

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

UNIDAD DE POSGRADO



TESIS

**Gestión de Proyectos basado en el PMBOK para
reducir costos y tiempo en la ejecución de Proyectos
Electromecánicos en una Unidad Minera**

**Para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería
con Mención en Gerencia de Proyectos Electromecánicos**

Elaborada por:

Bryan Eduardo Escobar Diaz

Milton Hugo García Namuche

Asesor:

Dr. Aurelio Marcelo Padilla Ríos

Lima – Perú

2025

DEDICATORIA

A Dios, quien inspiró nuestro espíritu para la conclusión de esta tesis de maestría, a nuestros Padres, pilares principales de nuestras vidas, quienes siempre nos brindaron su cariño y apoyo incondicional, y que cuentan con toda nuestra admiración y respeto, a nuestros maestros, quienes sin su ayuda nunca hubiéramos podido realizar esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica, en especial, al Dr. Aurelio Marcelo Padilla Ríos, asesor de nuestra tesis, el cual tuvo la paciencia de corregir los archivos para culminar esta tesis.

Resumen

Esta tesis propone la estandarización de gestión de proyectos basado en el PMBOK con el objetivo de reducir costos y tiempo de ejecución de los proyectos electromecánicos de una unidad minera. La investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, y se centra en el análisis del estado actual de los proyectos electromecánicos de una unidad minera, así como en la evaluación de las variables que influyen en su tiempo y costo. A través de una metodología descriptiva y correlacional, se identificaron las fallas de los proyectos y se concluyó que la estandarización de gestión de proyectos basado en el PMBOK es la mejor estrategia para la reducción de costos y tiempos. La implementación de estas estrategias ha permitido aumentar la eficiencia de los proyectos de una unidad minera, reducir los costos operativos y tiempos. Los resultados validan la efectividad de la solución propuesta, reduciendo significativamente los costos operativos y tiempos.

Palabras Clave: Gestión de proyectos, PMBOK, eficiencia, reducción de costos, reducción de tiempos

ABSTRACT

This thesis proposes the standardization of project management based on the PMBOK with the objective of reducing costs and execution time of the electromechanical projects of a mining unit. The research is of an applied type, with a quantitative approach, and focuses on the analysis of the current state of the electromechanical projects of a mining unit, as well as the evaluation of the variables that influence their time and cost. Through a descriptive and correlational methodology, project failures were identified and it was concluded that standardization of project management based on the PMBOK is the best strategy for reducing costs and times. The implementation of these strategies has made it possible to increase the efficiency of a mining unit's projects, reducing operating costs and times. The results validate the effectiveness of the proposed solution, significantly reducing operating costs and times.

Keywords: Project management, PMBOK, efficiency, cost reduction, time reduction

INDICE

Resumen	iv
Abstract	v
Lista de tablas	ix
Lista de figuras	x
Introducción	xi
CAPÍTULO I: Generalidades	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Descripción de la Realidad Problemática	5
1.2.1 Análisis de Problemáticas Identificadas.	7
1.3. Formulación del Problema	9
1.3.1. Problema General	9
1.3.2. Problemas Específicos	9
1.4. Justificación e importancia	9
1.5. Objetivos	10
1.5.1. Objetivo General	10
1.5.2. Objetivos Específicos	10
1.6. Hipótesis	10
1.6.1. Hipótesis General	10
1.6.2. Hipótesis Específicas	10
1.7. Variables e Indicadores	11
1.8. Unidad de Análisis	12
1.9. Tipo, enfoque, nivel y diseño de la investigación	12
1.10. Periodo de Análisis	12
1.11. Fuente de la Información e instrumentos utilizados	12
1.12. Técnicas de recolección y procesamiento de datos	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL	15
2.1. Marco Teórico	15
2.1.1. Qué es un proyecto	15
	vi

2.1.2. Gerencia de proyectos.	16
2.1.3. Qué es metodología.	16
2.1.4. Qué es la gestión de proyectos Definición y organización	17
2.1.5. Metodologías o procesos ágiles para gestión de proyectos.	18
2.1.5.1. Agile	18
2.1.5.2. Metodología en Cascada	19
2.1.5.3. Marco Scrum	21
2.1.5.4. Kanban	23
2.1.5.5. Scrumban	25
2.1.5.6. Prince 2	27
2.1.5.7. Last Planner® System (LPS)	30
2.1.5.8. PMBOK 7ma edición - Project Management Institute (PMI)	33
2.1.6. Productividad en proyectos de construcción	36
2.1.6.1. KPI para medir productividad	41
2.1.6.2. Características de un indicador	42
2.2. Marco Conceptual	42
CAPITULO III: Desarrollo del trabajo de investigación	45
3.1. Análisis de Indicadores	45
3.2. Metodología Aplicada	46
3.2.1. Enfoque de Trabajo	46
3.2.2. Instrumentos y Herramientas	46
3.3. Desarrollo por Fases	48
Fase 1: Diagnóstico y Planificación	48
Fase 2: Implementación de Estrategias	50
Fase 3: Monitoreo y Control	51
Fase 4: Evaluación de Resultados	52
3.4. Resultados Obtenidos	53
3.4.1. Impacto en la Productividad	53
3.4.2. Rentabilidad del Proyecto	54

