmente en proyectos con enfoques adaptativos que son aquellos que no tienen el alcance completamente definido desde un inicio, donde se mide: el trabajo en curso, tiempo de entrega, tiempo de ciclo, tamaño de la cola, tamaño del lote o eficiencia de procesos.

Como otra categoría está la medición del desempeño con respecto a la Línea Base, muy conocido para el monitoreo y control del costo y cronograma, en el que se compara el avance planificado con el avance real relacionado con fechas de inicio y finalización, esfuerzo y duración, Variación del cronograma (SV), Índice de desempeño del cronograma (SPI), tasas de finalización de características, Costo real vs. Costo planificado, variación del costo (CV), Índice de desempeño del costo (CPI). Este tipo de medición es también utilizado para la categoría de la medición de recursos que también realiza la comparación de la planificación del uso de recursos con el costo y la utilización real de los mismos.

También, dependiendo del proyecto se puede medir el valor real del negocio con el objetivo de garantizar que el entregable del proyecto se mantenga alineado con el caso de negocio. A nivel financiero, el PMBOK 7ma edición cita las métricas en relación al costo-beneficio, a la entrega de beneficios planificado en comparación a la entrega real de beneficios, el retorno a la inversión (ROI) y el valor actual neto (NPV).

Por otro lado, una de las categorías que más se considera por diversas instituciones es la relacionada a los interesados/stakeholders, para la cual el PMI propone la medición de la puntuación neta del promotor (Net Promoter Score – NPS) y el diagrama de estados de ánimo

como métrica de la moral del equipo de proyecto, además de considerar importante observar la frecuencia de rotación del equipo del proyecto. Y como última categoría propuesta para medir están los pronósticos, para estimar el futuro del proyecto; explica que los pronósticos pueden ser tanto cualitativos (relacionados al juicio de expertos especialistas del proyecto) y cuantitativos (incluye la Estimación hasta la conclusión – ETC, Estimación a la conclusión – EAC, Variación a la conclusión – VAC, índice de desempeño del trabajo por completar – TCPI, análisis de regresión y el análisis de rendimiento.

### **12.1.2.3 Sobre la presentación de la información**

Menciona las maneras de presentar la información resultante de las métricas, por ejemplo:

- Para la evaluación del estado actual el proyecto propone la utilización de tableros de control, capaces de realizar un resumen y análisis detallado del estatus del proyecto. Por ejemplo: diagramas de semáforo, diagramas de barras, diagramas circulares y diagramas de control.
- Para el equipo de proyecto en general propone la utilización de radiadores de información, también conocidos como Grandes gráficos visibles (BVC) que permiten usar gráficos para fortalecer el intercambio oportuno de conocimientos de todo el equipo de proyecto en general.
- Controles visuales, que sirven como herramienta para la comparación entre resultados reales y esperados a manera de tableros de tareas o gráficos de trabajo pendiente y realizado.

### **12.1.2.4 Sobre los peligros en las mediciones**

El PMBOK alerta sobre ciertos peligros al momento de definir las métricas a considerar para la medición del desempeño del proyecto, como:

- Efecto Hawthorne: explica que el acto de medir algo puede influir en el

comportamiento del equipo. Por lo tanto, cada medición debe estar enfocada en agregar valor al cliente.

- Métrica de vanidad: hace énfasis en la reportabilidad de datos que no aportan necesariamente a la toma de decisiones.
- Desmoralizar al equipo: a partir de mediciones sin criterios alcanzables.
- Mal uso de las métricas: falla en la interpretación de los datos obtenidos que deriva en el desperdicio del esfuerzo designados a la medición.
- Sesgo de confirmación: explica que se debe evitar la tendencia a tratar de respaldar un punto de vista desviando los resultados de los controles aplicados.
- Correlación vs. Causalidad: existen profesionales que pueden confundir la medición de los resultados estimando que una es causa de la otra, sin embargo, se requiere un análisis más profundo para confirmar ello.

#### **12.1.2.5 Sobre la resolución de problemas de desempeño**

El PMBOK resalta la importancia de contar con un plan de excepciones para la resolución de problemas de desempeño, el cual consiste en establecer umbrales para la diversidad de métricas, los cuales estarán en función de la tolerancia al riesgo de los involucrados.

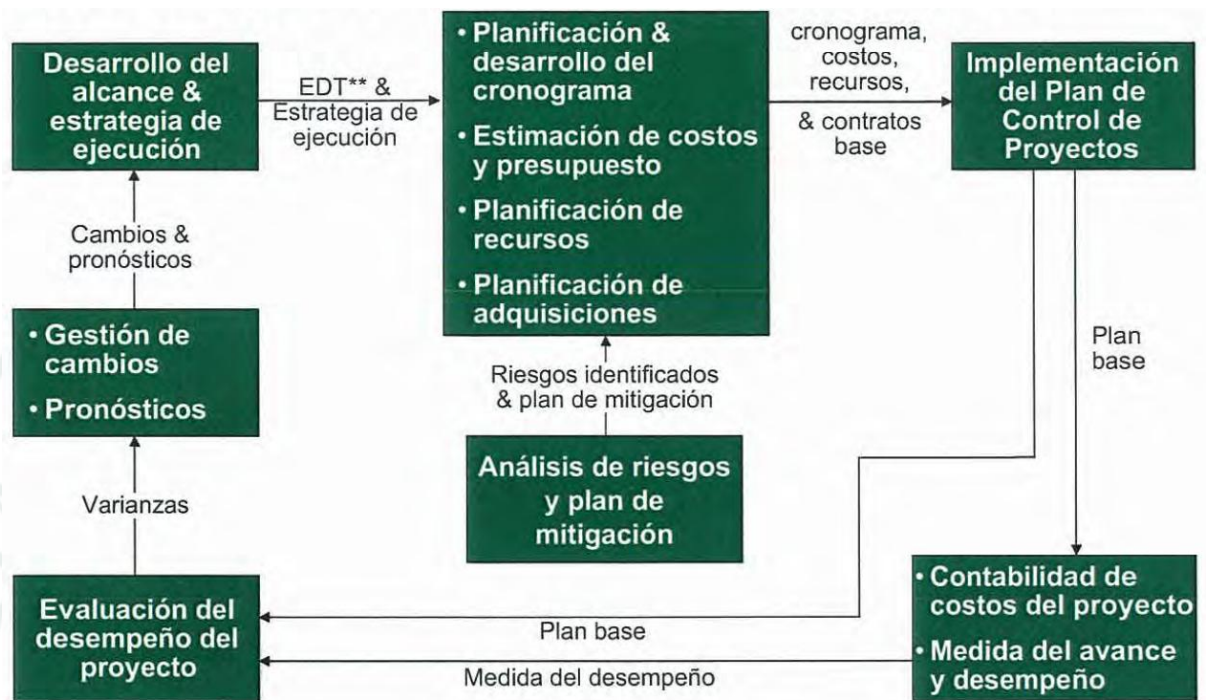
#### **12.1.2.6 Sobre el crecimiento y mejora**

Finalmente, el PMBOK, por su enfoque característico de la generación de valor recuerda el objetivo de la medición y visualización de datos es directamente el crecimiento y mejora a partir del aprendizaje, por lo que invita a que los especialistas en medición de proyectos se enfoquen en informar mediciones que fomenten el aprendizaje, faciliten la toma de decisiones, mejoren el desempeño del proyecto, evalúe oportunamente los riesgos para evitar problemas futuros, y se prevenga el deterioro del desempeño.

## 12.1.4 Monitoreo y control de proyectos según el IPA

**Figura 4**

*Diagrama del Proceso de Control de Proyectos según IPA*



Nota: Adaptado de *Excelencia en Desempeño de Proyectos de Capital. Un Curso para Profesionales de Proyectos*. (Módulo 12 - 8), por The IPA Institute – una división de IPA, Inc., s.f.

El IPA define al “control de proyectos” como una influencia restrictiva o directiva sobre algo o alguien; cuya diferencia con el “seguimiento de proyectos” es que el último es pasivo y basado únicamente en la observación de resultados, mas no considera ninguna alteración. Los objetivos principales del control de proyectos son:

- La regulación de los resultados a través de la alteración de actividades
- La administración de los activos de la organización.

Para e IPA no hay control si no hay autoridad, por lo que explica cuáles son las principales áreas que componen un Sistema de Control Total de Proyectos: control del Alcance, control de la Calidad, control del Costo, y control del Cronograma.

Resalta la implicancia de los cambios en los proyectos, los cuales son más frecuentes

en la etapa de ejecución que es cuando tienen un mayor efecto en los costos, pues afecta el proceso constructivo, la planificación de los recursos, provoca desvíos en la planificación del cronograma y costos.

El IPA introduce el concepto de FEL (Front End Level) que significa “grados de definición”, y considerar mejores FEL es fundamental para evitar cambios y reducir el número y el impacto de los mismos. Establece una correlación entre los “grados de definición” – FEL (Front End Level) con el objetivo de garantizar que el proceso inicial de definición del proyecto apunte al éxito del mismo. Especifica, incluso, qué productos se deben considerar al pasar de un FEL a otro, además de las recomendaciones, problemas identificados, recursos necesarios y cronograma preliminar como preparación para pasar al siguiente FEL.

- FEL 1: Plan de negocio
- FEL 2: Plan de las Condiciones de contorno
- FEL 3: Plan de implementación

Aclara que cuando se cuenta con una buena definición de los aspectos que conforman un proyecto y un compromiso real de los involucrados el resultado de la ejecución del proyecto estará más alineado a lo inicialmente esperado, logrando evitar cambios que podrían afectar significativamente la realización del proyecto.

La institución IPA identificó 07 prácticas de control de proyectos para el propietario de proyecto que, según indica, muestran relación con los mejores resultados en los proyectos.

#### **12.1.4.1 Mejores prácticas de control de proyectos - IPA**

- **Validar el cálculo de los costos del proyecto por un especialista de costos:**  
IPA ha identificado que independientemente del responsable en cargo de la estimación de los costos del proyecto, ya sea que pertenezca al propietario o a la empresa contratista, es recomendable que el propietario cuente con un especialista interno de costos pues usualmente el gerente no es especialista en

el área y el cálculo de costos debe ser revisado por un experto del tema.

- **Garantizar que los estimadores no tienen compromiso con el proyecto:** La independencia de los estimadores hacia la compañía propietario del proyecto es vital para evitar subestimaciones por presión del equipo o posibles sobrecostos que afecten negativamente al desempeño del estimador.
- **Estructurar las estimaciones de costo de manera que estén alineadas con la metodología de control del proyecto:** Es importante que los estimadores consideren que su estructura de estimación servirá para el control del proyecto, por lo que su objetivo no es solamente “encontrar la cifra”, sino también elaborar una estimación que facilite el control en el proceso de ejecución, para ello la recomendación es separar las categorías de los costos.
- **Medir el progreso físico para medir el avance del trabajo:** IPA considera que un método objetivo que brinda confianza sobre los datos que otorga con el propósito de medir el avance del proyecto es la medición del avance físico.
- **Asignar un especialista de control de proyectos:** Se ha identificado que la poca continuidad del control del proyecto puede afectar los resultados, por lo que la sugerencia es que se asigne a un especialista de control de proyectos cuya función a tiempo completo sea la presentación de mediciones, informes de avance, evaluación del progreso, entre otras funciones referidas únicamente al monitoreo y control. La importancia de asignar a una sola persona es evitar interrupciones en caso de rotación de gerentes de proyecto.
- **Frecuencia y detalle de la metodología de reportabilidad sobre el estado y progreso del proyecto:** Es responsabilidad del propietario del proyecto establecer los requisitos e los informes de control aun cuando éstos sean elaborados por la empresa contratista en cuanto a contenido y formato, pues se

recomienda que toda la información de control esté en un solo lugar. Consecuentemente, el propietario del proyecto evaluará y reaccionará apropiadamente al contenido y formato de los informes emitidos.

- **Es responsabilidad del propietario del proyecto mantener una base de datos histórica de costos:** Una de las principales herramientas para el estimador de costos y el gerente del proyecto es la información histórica aportada por anteriores proyectos, que tiene el propósito de ajustar las estimaciones y reducir, por ejemplo, futuros sobrecostos. Así como un proyecto utiliza la información de los anteriores, debe recolectar sus datos para ser almacenados en la data histórica para ser usados en futuros proyectos. Las empresas propietarias del proyecto que aplican esta práctica de manera sistemática, tienden a obtener respuestas más competitivas que se traducen en la mitigación de riesgos de costos.

Finalmente, el IPA invita a reevaluar las prácticas que se ejecutan en proyectos actuales mediante estas preguntas:

- ¿En qué medida estamos cumpliendo las 07 prácticas anteriormente mencionadas?
- ¿Cuáles son los elementos que representan un mayor desafío?
- ¿Por qué son esos elementos difíciles de implementar?

Sin duda, a través de una evaluación retrospectiva es evidente que existen proyectos que todavía tienen bastantes oportunidades de mejora en cuanto a las prácticas recomendadas por el IPA, y estas preguntas serán de ayuda para la conformación de la propuesta de Modelo Integrado de Gestión.