3.4.3. Satisfacción del Cliente	55
3.5. Resultado	55
3.5.1. Resultado del Objetivo General	55
3.5.2. Resultados de los Objetivos Específicos	56
3.6. Planificación de la Gestión del Proyecto (PMBOK)	57
3.6.1. Indicadores de Mejora Propuesta	58
3.7. Resultados y Análisis de la Gestión del Riesgo	59
3.7.2. Identificación de Riesgos	59
3.7.3. Evaluación Cualitativa y Cuantitativa de Riesgos	61
3.7.4. Respuesta a los Riesgos Identificados	63
3.8. Resultados y Análisis de la Gestión del Cronograma	64
3.8.1. Optimización de Actividades	64
3.8.2. Análisis de Duración y Recursos	66
3.9. Resultados y Análisis de la Gestión del Costo	69
3.9.1. Estimación y Control de Costos	69
3.9.2. Optimización de Recursos	70
3.9.3. Análisis Beneficio/Costo	72
CAPITULO IV: Análisis y discusión de resultados	74
4.1. Análisis de los resultados	74
4.1.1 Relación entre Riesgo, Costo y Cronograma	76
4.1.2. Impacto en la Productividad	77
4.2. Discusión de resultados	85
4.2.1. Contrastación de las hipótesis	84
4.2.1.1. Contrastación de la hipótesis general	84
4.2.1.2. Contrastación de las hipótesis específicas	85
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS	90
ANEXOS	94

Lista de tablas

Tabla 1:	Resumen de utilidades recibidas por la empresa ByV entre noviembre del 2021 y setiembre del 2023.....	5
Tabla 2:	Operacionalización de variables	11
Tabla 3:	Relación entre el DEBE- SE HARÁ- SE PUEDE y las fases de planificación del LPS.....	32
Tabla 4:	Distribución de Recursos Antes y Después de la Implementación del PMBOK	58
Tabla 5:	Comparación de Indicadores Antes y Después de PMBOK	59
Tabla 6:	Distribución de Riesgos Identificados por Categoría.....	60
Tabla 7:	Matriz de Impacto y Probabilidad	62
Tabla 8:	Clasificación de Riesgos Según Impacto y Probabilidad.....	62
Tabla 9:	Acciones Preventivas y Mitigantes Implementadas.....	64
Tabla 10:	Comparación de Cronogramas Antes y Después de la Implementación del PMBOK	65
Tabla 11:	Comparativa de Uso de Recursos Antes y Después del PMBOK	68
Tabla 12:	Comparativa de Uso de Recursos Antes y Después del PMBOK	69
Tabla 13:	Impacto de la Gestión de Recursos en Costos	71
Tabla 14:	Análisis Beneficio/Costo	73
Tabla 15:	Comparativa de Indicadores SPI y CPI Antes y Después del PMBOK.....	77
Tabla 16:	Comparativa de Indicadores de Productividad Antes y Después del PMBOK	78

Lista de figuras

Figura 1:	Diagrama - Problemas en la Gestión de Proyectos	8
Figura 2:	Proceso para el desarrollo de un proyecto	16
Figura 3:	Procesos metodológicos en Cascada.....	20
Figura 4:	Ciclo de vida Scrum	23
Figura 5:	Sistema de control de producción tipo Pull	24
Figura 6:	Ejemplo de tablero Scrumban	26
Figura 7:	Siete principios de Prince 2.	28
Figura 8:	Siete Temas de Prince 2.....	29
Figura 9:	Siete Procesos de Prince 2.	30
Figura 10:	Esquema del DEBE-SE HARÁ-SEPUEDE	32
Figura 11:	Relación entre los principios de la Dirección de Proyectos y los dominios de Desempeño del Proyecto	36
Figura 12:	Ciclo de Mejoramiento de la Productividad.....	39
Figura 13:	Gestión de la Productividad en la industria de la construcción	41
Figura 14:	Indicadores de Mejora Propuesta	59
Figura 15:	Proporción de Riesgos Identificados	61
Figura 16:	Clasificación de Riesgos	63
Figura 17:	Diagrama de Gantt - Cronograma Optimizado	66
Figura 18:	Comparativa de Duración por actividades	67
Figura 19:	Comparativa de Indicadores SPI	68
Figura 20:	Comparativa de Costos Antes y Después del PMBOK	70
Figura 21:	Incremento de Eficiencia en Recursos	72
Figura 22:	Análisis Beneficio/Costo	73
Figura 23:	Relación Riesgo-Costo-Cronograma Antes y Después del PMBOK	76
Figura 24:	Incremento de la Productividad Antes y Después del PMBOK	78

Introducción

La implementación de aplicaciones de mantenimiento en los procesos de producción demuestra la necesidad de que las empresas garanticen niveles mínimos de pérdidas y, al mismo tiempo, mantengan altos estándares de calidad. Debido a la evolución de los sectores productivos, se han desarrollado nuevos mecanismos para mejorar los procesos, con el fin de optimizar el uso de los recursos. En base a esta realidad, la industria identificó que el mantenimiento influye en la productividad, puesto que los procesos junto con los equipos deben generar seguridad y confiabilidad, y estar disponibles dentro de las jornadas productivas. (González, 2015).

A finales de la década de 1950, en Ohio, Estados Unidos, un grupo de individuos dedicados al mantenimiento preventivo, impulsados por una necesidad económica, desarrolló una herramienta para identificar anomalías en ciertos motores eléctricos que causaban problemas mecánicos recurrentes. Las interrupciones en los procesos de producción resultaban en costos elevados, por lo que evitar estas paradas representaba significativos ahorros. Así comenzaron los primeros avances en lo que hoy conocemos como mantenimiento predictivo. En la actualidad, el mantenimiento predictivo es una de las herramientas más ampliamente adoptadas en la industria global, con estimaciones que indican que entre el 56% y el 64% de las plantas industriales en el mundo que utilizan de alguna forma de esta herramienta predictiva. En países desarrollados cerca del 77% tienen un programa de mantenimiento predictivo establecido y en funcionamiento, generando una gran cantidad de información, que en la mayoría de los casos se utiliza para implantar mejoras en las plantas industriales. (BUREAU VERITAS, 2017)

CAPÍTULO I

Generalidades

1.1. Antecedentes Investigativos

El estudio de Villacorta y Villacorta (2021)¹, en el cual se llevó a cabo un diagnóstico y se propusieron mejoras en la productividad, se destacó que en la actualidad las ciudades de los países desarrollados cuentan con infraestructuras construidas mediante técnicas de ingeniería avanzadas y métodos innovadores que incrementan la eficiencia y rentabilidad de los proyectos de construcción. Además, se señala que la gestión de proyectos cumple un rol esencial en el diseño e implementación de herramientas para una planificación estructurada, lo que permite tomar decisiones basadas en información precisa y confiable. Esto facilita la reformulación de proyectos o genera aprendizajes valiosos que pueden aplicarse en otras obras similares. El estudio también identifica como principales causas de baja productividad la falta de capacitación en el personal técnico y artesanal, el extravío o robo de materiales, y la escasez de insumos, factores que se deben principalmente a un deficiente control. Por esta razón, se considera que los indicadores de calidad y productividad son instrumentos clave, ya que permiten monitorear el desempeño y aplicar medidas correctivas. No obstante, muchas pequeñas y medianas empresas constructoras en Ecuador aún no implementan una adecuada gestión de proyectos que incluya estos indicadores, lo cual se traduce en altos costos asociados a la mano de obra, materiales y equipos

Pillo Bombon (2021)², su estudio aborda cómo mejorar la productividad en proyectos inmobiliarios en Quito a través de la implementación de la metodología Lean Construction. El autor señala que la rentabilidad de estos proyectos depende de la

¹ Villacorta (2021) Diagnóstico Y Propuesta De Mejora De La Productividad A Nivel Cimentaciones En La le Andrés Avelino Cáceres, Trujillo.

<https://Repositorio.Upn.Edu.Pe/Bitstream/Handle/11537/30226/Tesis.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y>

² Pillo Bombon (2021) Mejora De La Productividad En La Construcción De Proyectos Inmobiliarios En La Ciudad De Quito Mediante La Aplicación De Lean Construction.

<https://www.Dspace.Uce.Edu.Ec/Bitstream/25000/25927/1/UCE-FING-CPOPILLO%20DIEGO.Pdf>

eficiencia en el uso de recursos desde la etapa de planificación hasta la finalización de la obra. Mediante la adopción de nuevas metodologías, se busca lograr una mejora continua en aspectos clave como el proceso constructivo, la gestión estratégica, el abastecimiento, el control de costos, el tiempo y la calidad. Asimismo, se destaca que la productividad está estrechamente ligada al rendimiento de la mano de obra, a una adecuada planificación y a la integración de nuevas filosofías en la ejecución, lo que contribuye a reducir los riesgos asociados al desarrollo de las obras. El estudio recomienda realizar un análisis detallado para identificar los factores que generan complicaciones, con el fin de eliminar o reducir las rutas críticas que interfieren con el flujo eficiente de los procesos. Finalmente, concluye que aplicar Lean Construction promueve un entorno laboral favorable entre todos los involucrados, tanto internos como externos, fortaleciendo así el compromiso con la mejora continua.

Banda Ortiz (2021)³, existe relación entre la gestión de calidad y la productividad de las empresas constructoras dado que al implementar procesos y tenerlos registrados por indicadores, se evidenciaría la situación actual de las empresas, lo cual requiere una gestión pertinente de parte de la Gerencia para la mejora de su competitividad.

Matos López (2018)⁴, analiza la gestión de proyectos de construcción basada en la integración de la metodología Lean y la guía PMBOK, con el objetivo de mejorar la productividad. El autor concluye que la aplicación conjunta de estas metodologías permite cumplir con los plazos establecidos en los proyectos, ya que Lean facilita un flujo de trabajo continuo mediante el uso del

³ Banda Ortiz (2021) Gestión

De La Calidad Y La Productividad En El Sector De La Construcción De La Zona 3 En El Ecuador. <https://Repositorio.Uta.Edu.Ec/Bitstream/123456789/33481/1/039%20ADE.Pdf>

⁴ Matos López (2018) Desarrollo de un modelo de gestión de mantenimiento a través del monitoreo de condición, utilizando ensayos no destructivos, bajo la Norma ISO 17359:2011 para la conservación de equipos críticos, en la industria avícola. [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0871_ML.pdf

Last Planner (último planificador). Este enfoque incluye el análisis de restricciones del proyecto, la evaluación del porcentaje de planificación cumplida y la identificación de las causas del incumplimiento, lo que permite implementar acciones correctivas efectivas. El estudio resalta la importancia de una planificación adecuada, así como mejoras significativas en la gestión del talento humano, los procesos de adquisición y la comunicación e intercambio de información. Además, se identifican factores comunes en investigaciones sobre productividad en proyectos, tales como la aplicación de buenas prácticas de metodologías ágiles, una planificación eficiente y un enfoque en la mejora continua. Estos elementos contribuyen a reducir riesgos, consolidar equipos de alto rendimiento y disminuir la incertidumbre, generando condiciones más favorables para el éxito del proyecto.

Rodríguez, A., & Pérez, M. (2019)⁵, valida la efectividad de PMBOK como herramienta para estandarizar proyectos electromecánicos mineros, destacando su impacto positivo en la eficiencia y la calidad. No obstante, enfatiza la necesidad de adaptar la estructura a las particularidades del sector y asegurar el compromiso organizacional. El estudio demuestra que la estandarización PMBOK no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también facilita la replicabilidad de proyectos y promueve la sostenibilidad.

Pina, M., & Rodríguez, A. (2019)⁶, El artículo valida que la estandarización de procesos electromecánicos en minería es una estrategia efectiva para reducir

⁵ Rodríguez, A., & Pérez, M. (2019) Impacto de la estandarización del PMBOK en la eficiencia de proyectos electromecánicos mineros. [Revista de Ingeniería y Gestión de Proyectos, 35 (2), 121-135.] <https://doi.org/10.26439/ing.ind2017.n035>

⁶Pina, M., & Rodríguez, A. (2019) Impacto de la estandarización en la reducción de costos en proyectos electromecánicos en minería. [Revista Internacional de Gestión de Proyectos, 12 (2), 134] <http://dx.doi.org/10.1016/S0263>

costos operativos y de capital. Sin embargo, su éxito depende de adaptar estándares a las particularidades del proyecto, fomentar la cultura de mejora continua en los equipos y medir y ajustar indicadores clave. El estudio demuestra que la estandarización no solo reduce costos, sino que también mejora la seguridad, facilita la escalabilidad y promueve la sostenibilidad.