## 12.2 Comparación de los factores relevantes en el estudio: PMI, AACEi e IPA

En el proceso de estudio se vio por conveniente considerar ciertos factores como la

definición de control de proyectos, las áreas de control que se consideran en los mapas de procesos, y las organizaciones de los equipos de control para proyectos grandes y pequeños.

**Tabla 4**  
Comparación de los factores relevantes en el estudio: PMI, AACEi e IPA

Áreas de control/Módulos	AACEi	PMI	IPA
<b>Concepto de “control de proyectos”</b>	Proceso para controlar la inversión de recursos en un activo.	Conjunto de procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto.	Ejecutar una influencia restrictiva o directiva sobre algo o alguien.
<b>Áreas que considera en su Mapa de Proceso</b>	Cronograma, costos, recursos y adquisiciones.	Alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones, interesados.	Cronograma, costos, recursos y adquisiciones.
<b>Organización para el control de proyectos grandes</b>	El proceso de control de proyectos puede ser gestionado por un conjunto de especialistas compuesto por planificadores, programadores, estimadores, controladores de costos/cronograma, y otros.	El proceso de control de proyectos puede ser gestionado por un equipo de especialistas en planificación, costos, control de cambios, riesgos, reportes, y soporte en ingeniería, procura y construcción. Propone el uso de una PMO.	El proceso de control de proyectos puede ser gestionado por un equipo robusto de control de proyectos.
<b>Organización para el control de proyectos pequeños</b>	El proceso de control de proyectos puede ser gestionado por el líder de proyecto: gerente, ingeniero, arquitecto, analista de sistemas, ingeniero de costos, etc.	El proceso de control de proyectos puede ser gestionado por un único planificador/controlador o por el director del proyecto.	El proceso de control de proyectos puede ser gestionado por un especialista en control de proyectos con apoyo parcial en ingeniería o administración.

Nota: Fuente propia

### 12.3 Identificación de las mejores prácticas recomendadas: PMI, AACEi e IPA

Para la realización de la propuesta final del Modelo Integrado de Gestión para el monitoreo y control, se vio por conveniente crear tablas en las que se reúna las mejores prácticas y herramientas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IP de forma independiente, de esta manera se podrá desarrollar el Modelo Integrado de Gestión final, enfocado a proyectos EPC. Es debido a este enfoque que las prácticas y herramientas se categorizan en las áreas de gestión: Ingeniería, Procura, Construcción.

**Tabla 5**  
Mejores prácticas recomendadas por el PMI

Ingeniería		Procura		Construcción	
Prácticas	Herramientas	Prácticas	Herramientas	Prácticas	Herramientas
Identificación de stakeholders, definición preliminar de alcance.	Análisis de interesados, reuniones iniciales.	Identificación de requisitos críticos de compra.	Análisis de mercado, registro de proveedores.	Definir alcance preliminar de obra.	Plan maestro preliminar.
Crear EDT, definir entregables, estimar recursos.	EDT/WBS, diccionario WBS, estimaciones paramétricas.	Planificar adquisiciones y contratos.	Plan de adquisiciones, matrices de riesgos de suministro.	Planificar secuencia de obra y recursos; análisis de riesgos.	Cronogramas detallados, línea base de costos, matriz de riesgos.
Dirigir el trabajo de ingeniería, asegurar calidad de entregables.	Revisiones técnicas, gestión de cambios.	Realizar adquisiciones.	RFP (Solicitud de Propuesta) /RFQ (Solicitud de Cotización), negociación.	Dirigir ejecución en campo.	Plan diario/semanal, control de calidad.
Validar y controlar el alcance de ingeniería.	Revisiones por hitos, métricas de avance físico.	Controlar adquisiciones (plazos, costos).	Informes de avance de suministro, auditorías de proveedores.	Control integrado de cambios y avance físico.	Valor ganado (EVM), curvas S.
Cierre de entregables técnicos.	Listas de verificación, lecciones aprendidas.	Cierre de contratos.	Evaluación de proveedores, actas de cierre.	Cierre de obra.	Punch list, acta de recepción.

Nota: Fuente propia

**Tabla 6**  
Mejores prácticas recomendadas por la AACEi

<b>Ingeniería</b>		<b>Procura</b>		<b>Construcción</b>	
<b>Prácticas</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Herramientas</b>
Definir la necesidad del proyecto, alcance de alto nivel.	Business case, estimación conceptual (Clase 5).	Identificación de paquetes críticos.	Plan maestro de compras.	Evaluación de factibilidad constructiva.	Estudios de campo, estimación Clase 4.
Desarrollo de ingeniería básica, estimación Clase 3.	EDT/WBS, diccionario WBS, planificación por hitos.	Estimación de costos de adquisición, plan de entrega.	Matriz de proveedores, estimación Clase 2.	Plan maestro de construcción.	Cronogramas nivel 3, control de recursos.
Desarrollo de ingeniería de detalle.	Revisiones de diseño, listas de entregables.	Ejecución de compras y contratos.	Sistemas ERP, seguimiento de órdenes.	Ejecución de obra.	Planes semanales, control de calidad.
Validación del diseño vs. línea base.	Comparaciones de avance físico, control de cambios.	Control de entregas y costos de compra.	Informes de avance de suministros, curvas S de logística.	Seguimiento de avance físico y financiero.	EVM, informes de productividad.
Documentación final de ingeniería.	Archivos finales, lecciones aprendidas.	Liquidación de contratos.	Cierre contractual.	Cierre técnico y administrativo.	Punch list, acta de cierre.

Nota: Fuente propia

**Tabla 7**

Mejores prácticas recomendadas por el IPA

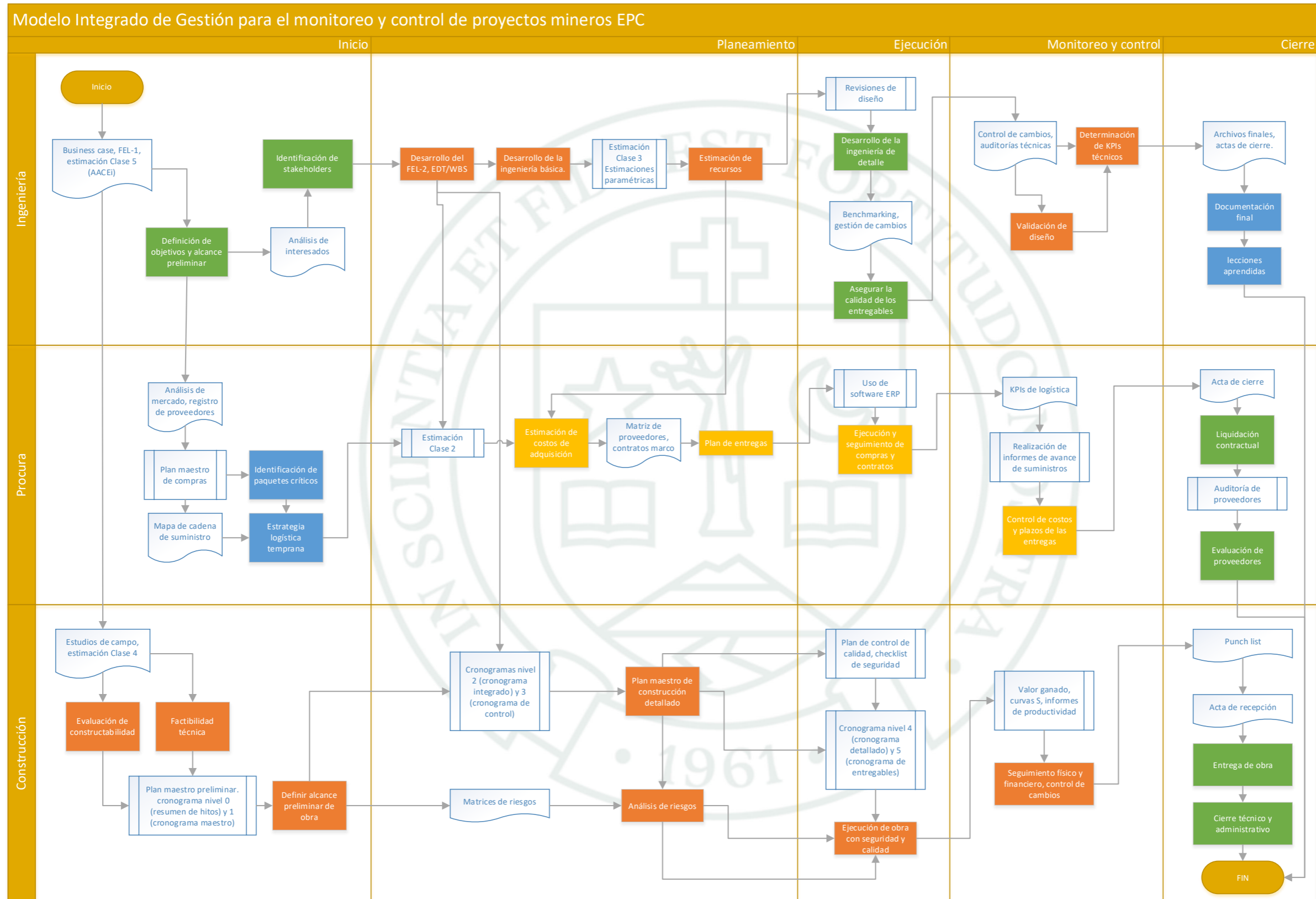
<b>Ingeniería</b>		<b>Procura</b>		<b>Construcción</b>	
<b>Prácticas</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Herramientas</b>
Definición de objetivos del negocio, alineación estratégica.	FEL-1, análisis de valor.	Planificación de logística temprana.	Mapas de la cadena de suministro.	Revisión de constructabilidad.	Estudios de campo iniciales.
Desarrollo de alcance detallado, FEL-2.	EDT, gestión de riesgos.	Estrategia de adquisiciones.	Plan de compras, contratos marco.	Planificación de obra detallada.	Cronogramas nivel 3, análisis de riesgos.
Ingeniería de detalle optimizada.	Revisiones de diseño, benchmarking.	Adquisición y seguimiento.	ERP, informes de logística.	Ejecución bajo mejores prácticas de seguridad y calidad.	Plan de control de calidad, checklist de seguridad.
Medición de desempeño técnico.	Auditorías técnicas, KPIs.	Control de cumplimiento y costos.	KPIs de entrega, auditorías de proveedores.	Medición de avance físico y financiero.	Valor ganado, curvas S.
Entrega de documentación técnica final.	Archivos finales, lecciones aprendidas.	Cierre de adquisiciones.	Evaluación de proveedores.	Entrega formal de obra.	Punch list, acta de recepción.

Nota: Fuente propia

#### 12.4 Elaboración de la propuesta del Modelo Integrado de Gestión

El Modelo Integrado de Gestión propuesto presenta un flujo de procesos en los que se detalla las actividades reconocidas como las necesarias para cada etapa del proyecto (Inicio – Planificación – Ejecución - Monitoreo y Control - Cierre) y en cada área de gestión (Ingeniería – Procura – Construcción). Considerando las prácticas y herramientas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA.

**Figura 5**  
 Propuesta del MIG para el monitoreo y control de proyectos mineros EPC



Nota: Fuente propia

A continuación, se detalla la leyenda correspondiente a la relación de los colores designados a cada proceso y las áreas de control implicadas:

Áreas de control implicadas	Color designado al proceso
Alcance	Azul
Alcance – Costo	Verde
Alcance – Costo - Tiempo	Anaranjado
Costo - Tiempo	Amarillo

**Tabla 8**  
*Ficha de procedimientos*

FICHA DE PROCEDIMIENTO	
<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>RESPONSABLE</b>	Equipo de Proyectos
<b>OBJETIVO</b>	Mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto a través de un correcto monitoreo y control de sus proyectos.
<b>ALCANCE</b>	Abarca proyectos realizados en el sector minero que sean ejecutados bajo la modalidad de contratación de tipo Ingeniería, Procura y Construcción (EPC)
<b>DEFINICIONES, ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS</b>	<p>FEL-1: Evaluación de la viabilidad, alcance preliminar y alineamiento estratégico previo a la asignación de recursos.</p> <p>FEL-2: Elaboración del detalle del concepto del proyecto, se especifica en el alcance, costo y tiempo.</p> <p>FEL-3: Se completa la definición del proyecto y se establece las líneas bases finales para la ejecución y control del mismo.</p> <p>EDT/WBS: Estructura de Desglose de Trabajo/Work Breakdown Structure</p> <p>ERP: Sistema integrado para la planificación, registro y control de recursos, compras y ejecución del proyecto</p>

Nota: Fuente propia

**Tabla 9**  
*Descripción de los procedimientos*

ETAPA DE INGENIERÍA	
<b>Actividad 1</b>	<b>Definición de objetivos y alcance preliminar</b> Inicialmente se tendrá que realizar la documentación referida al Business case, FEL-1 y la estimación Clase 5, para iniciar la definición de los objetivos y alcance preliminar.
<b>Actividad 2</b>	<b>Identificación de stakeholders</b>