Sánchez, F., & Gómez, L. (2020)⁷, evalúa cómo la metodología PMBOK (Project Management Body of Knowledge) puede optimizar tiempos y costos en proyectos electromecánicos dentro del sector minero. Demuestran que el PMBOK es una herramienta efectiva para estandarizar y optimizar proyectos electromecánicos en minería, ofreciendo un marco estructurado para enfrentar la complejidad técnica y operativa del sector

Martínez, P., & Torres, J. (2020)⁸, contribuye a la comprensión de cómo la estandarización puede ser una herramienta transformadora en la industria minera, especialmente en un contexto donde la sostenibilidad y la eficiencia son prioritarias. El artículo sostiene que la estandarización de procesos en proyectos mineros contribuye a reducción de costos y disminución de tiempos, esto se respalda en estudios previos que abordan la gestión de riesgos como política de desarrollo para garantizar sostenibilidad y seguridad territorial, aspectos que se ven potenciados con la estandarización.

⁷Sánchez, F., & Gómez, L. (2020). Aplicación del PMBOK para la optimización de tiempos y costos en proyectos electromecánicos en minería.
[Revista de Ingeniería y Tecnología Minera, 45 (1), 98-110]
<https://doi.org/10.26439/ing.min2020.n045>

⁸ Martínez, P., & Torres, J. (2020). Efectos de la estandarización en la gestión de proyectos mineros: Reducción de costos y tiempos.
[Revista Internacional de Gestión de Proyectos, 48 (3), 172-186]
<https://doi.org/10.26439/ing.min2020.n045>

1.2. Descripción de la Realidad Problemática

El negocio de la empresa ByV ISEMIN SAC dentro de la unidad minera Raura es la gestión y desarrollo de proyectos electromecánicos. Durante los casi 15 años de estar en el mercado dentro de la unidad minera, la empresa ha llevado un control basado en las capacidades y decisiones del director de proyecto asignado. Esto ha dado como resultado gestiones no documentadas ni estructuradas que, si bien han permitido que la empresa se mantenga en el mercado exitosamente, ha generado sobrecostos y demora en la entrega de proyectos, entre otros problemas que hacen necesario que, bajo las condiciones del mercado actual, se reestructure esta posición.

En los últimos 4 años la empresa ha ejecutado múltiples proyectos sin embargo en 5 de estos proyectos se ha tenido una pérdida considerable por más de \$120.234,79 tal y como se muestra en la tabla 1

Tabla 1:

Resumen de utilidades recibidas por la empresa ByV entre noviembre del 2021 y setiembre del 2023.

Mes / Año de Inicio	Mes / Año de Terminación	Identificación de la Obra	Utilidad recibida	% de utilidad recibida
Nov 21	Abr 22	Nombre del contrato: Remodelación de línea de agua y desagüe del campamento Hidro Monto: \$322.468,25	\$- 38.658,27	-11.98%

		Ciente: UM Raura		
Set 21	Ene 22	Nombre del contrato: Instalación de líneas de agua de laguna Locacocha hacia campamentos Raura Monto: \$235.957,02 Ciente: UM Raura	\$-5.058,32	-2.34%
Ene 22	Ago 22	Nombre del contrato: Cambio de losas de molienda de planta concentradora Monto: \$223.500,99 Ciente: UM Raura	\$- 20.595,22	-9.21%
Mar 23	Jul 23	Nombre del contrato: Tendido de tubería de relave nieve ucro II Monto: \$180.679,30 Ciente: UM Raura	\$- 12.025,41	-6.65%
Jul 23	Set23	Nombre del contrato: Demolición de estructuras de almacén central Monto: \$492.050,88 Ciente: UM Raura	\$- 78.690,57	-15.99%

La gestión de proyectos en ByV ISEMIN SAC presentan las siguientes deficiencias:

- Falta de Cronogramas Detallados: Los proyectos carecen de una planificación estructurada, lo que generaba retrasos recurrentes.
- Incremento de Costos: Los presupuestos iniciales se desvían en un promedio del 20% debido a gastos imprevistos.
- Descoordinación Interna: No existe un flujo claro de comunicación entre áreas, lo que causaba duplicidad de esfuerzos y errores.
- Ausencia de Indicadores: No se utilizan métricas para medir el desempeño de los proyectos.

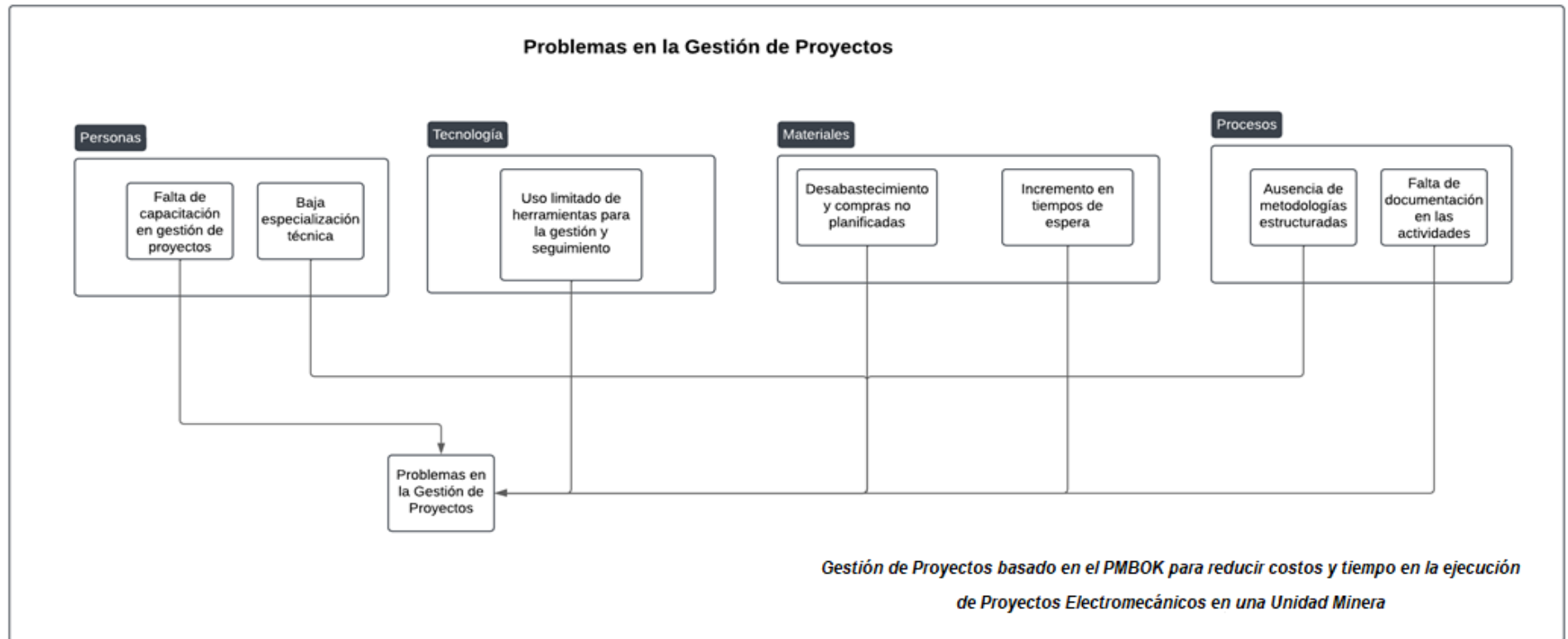
1.2.1 Análisis de Problemáticas Identificadas.

Se utilizó un diagrama de Ishikawa para identificar las causas principales de los problemas detectados:

- Personas: Falta de capacitación en gestión de proyectos y baja especialización técnica.
- Procesos: Ausencia de metodologías estructuradas y falta de documentación en las actividades.
- Materiales: Desabastecimiento y compras no planificadas, incrementando los tiempos de espera.
- Tecnología: Uso limitado de herramientas para la gestión y seguimiento.

Figura 1:

Diagrama - Problemas en la Gestión de Proyectos



El diagrama resalta que la mayoría de los problemas provienen de deficiencias en la capacitación y en la planificación de recursos.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿De qué manera la gestión de proyectos según el PMBOK logra la reducción de costos y tiempos en la ejecución de proyectos electromecánicos desarrollados por la empresa ByV IESEMIN SAC para la unidad minera Raura?

1.3.2. Problemas Específicos

- a. ¿De qué manera la gestión del cronograma según el PMBOK permitirá reducir el tiempo en la ejecución de proyectos electromecánicos?
- b. ¿De manera la gestión de proyectos según el PMBOK permitirá la gestión equilibrada de los costos en la ejecución de proyectos electromecánicos?

1.4. Justificación e importancia

Mediante este trabajo de investigación la empresa ejecutora de los proyectos optimizara los recursos y tiempo y como consecuencia de ello mejorara los estados financieros de la empresa, la satisfacción y confianza del cliente.

La justificación tecnológica consiste en aplicar la guía PMBOK 7° edición el cual establece una adecuada gestión de costos y cronograma, entre otros.

Así mismo se brinda herramientas que facilitan a la dirección tomar decisiones acertadas, así mismo exista una comunicación interna que facilite el desempeño de todos los colaboradores de la compañía.

En este trabajo también se recomienda el involucramiento de todos los que intervienen en los procesos desde la dirección hasta las asistencias correspondientes de cada área, para lograr los resultados esperados.

1.5. Objetivos

1.5.1.Objetivo General

Aplicar la gestión proyectos basado en el PMBOK para reducir los costos y tiempo de ejecución de Proyectos Electromecánicos en una Unidad Minera.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a. Planificar las actividades de la ejecución de los proyectos dentro del cronograma de la gestión de tiempos.
- b. Optimizar la adquisición de materiales y la mano de obra para mantener el equilibrio con los costos de la obra proyectada.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La gestión de proyectos basado en el PMBOK reduce los costos y tiempo de ejecución de proyectos electromecánicos en una unidad minera Raura.

1.6.2.Hipótesis Específicas

- a. La planificación de las actividades de la ejecución de los proyectos asegura el cronograma de la gestión de tiempos.
- b. La optimización de la adquisición de materiales y el pago de mano de obra permite mantener los costos de la obra proyectada.

1.7. Variables e Indicadores

Tabla 2:

Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Operacionalización		Escala de medición
			Dimensiones	Indicadores	
Variable Independiente: Gestión de proyectos basado en el PMBOK	"Conocimientos de gestión de proyectos". Es una guía completa publicada por el Project Management Institute (PMI) que describe la terminología estándar y las pautas para la gestión de proyectos. La Guía del PMBOK cubre procesos, mejores prácticas y técnicas que se consideran esenciales para gestionar proyectos de forma eficaz.	Implementar un enfoque estructurado como el PMBOK para la gestión de proyectos que ayuden a asegurar que se alcancen los objetivos de rentabilidad de manera efectiva.	Gestión de tiempo	Horas de trabajo	USD/Hrs
			Gestión de costo	Recursos	USD
			Planificación del Proyecto	Planificación del Alcance	USD/Hrs
				Planificación del Cronograma	Hrs
				Planificación del costo	USD
				Planificación de Recursos Humanos	USD
Variable Dependiente: Productividad	Es la capacidad de desarrollar tareas en determinado tiempo y con cierta cantidad de recursos asignados que tiene nuestro negocio	Proceso que se lleva a cabo con la intención de minimizar sus gastos e incrementar sus ganancias.	Proyectos ejecutados.	Análisis de Costo-Beneficio	USD
		Es el arte de ser estratégico, efectivo y práctico al momento de ejecutar completamente cada actividad en cada proyecto que se realice.		Optimización de Recursos	USD
				Cumplimiento Cronograma	Hrs