---

	Se realiza después del análisis de los interesados, los cuales deben considerarse contando con la colaboración de todo el equipo de proyecto.
<b>Actividad 3</b>	<p><b>Desarrollo del FEL-2 Desarrollo de la EDT/WBS</b></p> <p>Al ingresar a la etapa de planeamiento ya es necesario detallar a mayor profundidad las características del proyecto, mediante el FEL-2.</p> <p>Una de las actividades principales es la obtención de la EDT que dirija las siguientes estimaciones en cuanto a actividades, recursos, y cronograma.</p>
<b>Actividad 4</b>	<p><b>Desarrollo de la ingeniería básica.</b></p> <p>Para las estimaciones de los recursos, se requiere el primer desarrollo de la ingeniería, la misma que tendrá observaciones y se pulirá con la ingeniería de detalle.</p>
<b>Actividad 5</b>	<p><b>Estimación de recursos</b></p> <p>La ingeniería básica sirve para estimar los recursos a través de procesos como la estimación clase 3 o la estimación paramétrica.</p>
<b>Actividad 6</b>	<p><b>Desarrollo de la ingeniería de detalle</b></p> <p>La ingeniería básica es revisada, sin embargo, para la etapa de ejecución se debe generar la aprobación de una ingeniería de detalle que cuente con el sello "Para construcción"</p>
<b>Actividad 7</b>	<p><b>Asegurar la calidad de los entregables</b></p> <p>En el proceso de ejecución se evaluará la necesidad de cambios requeridos en campo, por lo que a partir del benchmarking y una gestión de cambios adecuada y oportuna se prioriza la calidad de cada entregable.</p>
<b>Actividad 8</b>	<p><b>Validación de diseño</b></p> <p>Conforma una de las dos principales actividades pertenecientes al monitoreo y control propiamente, en el que a partir del control de cambios y auditorías técnicas se garantiza el cumplimiento del diseño inicialmente propuesto.</p>
<b>Actividad 9</b>	<p><b>Determinación de KPIs técnicos</b></p> <p>El control de cambios y las auditorías técnicas permiten mantener un lineamiento constante con los KPIs más significativos para tomar decisiones.</p>
<b>Actividad 10</b>	<p><b>Documentación final</b></p> <p>Se elaboran los archivos finales y actas de cierre del área de gestión de ingeniería, los mismos que servirán para la presentación final del proyecto.</p>
<b>Actividad 11</b>	<p><b>Lecciones aprendidas</b></p> <p>Como en todo proyecto, la mejor práctica final corresponde a la elaboración de lecciones aprendidas recopiladas a lo largo de todo el proyecto, las mismas que servirán para ser revisadas en proyectos futuros con características similares.</p>

---

---

## ETAPA DE PROCURA

---

- Actividad 12 Identificación de paquetes críticos**  
Posterior a la definición de objetivos y alcance preliminar se realiza el análisis de mercado y registro de proveedores se obtendrá el plan maestro de compras que permitirá identificar esta ruta crítica en base a los recursos necesarios.
- Actividad 13 Estrategia logística temprana**  
Para su obtención es recomendable realizar el mapa de cadena de suministro, se realiza con el objetivo de mitigar riesgos relacionados a procesos logísticos.
- Actividad 14 Estimación de costos de adquisición**  
Después de la realización de la EDT, se desarrolla la estimación de clase 2 que brinde la primera propuesta relacionada a los costos de adquisición de recursos.
- Actividad 15 Plan de entregas**  
Consta de la definición de la matriz de proveedores de la empresa ejecutora y, en caso se vea conveniente, el uso de contratos marco; describe cómo y cuándo se ejecutará cada adquisición.
- Actividad 16 Ejecución y seguimiento de compras y contratos**  
El Plan de entregas se relaciona con un software ERP para controlar los recursos en el proceso de ejecución.
- Actividad 17 Control de costos y plazos de las entregas**  
En el proceso de monitoreo y control del proyecto en general será necesario usar KPIs de logística y realizar informes de avance de suministros que fundamenten el control de plazos y costos.
- Actividad 18 Liquidación contractual**  
Forma parte de uno de los documentos que se deberá entregar al cierre del proyecto después de realizar las actas de cierre.
- Actividad 19 Evaluación de proveedores**  
A través de la auditoría de proveedores se finaliza el proyecto con la evaluación de los mismos como buena práctica.

---

## ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

---

- Actividad 20 Evaluación de constructabilidad**  
Una vez que en la etapa de ingeniería se ha realizado el Business case, FEL-1 y la estimación Clase 5, se procede con los estudios de campo y la estimación Clase 4 para realizar los talleres necesarios para evaluar el nivel de constructabilidad, por el equipo de proyecto.
- Actividad 21 Factibilidad técnica**
-

---

Una vez que en la etapa de ingeniería se ha realizado el Business case, FEL-1 y la estimación Clase 5, se procede con los estudios de campo y la estimación Clase 4 para realizar los talleres necesarios para definir la viabilidad técnica del proyecto.

**Actividad 22 Definir alcance preliminar de obra**

Al ser la etapa de construcción se realiza el plan maestro preliminar, cronograma nivel 0 (resumen de hitos) y 1 (cronograma maestro) para concluir el alcance preliminar de obra.

**Actividad 23 Plan maestro de construcción detallado**

El alcance preliminar se complementa con los cronogramas nivel 2 (cronograma integrado) y 3 (cronograma de control) y se define el Plan maestro que servirá de referencia para la medición del avance de obra.

**Actividad 24 Análisis de riesgos**

A partir del alcance preliminar se realiza la matriz de riesgos para su posterior análisis por parte de todo el equipo de proyecto y stakeholders/interesados involucrados.

**Actividad 25 Ejecución de obra con seguridad y calidad**

El Plan maestro sirve para elaborar el plan de control de calidad, checklist de seguridad, cronograma nivel 4 (cronograma detallado) y 5 (cronograma de entregables) para que en la etapa de ejecución se garantice la seguridad y calidad.

**Actividad 26 Seguimiento físico y financiero, control de cambios**

Usando herramientas como el Valor ganado, curvas S, informes de productividad se realiza el monitoreo crítico de cara actividad que forme parte de la ejecución del proyecto.

**Actividad 27 Entrega de obra**

Se realiza después de la confirmación de la aprobación del cumplimiento del punch list y el acta de recepción por parte del área usuaria.

**Actividad 28 Cierre técnico y administrativo**

Última actividad realiza en el proyecto en general, confirma la finalización oficial del proyecto.

---

Nota: Fuente Propia

## **12.6 Simulación de la aplicación del MIG en el caso de estudio**

En el contexto del cierre progresivo de una unidad minera: Se ha definido que es necesario generar un nuevo depósito de Relaves para la operación, para lo cual luego de varios estudios de opciones, se concluyó que lo mejor era hacer una zona de almacenamiento en el tajo de la minera, la misma que dejará de operar, continuando la producción con materiales que se acumularon con anterioridad.

Es así que nace el Proyecto “InPit-TSF” (Tailings Storage Facility), siendo este un proyecto mediano próximo a ejecutarse. En la fase de ejecución el objetivo es, principalmente, generar una nueva área capaz de ampliar el tiempo de vida de la unidad minera hasta el 2030. La relevancia del proyecto recae en una inversión (cerca a los 44 millones de dólares), el alto grado de especialidad que requiere, los riesgos que implica, y el complejo involucramiento relacionado a las diferentes áreas comprometidas. Se requiere que se cuente un sistema de control en cascada, desde las tres áreas de gestión y así asegurar que la inversión y alcance, sea cumplido en el plazo y no comprometer la operación minera.

A continuación, se presentará las prácticas y herramientas usadas para el monitoreo y control en el proyecto EPC denominado InPit-TSF, la misma que se describe en el PEP (Project Execution Plan) otorgado por la unidad minera. Cabe aclarar que la investigación ha sido realizada mediante la ejecución de un Convenio de Colaboración.

### **12.6.1 Gestión del control de costos**

#### **12.6.1.1 Prácticas usadas en la gestión de costos:**

- Definición de objetivos y alcance preliminar.
- Supervisión cercana de los gastos y ETC para garantizar el estricto cumplimiento del presupuesto autorizado. Se identificará y abordará las variaciones oportunamente mediante notificaciones.
- Uso de un cronograma base completo para el proyecto (control de

compromisos, proyecciones, cambios)

**Figura 6**

*Línea base de costos del caso de estudio, proyecto InPit-TSF.*

ID	D/I	Descripción	Total US\$
1	<b>Directo</b>	Sistema de transporte de relaves	11,768,128.00
2		Sistema de agua recuperada	19,983,562.00
3		Gestión del EPC	1,300,000.00
4	<b>Total costo directo</b>		<b>33,051,690.00</b>
5	<b>Total costo indirecto</b>		<b>8,904,862.00</b>
6	<b>Escalación total</b>		<b>944,117.00</b>
7	<b>Contingencia total</b>		<b>4,885,655.00</b>
8	<b>Total CAPEX</b>		<b>47,786,324.00</b>

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 20), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

- Uso de cuentas de control para cada paquete de trabajo.
- Control de distribuciones presupuestarias.
- Cumplimiento de compromisos de compra.
- Aplicación de medidas correctivas.
- Elaboración de informes financieros periódicos, auditorías detalladas.
- Aplicación del EVM (ETC, EAC, VAC, BAC)
- Aplicación de límites de control
- Transferencia de fondos desde un centro de costos a otro.

#### 12.6.1.2 Herramientas usadas en la gestión de costos:

- Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).
- Estructura de Desglose de Organizacional (EDO).
- Hojas de cálculo o bases de datos.
- Fuentes de datos: data histórica, data otorgada por empresas contratistas.
- Sistema SAP.
- Plan de adquisiciones.

- Herramientas de gestión financiera.
- Documento de transferencia presupuestaria.
- AFE (Authorization for Expenditure)
- Línea base de costos.
- Ratios y costos de proveedores.

## **12.6.2 Gestión del control del cronograma**

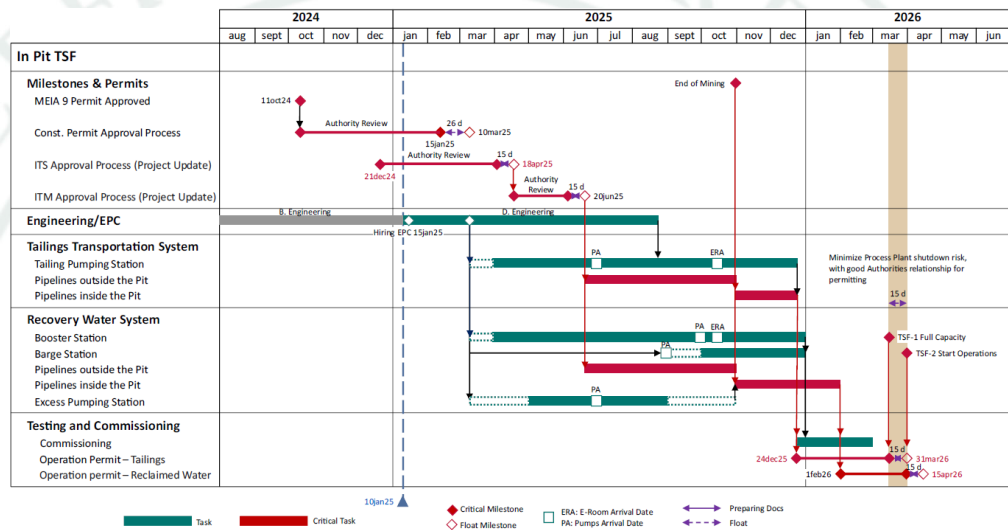
### **12.6.2.1 Prácticas usadas en la gestión del cronograma:**

- Asignación de recursos.
- Uso de la Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos (PERT)
- Uso del Método de la Ruta Crítica (CPM)
- Actualización quincenal del cronograma
- Revisión exhaustiva del Forecast de la línea base trimestral
- Evaluación exhaustiva de todas las acciones requeridas para recuperar el tiempo perdido.
- Aplicación del EVM para medir el progreso de forma integral
- Evaluar desviaciones respecto a la línea base, identificar tendencias e implementar acciones correctivas.
- Medición del avance de la ingeniería mediante los elementos descritos en la siguiente Tabla 8.
- Medición del avance físico de la construcción mediante cantidades de construcción debidamente instaladas y el método de incremento de hitos. La medición del progreso físico se basa en la Tabla 9. Además de realizarse el análisis de riesgos, su identificación y matriz de probabilidad-impacto.

### 12.6.2.3 Herramientas usadas en la gestión del cronograma:

- Línea base del cronograma.
- Curvas de progreso físico total y programado.
- Oracle Primavera P6
- Plan de recuperación

**Figura 7**  
Línea base del cronograma del caso de estudio, proyecto InPit-TSF.



Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 26), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

**Tabla 10**  
Elementos de medición del avance de ingeniería del caso de estudio

Progreso del desarrollo de ingeniería			
Revisión	Descripción	Progreso %	
		Parcial	Acumulado
CHP	Comprobar impresión	20%	20%
Rev A	Revisión interna por parte del proveedor de ingeniería	10%	30%
Rev B, C, D,	Emitido para aprobación por la empresa propietaria	40%	70%
Rev 0	Emitido como Ingeniería Detallada Entregable Aprobado	30%	100%

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 27), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

**Tabla 11**

*Progreso de puesta en marcha del caso de estudio, proyecto InPit-TSF.*

<b>Progreso de puesta en marcha</b>			
<b>Aumento de hitos</b>	<b>Área Responsable</b>	<b>Progreso Físico %</b>	
		<b>Parcial</b>	<b>Acumulado</b>
Pruebas de finalización mecánica	Proyectos	10%	10%
Pruebas previas a la puesta en servicio	Proyectos	15%	25%
Pruebas de comisionamiento	Proyectos	40%	65%
Ramp-up	Operaciones	25%	90%
Fiabilidad	Operaciones	10%	100%

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 27), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

### **12.6.3 Gestión del control del progreso del proyecto:**

#### **12.6.3.1 Prácticas usadas en la gestión del progreso del proyecto:**

- Cálculo de ponderaciones con base en el presupuesto final.
- Comparación del trabajo realizado con las horas invertidas.
- Medición del progreso físico basado en horas-hombre.
- Equipo para la gestión del control de cambios.
- Atención ante posibles desviaciones que afecten al proyecto (PDN)
- Estimación del impacto de la desviación en costos y cronograma (PCN)
- Evaluación del PCN (CCC)
- Atención a cambios que exceden el presupuesto aprobado del proyecto (PCO)

#### **12.6.3.2 Herramientas usadas en la gestión del progreso del proyecto:**

- Indicadores de desempeño: Factor de productividad, uso de recursos.
- Indicadores de rendimiento (KPI): SPI, CPI, Factor de productividad, Progreso físico.
- Aviso de un Potencial Cambio (PDN)

- Aviso de Cambio Propuesto (PCN)
- Comité de Control de Cambios (CCC)
- Orden de Cambio Potencial (PCO)
- Documentos que permitan implementar cambios en casos excepcionales.

#### **12.6.4 Gestión del control de la ingeniería**

##### **12.6.4.1 Prácticas usadas en la gestión de la ingeniería:**

- Proceso de desarrollo de la ingeniería.
- Control de documentos.
- Revisiones de diseño.
- Revisiones de riesgos.
- Control de ingeniería.
- Aseguramiento de calidad.
- Control de calidad.
- Revisión del proceso de mantenibilidad.
- Revisión del proceso de constructabilidad.

##### **12.6.4.2 Herramientas usadas en la gestión de la ingeniería:**

- Estructura organizacional de ingeniería
- Gestión, control y coordinación de ingeniería.
- Entregables de ingeniería.

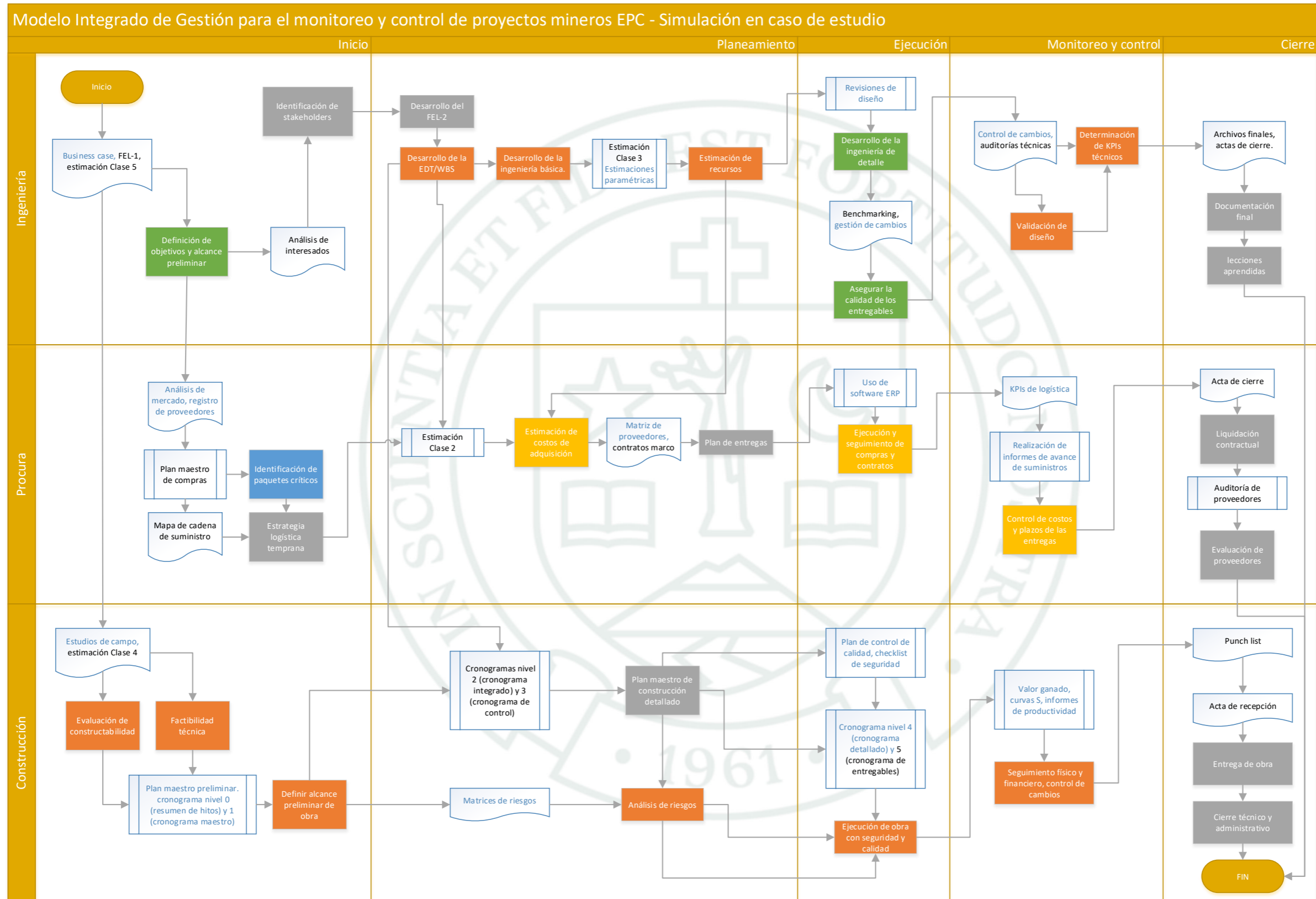
Siendo esta la información actualmente usada por la empresa propietaria del proyecto, se propone la mejora en su metodología de monitoreo y control con la simulación de aplicación del Modelo Integrado de Gestión propuesto luego del estudio realizado.

Considerando que la metodología actualmente usada por la empresa usa algunas prácticas y herramientas que coinciden con el modelo propuesto, se procede a relacionarlas para ubicar cuáles serían las prácticas y herramientas que complementarían y optimizarían

adecuadamente su actual metodología. Se presentan las prácticas de fondo gris y las herramientas de letras negras como aquellas que no son consideradas por el proyecto caso de estudio:



**Figura 8**  
MIG para el monitoreo y control - Simulación en caso de estudio



Nota: Fuente propia

**Tabla 12***Descripción de los procedimientos del caso de estudio*

<b>ETAPA DE INGENIERÍA</b>	
<b>Actividad 1</b>	<p><b>Definición de objetivos y alcance preliminar</b></p> <p>Inicialmente se tendrá que realizar la documentación referida al Business case, FEL-1 y la estimación Clase 5, para iniciar la definición de los objetivos y alcance preliminar.</p>
<b>Actividad 2</b>	<p><b>Desarrollo de la EDT/WBS</b></p> <p><b>No realiza las actividades: Identificación de stakeholders, Desarrollo del FEL-2</b></p> <p>Una de las actividades principales es la obtención de la EDT que dirija las siguientes estimaciones en cuanto a actividades, recursos, y cronograma.</p>
<b>Actividad 3</b>	<p><b>Desarrollo de la ingeniería básica.</b></p> <p>Para las estimaciones de lo recursos, se requiere el primer desarrollo de la ingeniería, la misma que tendrá observaciones y se pulirá con la ingeniería de detalle.</p>
<b>Actividad 4</b>	<p><b>Estimación de recursos</b></p> <p>La ingeniería básica sirve para estimar los recursos a través de procesos como la estimación clase 3 o la estimación paramétrica.</p>
<b>Actividad 5</b>	<p><b>Desarrollo de la ingeniería de detalle</b></p> <p>La ingeniería básica es revisada, sin embargo, para la etapa de ejecución se debe generar la aprobación de una ingeniería de detalle que cuente con el sello "Para construcción"</p>
<b>Actividad 6</b>	<p><b>Asegurar la calidad de los entregables</b></p> <p>En el proceso de ejecución se evaluará la necesidad de cambios requeridos en campo, por lo que a partir del benchmarking y una gestión de cambios adecuada y oportuna se prioriza la calidad de cada entregable.</p>
<b>Actividad 7</b>	<p><b>Validación de diseño</b></p> <p>Conforma una de las dos principales actividades pertenecientes al monitoreo y control propiamente, en el que a partir del control de cambios y auditorías técnicas se garantiza el cumplimiento del diseño inicialmente propuesto.</p>
<b>Actividad 8</b>	<p><b>Determinación de KPIs técnicos</b></p> <p>El control de cambios y las auditorías técnicas permiten mantener un lineamiento constante con los KPIs más significativos para tomar decisiones.</p> <p><b>No realiza las actividades: Documentación final, lecciones aprendidas.</b></p>

---

## ETAPA DE PROCURA

---

- Actividad 9**      **Identificación de paquetes críticos**  
Posterior a la definición de objetivos y alcance preliminar se realiza el análisis de mercado y registro de proveedores se obtendrá el plan maestro de compras que permitirá identificar esta ruta crítica en base a los recursos necesarios.
- Actividad 10**      **Estimación de costos de adquisición**  
**No realiza la actividad: Estrategia logística temprana.**  
Después de la realización de la EDT, se desarrolla la estimación de clase 2 que brinde la primera propuesta relacionada a los costos de adquisición de recursos.
- Actividad 11**      **Ejecución y seguimiento de compras y contratos**  
**No realiza la actividad: Plan de entrega.**  
El Plan de entregas se relaciona con un software ERP para controlar los recursos en el proceso de ejecución.
- Actividad 12**      **Control de costos y plazos de las entregas**  
En el proceso de monitoreo y control del proyecto en general será necesario usar KPIs de logística y realizar informes de avance de suministros que fundamenten el control de plazos y costos.  
**No realiza las actividades: Liquidación contractual, evaluación de proveedores.**

---

## ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

---

- Actividad 13**      **Evaluación de constructabilidad**  
Una vez que en la etapa de ingeniería se ha realizado el Business case, FEL-1 y la estimación Clase 5, se procede con los estudios de campo y la estimación Clase 4 para realizar los talleres necesarios para evaluar el nivel de constructabilidad, por el equipo de proyecto.
- Actividad 14**      **Factibilidad técnica**  
Una vez que en la etapa de ingeniería se ha realizado el Business case, FEL-1 y la estimación Clase 5, se procede con los estudios de campo y la estimación Clase 4 para realizar los talleres necesarios para definir la viabilidad técnica del proyecto.
- Actividad 15**      **Definir alcance preliminar de obra**  
Al ser la etapa de construcción se realiza el plan maestro preliminar, cronograma nivel 0 (resumen de hitos) y 1 (cronograma maestro) para concluir el alcance preliminar de obra.
- Actividad 16**      **Análisis de riesgos**
-

---

**No realiza la actividad: Plan maestro de construcción detallado**

A partir del alcance preliminar se realiza la matriz de riesgos para su posterior análisis por parte de todo el equipo de proyecto y stakeholders/interesados involucrados.

**Actividad 17 Ejecución de obra con seguridad y calidad**

El Plan maestro sirve para elaborar el plan de control de calidad, checklist de seguridad, cronograma nivel 4 (cronograma detallado) y 5 (cronograma de entregables) para que en la etapa de ejecución se garantice la seguridad y calidad.

**Actividad 18 Seguimiento físico y financiero, control de cambios**

Usando herramientas como el Valor ganado, curvas S, informes de productividad se realiza el monitoreo crítico de cada actividad que forme parte de la ejecución del proyecto.

**No realiza las actividades: Entrega de obra, cierre técnico y administrativo**

---

Nota: Fuente Propia

En la simulación en el caso de estudio se ha visto que, efectivamente, las empresas suelen aplicar diversas metodologías para el monitoreo y control de los proyectos EPC que ejecutan, sin embargo, no cuentan con un Modelo que integre las mejores prácticas que se pueden aplicar en cada etapa y en cada área de gestión, con el objetivo de optimizar los resultados del proyecto.

En el estudio se ha identificado la importancia de la presencia de cada elemento, sin embargo, no todos están siendo considerados en el caso de estudio, a continuación, las posibles consecuencias de no considerarlas:

- FEL-1, estimación Clase 5: Estos procesos son importantes para la definición de la viabilidad del proyecto a nivel conceptual, es preferible destinar mayores esfuerzos a confirmar la viabilidad del proyecto.
- Análisis de interesados: Si no la consideramos como una herramienta de control se corre el riesgo de exponerse a posibles conflictos, resistencia social o

retrasos.