1.8. Unidad de Análisis

La principal unidad de análisis es el área de ejecución de proyectos electromecánicos de la empresa ByV IESEMIN SAC para la unidad minera Raura

1.9. Tipo, enfoque, nivel y diseño de la investigación

De acuerdo con la clasificación la presente investigación es de tipo aplicada pues va a resolver un problema de la realidad aplicando conocimientos científicos disponibles; el enfoque cuantitativo porque se van a analizar información objetiva y manejar cantidades numéricas, se va a plantear y demostrar una hipótesis

El nivel de investigación es descriptivo y explicativo, lo cual se detalla a continuación.

- a) Nivel Descriptivo:** se basa en la medición y observación de las variables para determinar cómo se manifiestan.
- b) Nivel Explicativo:** no solo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta precisar las causas del mismo.

El diseño de la investigación es no experimental debido a que no se manipulan variables en forma deliberada, simplemente se procedió a realizar observaciones de situaciones antes y luego de la investigación.

1.10. Periodo de Análisis

Para el análisis se ha considerado el periodo comprendido entre noviembre del 2021 a setiembre del 2023.

1.11. Fuente de la Información e instrumentos utilizados

- Estadísticas de tiempos de los proyectos, costos (inversión y operación) que se encuentra presente en la empresa.

- Encuesta al personal directamente involucrado en los proyectos de la unidad minera Raura.

1.12. Técnicas de recolección y procesamiento de datos

De acuerdo con el método, y el tipo de investigación, se utilizaron las siguientes técnicas: Análisis documental, entrevistas estructuradas, grupos focales y observación directa.

Revisión documental. - La revisión de documentos fue una de las técnicas más utilizadas, pues la empresa dispone de una base de datos, con información no estandarizada de cada uno de los proyectos. La base de datos se encuentra digital en su mayor parte, pero hay también otra parte en formato impreso. En cada una de las carpetas se pueden encontrar contratos, especificaciones, carteles, aclaraciones condiciones entre otro tipo de información.

Entrevistas. - De acuerdo con Bernal Torres (2010), la entrevista es una “técnica orientada a establecer contacto directo con las personas que se consideren fuente de información. A diferencia de la encuesta, que se ciñe a un cuestionario; la entrevista, si bien puede soportarse en un cuestionario muy flexible, tiene como propósito obtener información más espontánea y abierta. Durante la misma, puede profundizarse la información de interés para el estudio”.

Grupos focales. - Según Monge Álvarez (2011), un grupo focal de discusión es una técnica de obtención de información en estudios sociales, particularmente en investigación cualitativa. Es “focal” porque focaliza su atención e interés en un tema específico de estudio e investigación que le es propio, por estar cercano a su pensar y sentir; y es una “discusión” porque realiza

su principal trabajo de búsqueda por medio de la interacción discursiva y el intercambio de ideas de manera espontánea.

Procesamiento de datos

El análisis documental durante la recolección de datos de las variables estudiadas por medio de fichas de registro y se utilizará Microsoft Excel. Microsoft Excel permitirá realizar análisis exploratorios y preparación de datos de los proyectos realizados en la unidad minera Raura.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1. Marco Teórico