- Identificación de stakeholders: La importancia de identificar a los involucrados da la posibilidad de implicar a los interesados en las etapas del proyecto que así lo requieran para obtener mejores resultados. Además del apoyo que se recibe de cada uno.
- Desarrollo del FEL-2: Apoya a reducir la incertidumbre técnica, si no se considera se corre el riesgo de una mala definición del alcance.
- Estimación Clase 3: La metodología del caso de estudio indica que presenta un presupuesto para su aprobación, sin embargo, no se define como estimación de clase 3, por lo que se sugiere hacerlo para evitar la subestimación de costos.
- Benchmarking: Contar con una referencia objetiva es una buena práctica, la cual es recomendada por el IPA debido a su experiencia con múltiples proyectos comparando el desempeño.
- Auditorías técnicas: Una de las maneras de asegurar la calidad de los procesos de ingeniería es a partir de la realización de auditorías, para prevenir errores constructivos y sobrecostos.
- Archivos finales, actas de cierre: Como se indicó desde un inicio, el área legal también forma parte del control del proyecto, incluso en la etapa de cierre, por lo que se considera importante evitar posibles disputas formalizando el término contractual de la etapa de ingeniería.
- Documentación final y lecciones aprendidas: Así como se requiere para la historia para las estimaciones, también sirve considerar las documentaciones finales y las lecciones aprendidas obtenidas como resultado de anteriores proyectos para optimizar los resultados de nuevos proyectos. Permitir que el proyecto actual enriquezca los futuros es un gran aporte de valor.

- Plan maestro de compras: En este caso de estudio no solo se presentan compras de la empresa contratista, sino también del propietario, el hecho de tener un plan que coordine tiempos y suministros de manera íntegra evita retrasos por falta de material.
- Mapa de cadena de suministro: La logística del equipo de control de proyectos es determinante para la gestión de las compras, en caso de no saber el proceso de a cadena de suministros, las estimaciones carecerán de precisión, y expone al proyecto a interrupciones imprevistas.
- Estrategia logística temprana: Sabiendo el proceso de la cadena de suministros se puede generar una estrategia que optimice costos y tiempos, por lo que se recomienda para evitar sobrecostos logísticos.
- Estimación clase 2: Ajusta el presupuesto y sirve para la realización de la ingeniería de detalle, considerando que su uso es beneficioso desde que se cuenta con un 30% de madurez del proyecto ayuda a evitar próximos desvíos financieros.
- Contratos marco: Son necesarios para cuando el proyecto el proyecto se encuentre en la necesidad de acudir a ciertas actividades con rapidez y efectividad, se evitan procesos lentos y costosos.
- Plan de entregas: Terne ya definido todo el proceso de procura, incluyendo cómo se van a entregar las adquisiciones, favorece a la coordinación de hitos críticos, evitando así posibles retrasos acumulativos.
- Actas de cierre: Si bien es solo documentación, es la formalización de la culminación de actividades definidas como hitos importantes, para evitar futuros reclamos de incumplimientos.
- Liquidación contractual: En la compra de los recursos es necesario considerar

el completo cierre de los compromisos financieros. Para que el proyecto garantice cerrar sin deudas ni disputas legales.

- Auditorías de proveedores: Como clientes de los proveedores, es de interés asegurar la entrega correcta y puntual de los recursos, por lo que a través de la realización de auditorías se disminuye el riesgo de incumplimientos.
- Evaluación de proveedores: Permite una selección más objetiva al momento de elegir a los proveedores del proyecto, evita futuros problemas con la gestión de recursos.
- Estimación clase 4: Si bien forma parte del inicio del proyecto, es uno de los elementos que permitirá definir la factibilidad del proyecto. Sin esta estimación se puede obtener una ingeniería conceptual y cronogramas poco realistas.
- Cronogramas nivel 2 (cronograma integrado) y 3 (cronograma de control): Ambos coordinan la ejecución global y el control, sin ellos se corre el riesgo de una pérdida de visión integrada.
- Plan maestro de construcción detallado: Sirve como guía de ejecución, que si se sigue a nivel operativo se puede garantizar el control efectivo de la ejecución de la construcción.
- Cronograma nivel 5 (cronograma de entregables): El caso de estudio no llega a este nivel de cronograma, pero el estudio concluye que es recomendable llegar a un mayor detalle para un mayor control.
- Punch List: Después del término de la obra, pero antes de la recepción formal siempre existen actividades pendientes que deben cerrarse, estas deben ser registradas en el punch list, para identificar las actividades pendientes y detallar las fechas en las que se levantarán tale observaciones para finalizar la entrega formal del proyecto.

- Acta de recepción: Para evitar discusiones o desacuerdos post-entrega, es recomendable firmar un acta de recepción que valide la conformidad de ambas partes.
- Entrega de obra: Acto que confirma la transferencia de la obra y con ello de la responsabilidad asociada a esta. Se completa el cierre contractual.
- Cierre técnico y administrativo: Con el fin de evitar riesgos legales y financieros se documenta el cumplimiento total.

#### **12.6.5 Ventajas del modelo propuesto frente a la situación actual**

- Resuelve el problema de la brecha en el modelo de monitoreo y control ejecutado por el propietario del proyecto, el cual puede conducir a las ineficiencias y descoordinaciones en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos.
- Mejora significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto.
- Recopila las mejores prácticas recomendadas por tres de las instituciones referentes en gestión de proyectos, lo que da la confianza al usar este Modelo Integrado de Gestión como herramienta fundamental para el monitoreo y control de proyectos EPC.
- Brinda la seguridad al propietario del proyecto de que se está realizando un control integrado del proyecto EPC, sabiendo qué prácticas y herramientas usar en cada etapa del proyecto y dirigidas a cada área de gestión.
- Para la práctica de este Modelo Integrado de Gestión el personal del equipo de proyectos tendrá que capacitarse, apoyando así a su desarrollo profesional.
- Usa herramientas validadas a nivel mundial, como el EVM, que además de ser conocidas por los especialistas del equipo de proyectos son efectivos para el monitoreo y control del proyecto.

## **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **12.7 Implicaciones prácticas del modelo**

Al inicio del estudio, como parte introductoria, se citó a la AACEI al definir el “Control de los proyectos” como el proceso que permite garantizar el resultado deseado de los mismos. Se tuvo como objetivo el diseño de la propuesta del modelo de gestión mostrado. Gracias a su creación basada en referencias internacionales especializadas en la gestión de proyectos es que se simuló dicha propuesta en un caso de estudio real que cumple con los criterios de ser ejecutado bajo la modalidad EPC, y en el sector minero peruano.

El Modelo Integrado de Gestión desarrollado tiene implicaciones directas y totalmente prácticas para proyectos de tipo EPC, como el caso de estudio InPit-TSF, pues mejora la coordinación del Owner en proyectos con este tipo de contratación.

La aplicabilidad del modelo depende de la integración de control de Alcance, Costo y Tiempo, y es completamente adaptable a las necesidades del proyecto en cuanto a los recursos y requerimientos que el Project Owner considere necesarios y los procesos que tenga estandarizados.

Si bien existen diferencias entre los mapas de procesos propuestos por el PMI, la AACi y el IPA, el estudio ha permitido integrar estratégicamente cada etapa de ejecución relacionada a las áreas de gestión y control, para lograr un sistema más integrado de las prácticas recomendadas.

### **12.8 Recomendaciones para futuras investigaciones**

- Proponer diseños de modelos que integren más áreas de control (gestión de riesgos, comunicaciones, etc), y mayor detalle en las prácticas y herramientas planteadas.
- Considerar mayores instituciones referentes de gestión de proyectos en próximas propuestas, que permitan afinar las operaciones presenten en cada proyecto, optimizando tiempo y costo.

- Análisis de las capacitaciones que presentan los especialistas de control de proyectos, para evaluar si sus capacidades están alineadas a los requisitos que demandan modelos como el presente.
- Explorar la integración de nuevas tecnologías que potencien la eficiencia de los modelos de gestión, como lo son el BIM, Lean, Inteligencia artificial, entre otros.



## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13. CONCLUSIONES

- El Modelo Integrado de Gestión desarrollado en la Ilustración 5 **relaciona adecuadamente las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo evidenciando que, en base a la aplicación de las buenas prácticas y herramientas recomendadas por la literatura, es posible mejorar significativamente la eficiencia y coordinación en la toma de decisiones y el cumplimiento de objetivos para el propietario del proyecto como principal stakeholder**, considerando además las etapas del proyecto: Inicio – Planificación – Ejecución – Monitoreo y Control – Cierre.
- Se realizó una revisión bibliográfica de las principales guías del PMI, la AACEi y el IPA, como lo son respectivamente el PMBOK 6ta y 7ma edición (Project Management Body of Knowledge), el TCMF 2da edición (Total Cost Management Framework), y el Curso de Excelencia en desempeño de proyectos de capital. A partir de los mapas de procesos propuestos **se ratificó la importancia del correcto monitoreo y control en todo tipo de proyecto**. Las tres fuentes coinciden en que este es un proceso continuo que debe estar presente a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, además de definir a las dimensiones del alcance, costo y tiempo como las principales áreas de control.  
  
Acerca de los informes y la reportabilidad, el PMI se refiere a los mismos como métricas o EVM, el AACEi los denomina KPIs de costo y cronograma, así como el IPA se refiere a los mismos como métricas de predictibilidad y benchmarking.
- El línea con los objetivos específicos, se comparó los factores relevantes en el estudio del PMI, la AACEi y el IPA (Tabla 4) para facilitar las consideraciones en el diseño del Modelo Integrado de Gestión desarrollado, cuyo resultado muestra que **sí existen**

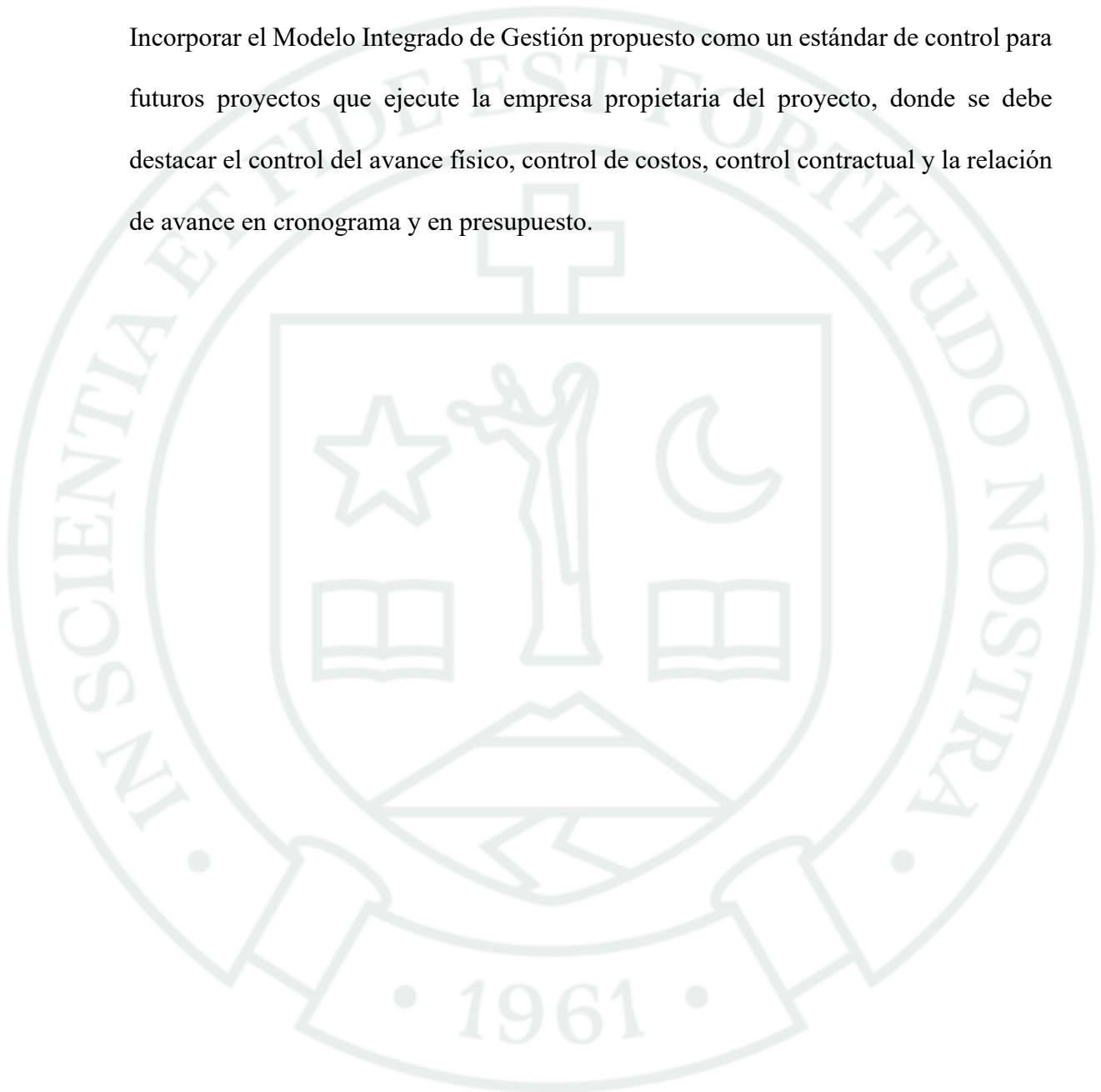
**diferencias entre los conceptos de cada institución, sin embargo, todas concuerdan en que el monitoreo y control de proyectos es un proceso que permite controlar la inversión de recursos y así evaluar el desempeño del proyecto;** además, coinciden en que para proyectos pequeños puede ser suficiente contar con un especialista encargado del monitoreo y control (planificador/controlador, director del proyecto, gerente, ingeniero, arquitecto, analista de sistemas, ingeniero de costos, etc.), y para proyectos grandes es necesario contar con un equipo multidisciplinario (planificadores, programadores, estimadores, controladores de costos/cronograma, y otros). La dimensión de los proyectos dependerá del nivel de inversión, complejidad, número de interesados, riesgos, duración.