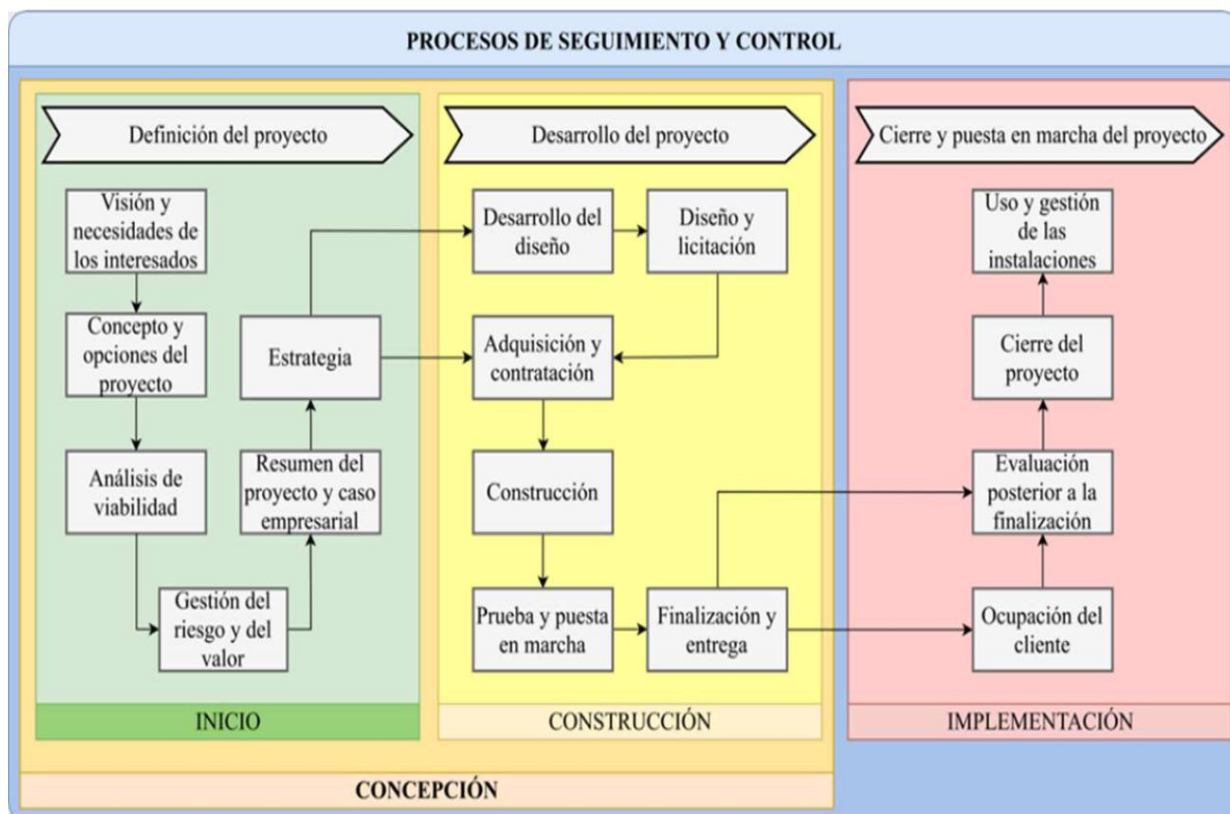
2.1.1. Qué es un proyecto

Un proyecto se define como “un esfuerzo único y temporal de actividades organizadas ejecutadas por un grupo de personas (organizaciones), que se llevan a cabo para alcanzar un objetivo (satisfacer una necesidad), realizadas de acuerdo con un calendario de trabajo dentro de un presupuesto establecido y calidad esperada.” (Administra Proyectos, s.f., párr. 2)

La construcción es una actividad económica centrada principalmente en la etapa final del proceso constructivo, caracterizada por el trabajo físico realizado directamente en el sitio de ejecución. Esta fase no contempla aspectos relacionados con la gestión de proyectos, como la planificación, el diseño, ni tampoco incluye procesos como la extracción, transformación o manejo de materias primas que forman parte del desarrollo de una obra. Las distintas etapas de un proyecto de construcción, representadas en la Ilustración 2, son gestionadas por un gerente de construcción, cuya labor se apoya en la combinación de experiencia profesional, habilidades técnicas y otras capacidades que garantizan una coordinación adecuada y una comunicación eficiente entre los actores involucrados. Entre las fases para el desarrollo de un proyecto se encuentran; definición (Inicio), desarrollo (Construcción), cierre y puesta en marcha del proyecto (Desarrollo); estas fases se subdividen actividades o tareas para la correcta planificación y ejecución del proyecto de construcción (Sarmiento Rojas, Rueda-Varón, & Rincón-González, 2021).

Figura 2:

Proceso para el desarrollo de un proyecto



Fuente: Tomado de Sarmiento-Rojas, Rueda-Varón, & Rincón-González, 2021.

2.1.2. Gerencia de proyectos.

La gerencia de proyectos es el conjunto de conocimientos y acciones estratégicas que se llevan a cabo para la planeación, ejecución y monitoreo de un proyecto.

Se trata de una metodología cada vez mejor valorada por las organizaciones ya que de esta labor depende el cumplimiento de las metas.

2.1.3. Qué es metodología.

La metodología tiene como propósito examinar de manera crítica la estructura lógica de los métodos, su grado de efectividad, el alcance de su aplicación, la solidez de sus fundamentos y la coherencia en la producción de

conocimientos relevantes. En este sentido, su relevancia radica en el estudio sistemático de cada uno de los elementos que integran un método —como los procedimientos, etapas y normas—, orientado al análisis y comprensión integral con el fin de identificar sus fortalezas y debilidades. En otras palabras, la metodología se debe valorar como una disciplina que revisa fundamentos y eficacia de procedimientos de métodos en lo que se basa un trabajo de investigación (Aguilera Hintelholher, 2013).

2.1.4. Qué es la gestión de proyectos Definición y organización

Los proyectos comprenden un conjunto específico de actividades que deben desarrollarse dentro de un período establecido y utilizando recursos limitados. Su propósito es fomentar la innovación y gestionar distintos escenarios de manera estructurada y planificada, contando con la participación de un equipo humano cuyas competencias son fundamentales tanto en el diseño como en la ejecución del proyecto.

La gestión de proyectos se entiende como la integración de métodos, herramientas y recursos humanos orientados a alcanzar un objetivo específico, cumpliendo con parámetros definidos de tiempo, calidad y costo. Esta disciplina se consolida como una función estratégica y de alta importancia dentro de cualquier organización.

La gestión de proyectos se puede estudiar desde elementos básicos que involucra una gestión o desde áreas claves instituidas por organismos internacionales. El Gerente de proyectos es quien facilita, coordina y asume la responsabilidad de ejecución exitosa del proyecto, guiándose de varias metodologías, técnicas o herramientas de control gerencial con el fin de alcanzar

los objetivos trazados (Cruz Montero, Guevara Gómez, Flores Arocutipa, & al., 2020).

2.1.5. Metodologías o procesos ágiles para gestión de proyectos.

Actualmente, a nivel global, las organizaciones establecen como uno de sus principales objetivos alcanzar un nivel óptimo de productividad, buscando reducir al mínimo el consumo de recursos. Asimismo, se proponen cumplir con estándares de calidad acordes a las demandas internacionales, implementando procesos eficientes que permitan entregar productos que satisfagan las expectativas y necesidades de los clientes o usuarios finales. Por esta razón, resulta fundamental desarrollar un método de trabajo orientado a la mejora continua de los procesos clave. El gestionar proyectos exige la ejecución efectiva de procesos de organización, ejecución y revisión (Cruz Montero, Guevara Gómez, Flores Arocutipa, & al., 2020).

2.1.5.1. Agile

Agile no se define propiamente como una metodología, sino más bien como un conjunto de buenas prácticas que pueden adoptarse de manera opcional dentro de una organización. Su aplicación dependerá del tipo de proyectos y del perfil de los empleados, considerando especialmente las relaciones interpersonales y las motivaciones mutuas, las cuales son factores fundamentales para el éxito en la implementación de este enfoque.