- **Se identificó las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA (Tablas 5, 6 y 7) considerando la relación entre las áreas de gestión de Ingeniería, Procura y Construcción con las áreas de control de Alcance, Costo y Tiempo, y se estableció cuáles son aptas para su aplicación en el Modelo Integrado de Gestión desarrollado.** Estas fueron clasificadas mediante las Tablas 5, 6 y 7 para permitir una mejor visualización, en las que resalta la presencia común del control del avance físico, el control de costos, control contractual y la relación de avance en cronograma y en presupuesto.
- Con respecto al caso de estudio: **El Modelo Integrado de Gestión se aplicó en el proyecto InPit-TSF para su validación (Ilustración 7), logrando un diseño enfocado en las mejores prácticas recomendadas por el PMI, la AACEi y el IPA;** identificando también las prácticas y herramientas que optimizarían el proceso actualmente usado por el caso de estudio mediante la justificación de la necesidad de cada uno, y de las posibles consecuencias al no considerarlas como parte de la metodología de control del monitoreo y control del proyecto.

## 14. RECOMENDACIONES

- Se hace extensiva la recomendación de revisar el presente documento de estudio con el fin de que los stakeholders propietarios de los proyectos ejecutados bajo modalidad EPC sean conscientes de la importancia de tener a este Modelo Integrado de Gestión como una de sus principales herramientas de referencia al momento de elaborar su mapa de procesos referido al monitoreo y control de cada proyecto, pues está basado en tres de las mejores guías internacionales.
- Se recomienda la capacitación constante de los stakeholders para el entendimiento conjunto de la importancia del monitoreo y control de cada proyecto, así como lo recomiendan las instituciones antes mencionadas esto ayudará al equipo de proyecto a optimizar la toma de decisiones y coordinaciones correspondientes. Además, se recomienda considerar la aplicación del modelo de gestión desde la etapa de concepción del proyecto, con el fin de garantizar el cumplimiento íntegro de las prácticas que dará como resultado un monitoreo y control global del proyecto EPC.
- Se recomienda definir el tamaño de la envergadura del proyecto para que el equipo del proyecto establezca el profesional o el equipo encargado exclusivamente del monitoreo y control del mismo, priorizando el control de la inversión de recursos y la medición del nivel de desempeño del proyecto para el cumplimiento de sus objetivos.
- Se recomienda la revisión de las principales prácticas analizadas en este estudio para evaluar su adaptación en los proyectos a ejecutarse, bajo la premisa de ser EPC y del sector minero, así se optimizará el proceso de monitoreo y control en caso ya exista algún modelo aplicado por la empresa, o se creará uno teniendo el Modelo Integrado de Gestión propuesto como base validada. Además de documentar las lecciones aprendidas de la aplicación del modelo desde el primer proyecto para que sirvan como data histórica para su optimización y ajuste en futuros proyectos.

- Así como se analizó el cumplimiento de las mejores prácticas recomendadas en el caso de estudio, se recomienda realizar la comparación con proyectos en proceso de ejecución o aquellos que estén próximos a ejecutarse con el objetivo de optimizar la toma de decisiones y la medición del desempeño de trabajo presentes y futuras. Incorporar el Modelo Integrado de Gestión propuesto como un estándar de control para futuros proyectos que ejecute la empresa propietaria del proyecto, donde se debe destacar el control del avance físico, control de costos, control contractual y la relación de avance en cronograma y en presupuesto.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

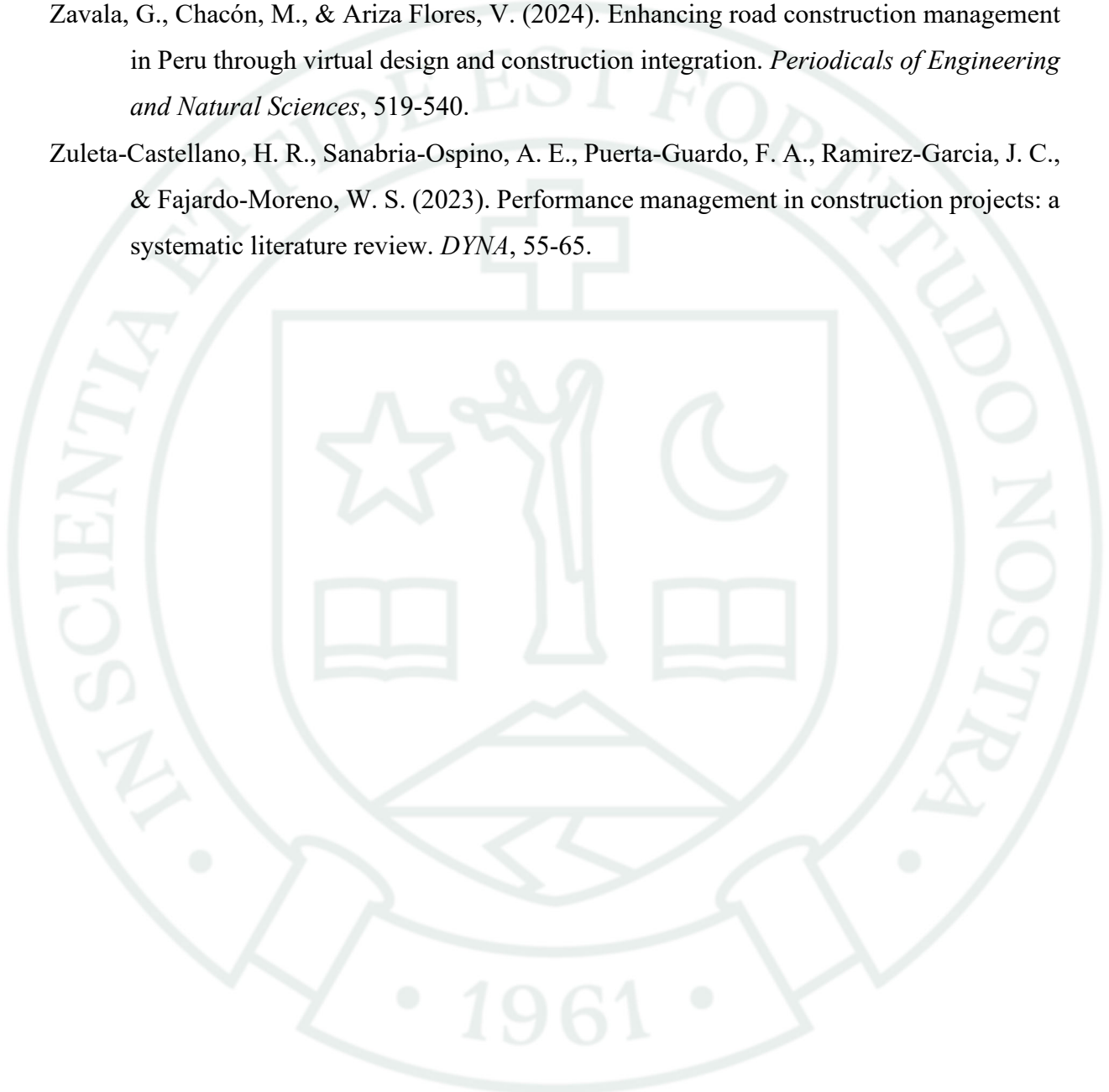
- AACE International. (2015). Total Cost Management Framework "An Integrated Approach to Portfolio, Program, and Project Management" 2nd Edition. *Total Cost Management Framework "An Integrated Approach to Portfolio, Program, and Project Management" 2nd Edition*. AACE® International.
- Adelinna Luthan, P. L., Sitanggang, N., Alvan, S., & Prayogo, W. (2024). Analysing the causes of management and production delays in the implementation of construction project work. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, 1221-1231.
- Ali Musarat, M., Mateen Khan, A., Salah Alaloul, W., Blas, N., & Ayub, S. (2024). Automated monitoring innovations for efficient and safe construction practices. *Results in Engineering*.
- Almohassen, A., Alfozan, M., Subhi Alshamrani, O., & Essam Shaawat, M. (2023). Evaluating construction contractors in the pre-tendering stage through an integrated based model. *Alexandria Engineering Journal*, 437-445.
- Badawi Abdulghafour, A., & Salman, K. (2023). Delays of construction projects in Makkah from the point of view of the consultant. *J. Umm Al-Qura Univ. Eng.Archit*, 122-134.
- Buk'hail, R., & Al-Sabah, R. (2024). Exploring the Barriers to Implementing the Integrated Project Delivery Method. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 543-551.
- Burger, E., Pretorius, S., & Steyn, H. (2024). Project management maturity and its impact on perceived project success: a case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 171-183.
- Chen, Z., Zhu, W., & Crama, P. (2023). Subcontracting and rework cost sharing in engineering–procurement–construction projects. *Int. J. Production Economics*.
- Corporación para el desarrollo de la seguridad social. (2025, Abril). *Corporación para el desarrollo de la seguridad social*. Retrieved from Corporación para el desarrollo de la seguridad social: <https://www.codess.org.co/blog/que-es-un-contratista/>
- Creswell, J., & Creswell, J. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*.
- Duarte-Vidal, L., F. Herrera, R., Atencio, E., & Muñoz-La Rivera, F. (2021). Interoperability of Digital Tools for the Monitoring and Control of Construction Projects. *Applied Sciences*.

- FIDIC. (n.d.). Silver Book. *Silver Book*.
- Gackowicz, P., Podobińska-Staniec, M., Brzychczy, E., Kühnbach, C., & Özver, T. (2020). Review of Key Performance Indicators for Process Monitoring in the Mining Industry. *Energies*.
- Galloway, P. (2008). Design-Build/EPC Contractor's Heightened Risk-Changes in a Changing world. *Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, American Society of Civil Engineers*, 7-15.
- Ghazal, M., & Hammad, A. (2025). *An Integrated Planning and Control Framework (IPCF) for Construction Projects—Step 1: Development of the Construction Data Hub (CDH)*. Applied Sciences.
- Hernández Sampieri, R. F. (2014). *Metodología de la investigación (6ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Hossein Dalir, A., Pezeshki, Z., Ravanshadnia, M., Krinitsky, E., & Aidarovich Sultanguzin, I. (2025). Automatic Monitoring in Construction Projects: Scientometric Analysis and Visualization of Research Activities. *Human-Centric Intelligent Systems*.
- Hunhevicz, J., Motie, M., & Hall, D. (2022). Digital Building Twins and Blockchain for Performance-Based (Smart) Contracts. *Automation in Construction*.
- Jrade, A., & Lessard, J. (2015). *An Integrated BIM System to Track the Time and Cost of Construction Projects: A Case Study*. *Journal of Construction Engineering*.
- Klashanov, F. (2018). Intelligent analysis in construction management. *MATEC Web of Conferences*.
- Le, C., Jeong, H., Damnjanovic, I., & Bukkapatnam, S. (2022). Pareto Principle in Scoping-Phase Cost Estimating: A Multiobjective Optimization Approach for Selecting and Applying Optimal Major Work. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Lee, C.-Y., Chong, H.-Y., Li, Q., & Wang, X. (2020). Joint Contract–Function Effects on BIM-Enabled EPC Project Performance. *J. Constr. Eng. Manage.*
- Li, H., Bari, A., & Yue, A. (2024). Mechanistic Analysis of the Evolution of Trust Level Between Owner and PMC Contractor Based on Dynamic Bayesian Network. *Buildings*.
- Mahamid, I. (2024). Effect of conflicts on the contracting business failure in the construction industry. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 498–503.
- Malenović Nikolić, J., Vasović, D., Filipović, I., Mušicki, S., & Ristović, I. (2016). Application of Project Management Process on Environmental Management System Improvement in Mining-Energy Complexes. *Energies*.
- MOHAMMAD ALI KERMANI, M. A., MAGHSOUDI, M., & DARZI, E. (2024). Enhancing

- Procurement Performance in Project-Oriented Organizations: A Process Analysis Approach. *M. A. M. A. Kermani*.
- Muhammad, S., Arifin, S., Syam, R., & Putra, B. (2024). On the brink of social resistance: local community perceptions of mining company operating permits in East Luwu, Indonesia. *Frontiers*.
- OSMA, Y. B. (2016). MONITOREO Y CONTROL DE PROYECTOS EN ENTIDADES PÚBLICAS BAJO LA METODOLOGÍA PMI Y LOS PRINCIPIOS RECTORES DE LA FUNCIÓN PÚBLICA. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*.
- Pfitzner, F., Braun, A., & Borrmann, A. (2024). From data to knowledge: Construction process analysis through continuous image capturing, object detection, and knowledge graph creation. *Automation in Construction*.
- PM2 Agile Projects. (2025, Abril). *PM2 Agile Projects*. Retrieved from PM2 Agile Projects: [https://www.africanmining.co.za/2023/08/01/which-is-better-epc-or-epcm-contracts-for-construction-and-mining-projects/](https://pm2-agile-projects.com/Notas+(ES)/Metodolog%C3%ADa+de+Gesti%C3%B3n+de+Proyectos+PM2+-+Gu%C3%ADa+3.0.1/4.5++Propietario+del+Proyecto+(PP)#::~:~:text=El%20Propietario%20del%20Proyecto%20(PP,objetivos%20y%20prioridades%20de%20negocio. Prno, J., Pickard, M., & Kaiyogana, J. (2021). Effective Community Engagement during the Environmental Assessment of a Mining Project in the Canadian Arctic. <i>Environmental Management</i>, 1000–1015.</a></p>
<p>Project Management Institute. (2017). <i>Project Management Body of Knowledge Sexta Edición</i>. Project Management Institute.</p>
<p>Project Management Institute. (n.d.). <i>Project Management Body of Knowledge</i>. Project Management Institute.</p>
<p>Rehman, M., Thaheem, M., Shafiq, M., & Albattah, M. (2023). <i>A Case Study of Implementing Project Management Processes in EPC Contracts</i>. Laboratory of Construction Equipment & Project Management and the Association of Engineering, Project, and Production Management.</p>
<p>Reyneke, N. (2023, Agosto 1). <i>Which is better – EPC or EPCM contracts for construction and mining projects?</i> Retrieved from African Mining: <a href=)
- Schieg, M. (2009). Model for integrated project management. *Journal of Business Economics and Management*.

- Seddiki, B. (2025). Revolutionizing project control: leveraging control theory for integrated cost, schedule, and risk management. *Discover Civil Engineering*.
- Shash, A., & Habash, S. (2020). Construction Contract Conversion: An Approach to Resolve Disputes. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 162-169.
- Sheikhkhoshkar, M., El Haouzi, H., Aubry, A., Hamzeh, F., & Rahimian, F. (2024). FROM NLP TO TAXONOMY: IDENTIFYING AND CLASSIFYING KEY FUNCTIONALITY CONCEPTS OF MULTI-LEVEL PROJECT PLANNING AND CONTROL SYSTEMS. *ITcon*, 1200 - 1218.
- Shi, G., Tong, J., Chen, Z., & Wang, Y. (2025). Optimal time-based and cost-based contracts in construction projects under Asymmetric information. *Journal of Civil Engineering and Management*, 299-317.
- Sones, A., Marinelli, M., Male, S., & Mubashar Hassan, G. (2021). Competencies that lead to high performance as a project engineer in a management consulting engineering company. *Research in Engineering Education Symposium & Australasian Association for Engineering Education Conference*, 431 - 440.
- The IPA Institute. (n.d.). Excelencia en desempeño de proyectos de capital. Un curso para profesionales de proyectos. *Excelencia en desempeño de proyectos de capital*. The IPA Institute.
- Trzeciak, M., & Jonek-Kowalska, I. (2021). *Monitoring and Control in Program Management as Effectiveness Drivers in Polish Energy Sector. Diagnosis and Directions of Improvement*. Energies .
- Universidad Católica San Pablo. (2025, Abril). *Postgrado UCSP*. Retrieved from Postgrado UCSP: <https://postgrado.ucsp.edu.pe/articulos/que-es-gestion-minera/#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20gesti%C3%B3n%20minera, costos%2C%20seguridad%2C%20entre%20otros>.
- Wang, L., Awuah-Offei, K., Que, S., & Yang, W. (2016). Eliciting Drivers of Community Perceptions of Mining Projects through Effective Community Engagement. *Sustainability*.
- Whyte, J., & Davies, A. (2021). *Reframing Systems Integration: A Process Perspective on Projects*. *Project Management Journal*.
- Yang, H. T. (2024). Effect of Project Control Practices on the Performance of Building Construction Companies in Uganda: A Case Study of the City of Kampala. *Buildings*.
- Yang, Z., Tang, C., Zhang, T., Zhang, Z., & Tien Doan, D. (2024). Digital Twins in Construction: Architecture, Applications, Trends and Challenges. *Buildings*.

- Zamora, E. (2020). Diagnóstico de la gestión de integración de proyectos. *18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development" "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy"* (pp. 27-31). Cajamarca: Virtual Edition.
- Zavala, G., Chacón, M., & Ariza Flores, V. (2024). Enhancing road construction management in Peru through virtual design and construction integration. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 519-540.
- Zuleta-Castellano, H. R., Sanabria-Ospino, A. E., Puerta-Guardo, F. A., Ramirez-Garcia, J. C., & Fajardo-Moreno, W. S. (2023). Performance management in construction projects: a systematic literature review. *DYNA*, 55-65.





**ANEXOS**

## ANEXO A: IN-PIT TSF PROJECT – PROJECT EXECUTION PLAN

### Figura 9

*Project Control Management del proyecto InPit-TSF - PEP.*

#### 4.0 PROJECT CONTROL MANAGEMENT

This section describes the Project Control System, which covers: Scope Control, Cost Control, Schedule Control and Change Control.

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 19), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 10

### Continuación Project Control Management: proyecto InPit-TSF - PEP

#### 4.1. Scope Control

Scope and contractual change control are critical processes designed to ensure that any modifications to the project scope, schedule, costs, or contracts are rigorously evaluated, documented, and approved prior to implementation. These processes encompass the identification and assessment of proposed changes, detailed analysis of their impacts on project interdependencies and objectives, and formalization of the modifications through a structured change management system.

The primary objective is to maintain alignment with project goals and contractual requirements by implementing all necessary preventive or corrective actions effectively and efficiently.

#### 4.2. Cost Control

Expenditures and completion forecasts will be closely monitored to ensure strict adherence to authorized budgets. Any variances will be promptly identified and addressed through timely notifications. Effective control requires the establishment of a comprehensive Baseline Schedule for the project. This schedule will serve as the foundation for managing and controlling commitments, projections, changes, and other key elements throughout the project lifecycle.

Below we will describe the main elements of cost control.

#### 4.3. Cost Baseline

The Cost Baseline represents the project's estimated cost as determined in the Feasibility Study. Before execution, it must be formally approved through an Authorization for Expenditure (AFE). In Earned Value Management (EVM), this baseline is referred to as the Budget at Completion (BAC) and is aligned with GF's standards. The methodology and details are outlined in the *Capital Estimating Guideline - Rev 0*.

ID	D/I	Description	Total US\$
1	Direct	Tailings Delivery System	11,768,128
2		Water Reclaim System	19,983,562
3		EPC Management	1,300,000
4	<b>Total Direct Cost</b>		<b>33,951,690</b>
5	<b>Total Indirect Cost</b>		<b>8,904,862</b>
6	<b>Total Escalation</b>		<b>944,117</b>
7	<b>Total Contingency</b>		<b>4,885,655</b>
8	<b>Total CAPEX</b>		<b>47,786,324</b>

It included:

The cost estimates will be organized into four major categories: **Project Direct Costs**, **Project Indirect Costs**, **Owner Costs** (including major equipment procurement), and **Contingency**. Additional provisions such as **Escalation** and **Provisions** will also be considered to ensure comprehensive budgeting.

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 20), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 11

### Continuación Project Control Management: proyecto InPit-TSF - PEP

#### Project Direct Costs

Project Direct Costs include all expenses directly associated with construction activities, such as:

- Labor
- Construction equipment
- Bulk materials
- Subcontracts
- Process equipment

Additionally, this category covers the overheads and fees of construction contractors and suppliers. All direct costs will be structured according to the **Project's Work Breakdown Structure (WBS)** to ensure alignment with project planning and control systems.

#### Project Indirect Costs

Project Indirect Costs encompass services and other expenses required for project execution, including:

- Engineering
- Procurement
- Project and construction management
- Support services
- Vendor representatives
- Startup services

This category also includes costs such as freight, taxes, duties, spare parts, initial loads, insurance, and permits.

#### Owner Costs

Owner Costs represent expenses directly incurred by the owner to supervise and support the project, including:

- Salaries and social benefits for the GF team assigned to project management.
- Purchases to support construction, such as tools, equipment, and facilities for the project management team.
- Project-related administrative expenses, including permits and specific requirements for managing the project.

#### Contingency

Contingency is a reserve added to the cost estimate to account for potential variations due to uncertainties and risks inherent in the estimation process. This amount will be determined through risk analysis and workshops, providing a robust probabilistic basis for the calculation of contingencies.

#### Escalation

Escalation accounts for potential cost increases caused by external economic factors such as inflation, fluctuations in oil prices, and market conditions. The project budget will include an escalation reserve to mitigate these risks.

#### Provisions

Provision refers to additional items in the capital estimate that cannot be precisely quantified but are known to be necessary for the project. These provisions ensure that all potential expenses are accounted for, even if exact costs cannot yet be determined.

In addition to using the WBS structure defined in section 1.3.

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 21), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 12

### Continuación Project Control Management: proyecto InPit-TSF - PEP

#### 4.4. Budget Distribution

After establishing the cost baseline, the approved budget will be allocated across the control accounts defined by the Project Control Team. These accounts correspond to the various work packages, structured according to the Work Breakdown Structure (WBS) and the Organizational Breakdown Structure (OBS). This allocation serves as the foundation for initiating the procurement process for the identified packages.

The budget distributions must be meticulously tracked using spreadsheets and/or databases to ensure effective cost control. The control accounts will be defined and managed in collaboration between the GF Cerro Corona finance team and the Project Control team

#### 4.5. Commitments

The project budget has been estimated using multiple data sources, including:

- Critical purchases made by GF.
- Cost estimates provided by WSP.
- Ratios and prices from GF Cerro Corona.
- Cost submissions from the EPC bidders.

Indirect costs have been calculated by GF based on their extensive project experience.

To initiate a commitment, the Project Manager must request the generation of an Order Request for a purchase or service. This process will adhere to the procedures established by the Purchasing and Contracts Department in compliance with the GF Procurement Policy.

After a thorough review, Project Control will generate an Investment Order, Cost Centre, or Management Order to formalize the commitment. The Project Control Team will verify in the SAP system that the commitment has been accurately recorded.

To ensure proper tracking and alignment, Project Control will associate each commitment with:

An estimation account.

- A cost control account.
- A schedule account.
- An SAP account.

A purchase or service will be officially recognized as a commitment once it is assigned a Purchase Order or Service Order.

Additionally, the Project Control Team will link major commitments to the Procurement Plan, ensuring alignment with the Project Schedule Baseline.

#### 4.6. Monitoring Costs

Once the Cost Baseline, its respective control accounts, and the periodic assignment of commitments are established, the Project Control team will manage the scheduled expenditures based on the project's defined deliverables. Cost control and monitoring are

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 22), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 13

### Continuación Project Control Management: proyecto InPit-TSF - PEP

critical components of effective project management, ensuring that expenditures remain aligned with the project's budget and financial objectives.

This process involves continuously tracking actual costs against the Cost Baseline, identifying and documenting any variances, and implementing corrective actions as needed. Effective cost control practices include regular financial reporting, detailed audits, and the application of financial management tools to forecast future expenditures and manage commitments effectively.

By maintaining rigorous oversight, project managers can ensure that resources are allocated efficiently, financial risks are minimized, and the project stays on track to achieve its financial goals.

#### 4.7. Forecast (ETC)

The **Forecast** represents the updated estimate of the remaining cost required to complete the project, commonly referred to as the **Estimate to Complete (ETC)**. The accuracy of this calculation depends on several factors, including the percentage of commitments made, service trends, and the level of engagement and expertise of the preparer.

The cost control report must include the monthly forecast estimate, supported by appropriate documentation. Forecasts are divided into two categories:

- **Projection Before the Award:**  
This involves estimating quantities, man-hours, and costs for work packages that have not yet been committed through purchase orders or service orders. These estimates are based on criteria like those used in the project budget.
- **Projection After the Award:**  
This refers to the projection of costs for work packages that have already been awarded. These estimates take into account service trends and the specific terms and characteristics of the awarded contracts.

The **Outlook**, or **Estimate at Completion (EAC)**, represents the total cost expected to be incurred to complete the project as of a specific date, such as the month-end. This estimate is calculated using the following formula:

$$\text{EAC} = \text{Actual Cost (including provisions)} + \text{Forecast (ETC)}$$

By maintaining accurate and timely forecasts, the project team can effectively track financial performance and ensure alignment with the project's overall budget and objectives.

#### 4.8. Variances

The Variance at Completion (VAC) represents the difference between the Estimate at Completion (EAC) and the Budget at Completion (BAC). It is calculated using the following formula:

$$\text{VAC} = \text{EAC} - \text{BAC}$$

- A negative VAC indicates that the project is expected to be under budget.
- A positive VAC indicates that the project is expected to exceed the budget.

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 23), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 14

### Schedule Control: proyecto InPit-TSF - PEP.

By monitoring the VAC, project managers can assess the financial performance of the project and implement corrective actions if necessary to align costs with the project's objectives.

#### 4.9. Deviations

These are all the increases or reductions in respect of the Cost Baseline, which are generated during the development of the project. These can be fluctuations in quantities, prices, variances or omissions.

**Control Limits:** The Project Director will define the parameters to be used as control limits for each project.

**| VAC | < Control Limits:** VAC values within these control limits will be considered acceptable and will not result in corrective actions. Any savings that can be generated in a work package will be identified and can be used to cover higher costs in other work packages required for the work package. For this purpose, a Budget transfer document will be used, where funds will be transferred from a cost center with savings. Similarly, there should be budget change control, transferring contingency funds to the control account that requires resources based on scope changes. A change in project scope must be accompanied by a budget and a new AFE request from the Project Team.

**Budget Transfer:** These are fund transfers between cost codes account, where a certain amount is deducted from an element to be included in another one. Budget transfers must be registered as Internal Change Notices, so that they can be traceable. Furthermore, these must be completed in exceptional cases, and they must be duly justified according to the Change Management procedure. The net effect of the budget transfers must be zero, as these are internal changes in the project, so the final budget must remain unchanged.

**Their use will be in accordance with the stipulations of the Change Control section.**

**Contingency Management:** The contingency will be used in accordance with the stipulations of the Change Control section.

## 5.0 SCHEDULE CONTROL

To develop this section, the following documents will be used as reference:

- Recommended AACEI 91R-16 Schedule Development AACE International, August 13, 2020
- Scheduling Guideline - Rev 0

### 5.1. Schedule Baseline

The initial project schedule was developed in 2024, utilizing the most recent engineering data and the anticipated final project budget. An updated version is scheduled for release in April, incorporating the latest information, including detailed engineering completed by the EPC, outcomes from constructability workshops, and findings from Hazid and Hazop studies.

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 24), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 15

### Continuación Schedule Control: proyecto InPit-TSF - PEP.

The project will establish a **Schedule Baseline**, which must include:

- The main activities supporting and justifying the work deliverables.
- A clearly defined and visibly identified Critical Path.
- Resource allocations, such as man-hours, associated with deliverables, which will serve as the foundation for generating scheduled and total physical progress curves.

The schedule will be developed using the **Project Evaluation and Review Technique (PERT)** and the **Critical Path Method (CPM)**, ensuring integration with independent systems and alignment with agreed milestones. The schedule will be managed and visualized using **Oracle Primavera P6 tools**, providing robust planning and tracking capabilities.

#### 5.2. Schedule Update

Once the baseline is established, schedule updates should be conducted no more frequently than biweekly. Additionally, a comprehensive baseline review and forecast should be performed on a quarterly basis to ensure alignment with project objectives

#### 5.3. Recovery Plan

The Recovery Plan outlines the causes of delays and specifies the measures to restore the schedule within the agreed early and late curves. It includes a thorough evaluation of all necessary actions to recover lost time, such as allocating additional resources or implementing special work shifts, as required.

#### 5.4. Progress Measurement

The Earned Value Method (EVM) will be utilized to measure project progress comprehensively. This methodology not only provides an integrated approach to evaluating cost and schedule performance but also includes the measurement of the physical progress of deliverables. EVM enables the project team to assess deviations from the baseline, identify trends, and implement corrective actions to ensure alignment with project objectives.

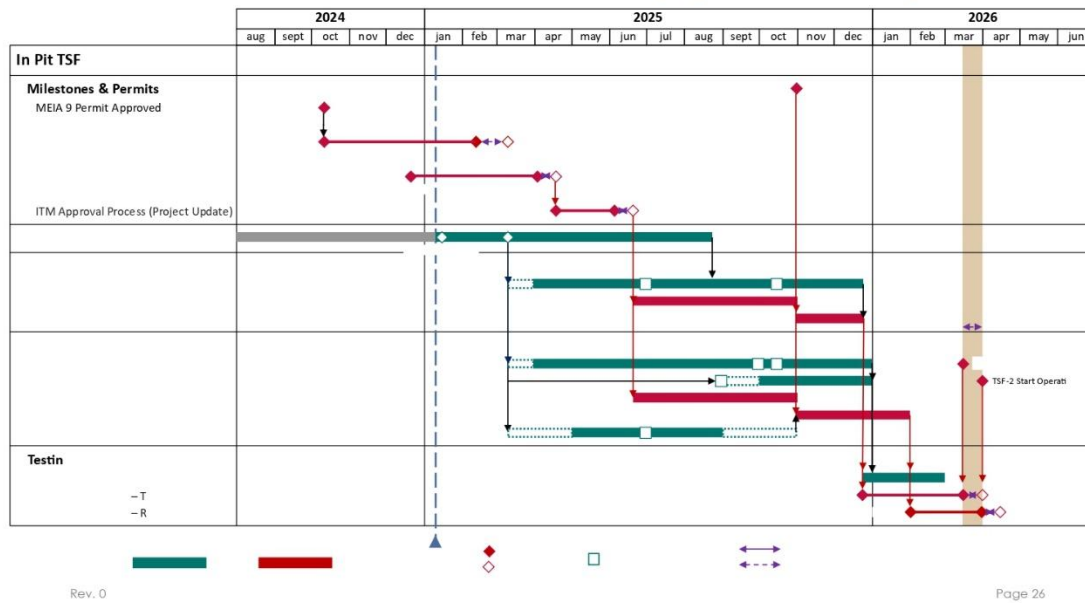
Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 25), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

**Figura 16**

*Continuación Schedule Control: proyecto InPit-TSF - PEP.*

Figure 4. Schedule Baseline

**1.0 In Pit TSF – Master Schedule (Update 10Jan.25)**



Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 26), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 17

### Project Progress: proyecto InPit-TSF - PEP.

#### 5.5. Engineering

To measure the engineering progress, we will use the items indicated in the table below:

**Table 6. Engineering Progress**

Engineering Development Progress			
Revision	Description	Progress %	
		Partial	Cumulative
CHP	Check Print	20%	20%
Rev A	Internal Revision by the Engineering Provider	10%	30%
Rev B, C, D.	Issued for Approval by GF	40%	70%
Rev 0	Issued as Detailed Engineering Approved Deliverable	30%	100%

#### 5.6. Construction

To measure physical progress, the duly installed construction quantities and the method of increasing milestones will be considered.

#### 5.7. Start-Up

Measurement of physical progress will be based on:

**Table 7. Start-Up Progress**

Start-Up Progress			
Increasing Milestones	Responsible Area	Physical Progress %	
		Partial	Cumulative
Mechanical Completion Tests	Projects	10%	10%
Pre-Commissioning Tests	Projects	15%	25%
Commissioning-Tests	Projects	40%	65%
Ramp-up	Operations	25%	90%
Reliability	Operations	10%	100%

#### 6.0 PROJECT PROGRESS

To measure the overall progress of the project, weights will be calculated based on the final project budget. The Project Control Superintendent, in coordination with the Project Manager, has the authority to adjust these weights to account for specific characteristics of the construction, such as complexity and scope

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 27), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 18

### Continuación Project Progress: proyecto InPit-TSF - PEP.

#### 6.1. Performance Indicators

The productivity factor control measures the efficiency of resource utilization, particularly labor, by comparing the work completed against the hours spent. This metric helps determine whether the project is progressing according to expected productivity standards and identifies areas requiring improvement.

Physical progress based on man-hours evaluates the project's advancement by tracking the hours worked by personnel on specific tasks. This approach compares the actual time spent with the estimated time in the schedule, providing insights into schedule adherence and workforce efficiency.

Both methods are essential for assessing the project's overall efficiency and performance, ensuring optimal resource utilization and alignment with project goals.

All reports must include at least the following key performance indicators (KPIs):

- **SPI – Schedule Performance Index:** Measures schedule efficiency by comparing the earned value to the planned value.
- **CPI – Cost Performance Index:** Assesses cost efficiency by comparing the earned value to the actual costs.
- **Productivity Factor:** Tracks the efficiency of labor resources in completing assigned tasks.
- **Physical Progress:** Measures the percentage of work completed relative to the total scope.

#### 6.2. Change Control

This section describes the Change Control System that will be used in the project, which defines how variations are managed regarding scope, duration and cost. The main roles for change management are:

- User / Originator
- Project Control
- Change Control Committee
- General Manager and Financial Manager

The objectives of change management are:

- Early identification of possible changes in work or activities that are being carried out as part of the project.
- Ensure an appropriate evaluation and notice to the project team, identifying whether these changes have an impact on the cost baseline and/or the schedule baseline, or whether the mitigation or recovery plans will have any economic impact.
- Ensure that the trends continue with the process to generate the change control formats.

The Change Management procedure will be conducted as shown in Figure 4. The figure describes who participates from the identification of the change to its evaluation, revision

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 28), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 19

### Continuación Project Progress: proyecto InPit-TSF - PEP.

and implementation. The documents that are generated in the process are described below:

#### 6.3. Potential Deviation Notice (PDN)

In this document, it is stated that there is a potential deviation that could have an impact on the project. The description of this event or condition is registered using the PDN format. It can be generated by anyone involved in the project and it is the first document of Change Control Management. It is submitted to the Project Control area for evaluation.

If after its revision, Project Control considers that this deviation can potentially have an impact on the project, it will approve the PDN and will request more supporting documentation. Otherwise, such PDN will be rejected after being registered.

The updates of the following documents will be entered using PDN for their respective evaluation:

- o Resource model report
- o Plan of Resources
- o Mining Plan
- o WSF Filling Plan
- o Construction Plan
- o Permitting Plan
- o Project Master Schedule

These documents comprise the definition of the project scope and any variance in them can potentially alter the Scope Baseline. Therefore, they will be evaluated considering the Change Management Flowchart in Figure 4.

#### 6.4. Project Change Notice (PCN)

This document is generated from a previously approved PDN, and it uses the additional information provided by the user and processed by Project Control to estimate the impact of the deviation on Costs and Schedule. With these estimations, Change Control prepares the PCN, registers it and sends it to the Change Control Committee for revision, which will determine if it is part of the project scope, if there is sufficient budget to assume the change, if a contingency will be necessary or if it is necessary to request an additional budget.

#### 6.5. Change Control Committee (CCC)

It is a project team in charge of evaluating the PCNs, considering the project nature. Various factors and factors from different areas in GF can have an impact on it, so it will be necessary that the CCC has members from different areas and different disciplines.

#### 6.6. Project Change Order (PCO)

This document is generated when the CCC determines that the change is outside the approved project scope, requiring the use of a PCO. Subsequently, an AFE will be issued to request additional budget. Even though the change is part of the project, if there is no available budget or contingency, a PCO must be issued. Following that, an AFE will be issued to request an additional budget.

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 29), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 20

### Engineering: proyecto InPit-TSF - PEP

#### 6.7. Exceptions

In situations of safety, lost potential, emergency or opportunity, in which it is necessary to implement changes, act quickly and omit the change control management process. Specific personnel can generate documents, which will allow us to implement these changes under certain restrictions. Documents such as: Orders to Proceed, Field Instructions and Responses to RFI, are accepted temporarily so as not to stop the work, but they always must be followed up in accordance with the procedure.

#### 6.8. Studies

The current Basic Engineering is a review of the engineering previously carried out by WSP, but with updates reflecting the changes in the pit area conditions, which were incorporated into a new revision.

The revised standards to be met are:

- o Feasibility Study Guideline - Rev 0
- o Capital Estimating Guideline- Rev 0
- o Scheduling Guideline - Rev 0
- o Enterprise Risk Management Guideline – Jan 2019
- o Investment Manual 2018 – Rev 0

#### 7.0 ENGINEERING

This section describes how the engineering of the different project components will be managed, considering the development degree of each component. There are

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 30), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 21

*Continuación Engineering: proyecto InPit-TSF - PEP.*

components that are at a study level and others that already have detailed engineering and are being executed.

A specific PEP for engineering will be developed by the area of Capital Project Engineering and at least the following items will be described:

- Organizational Structure of Engineering
- Engineering standards
- Main engineering packages
- Engineering management, control and coordination
  - Engineering development process
  - Engineering deliverables
  - Documents control
  - Design reviews
  - Risk reviews
  - Engineering control
  - Quality assurance

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 31), por empresa propietaria del proyecto, 2025.

## Figura 22

*Continuación Engineering: proyecto InPit-TSF - PEP.*

- Quality control
- Review of the maintainability process
- Review of the constructability process

Nota: Adaptado de *In-Pit Project - Project Execution Plan* (p. 32), por empresa propietaria del proyecto, 2025.