Agile se basa en la adaptación de los principios de Scrum, los cuales están detallados en el manifiesto ágil, y define cuatro valores fundamentales que son los siguientes:

- Personas e interacciones sobre procesos y herramientas.

- Un producto funcionando sobre documentación extensiva.
- Colaboración con el cliente sobre negociación contractual.
- Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan.

En síntesis, tanto Scrum como Agile comparten buenas prácticas que incluyen ciclos iterativos continuos mediante reuniones productivas, donde se abordan temas específicos y bien definidos. En este proceso se establece un Producto Mínimo Viable (PMV) que aporte valor adicional, acompañado de un plan de trabajo a corto plazo que permite una rápida adaptación ante cambios en el alcance del proyecto.

Contar con equipos autoorganizados, articulados y con estructura organizativa plana permite que los equipos ágiles asistan reducidamente sin dificultades innecesarias (Arias Bareño, 2020).

2.1.5.2. Metodología en Cascada

La metodología en cascada, también llamada Waterfall o predictiva, fue propuesta en 1970 por Winston W. Royce. Consiste en un proceso lineal que se desarrolla de manera escalonada y secuencial, caracterizándose por su facilidad de implementación.

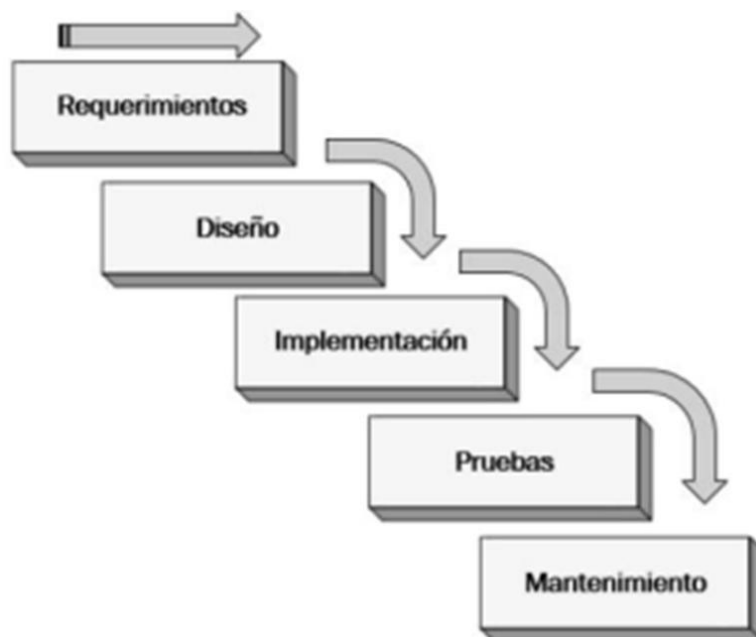
A continuación, se explican las fases de la figura 3:

- **Requerimientos:** Establecimiento de los objetivos del proyecto o etapa y aprobación para su inicio.
- **Diseño:** Elaboración de los planes de gestión.
- **Implementación:** Realización de las actividades planificadas previamente, con el fin de mejorar y completar los entregables.

- Pruebas: Evaluación de las tareas ejecutadas y comparación con las planificadas, aplicando medidas correctivas en caso de detectar desviaciones.
- Mantenimiento: Finalización de la fase o proyecto, que puede ocurrir en tres situaciones: cuando se obtiene la aprobación junto con la entrega de los resultados, cuando no es posible llevar a cabo una o todas las tareas planificadas, o cuando el proyecto deja de ser viable.

Figura 3:

Procesos metodológicos en Cascada.



Fuente: Tomado de Aguirre Barrera & Aguirre Barrera, 2020

Entre los beneficios de la metodología en Cascada destacan su facilidad de gestión, ya que cada etapa cuenta con entregables definidos, lo que facilita un proceso de revisión claro y sencillo. Además, al definir los requerimientos al inicio del proyecto, la planificación y programación se realizan de manera eficiente, lo que la hace especialmente adecuada para proyectos de menor

escala. Esto permite un mejor control del progreso respecto a los hitos establecidos y evita retrasos en la ejecución, dado que el cliente no puede introducir cambios o modificaciones de forma constante durante el desarrollo. Como desventajas de esta metodología se encuentra que no es aplicable para proyectos de mayor magnitud, si desde el inicio los requisitos no son claramente definidos será poco efectivo, y como es una metodología disciplinada y lineal, carece de flexibilidad para adaptarse a acontecimientos inesperados. (Aguirre Barrera & Aguirre Barrera, 2020)

2.1.5.3. Marco Scrum

El término Scrum, que proviene de la palabra “melé”, hace referencia a la cohesión y colaboración estrecha dentro del equipo. Este está conformado por el Product Owner, el Scrum Master y el equipo de desarrollo, quienes trabajan de manera conjunta para alcanzar un objetivo común. Al igual que los jugadores de rugby que se agrupan durante una melé para obtener el balón, el equipo debe mantener una sólida unión para lograr sus metas. En el ámbito de la gestión de proyectos, los objetivos se alcanzan mediante iteraciones denominadas sprints, las cuales permiten a los integrantes monitorear el progreso, comprender claramente los cambios necesarios y superar las dificultades que se presenten.

El método Scrum, de igual forma que cualquier método ágil, se ilustra por respetar a los valores y principios de manifiesto ágil:

- Equipos autoorganizados.
- Roles definidos: Scrum Master, Product Owner, equipo de desarrollo.
- Conjunto de reuniones (diarias, revisión sprint, etc.).

- Presencia constante del cliente.
- Aplicación de mecanismos que favorecen los entregables frecuentes (Sprint).
- Aceptación al cambio (no a cualquier precio).

Scrum es un método y no una metodología porque precisa los conceptos, una dirección, permitiendo a los equipos Scrum autonomía de adaptación e implementación (Subra & Vannieuwenhuyze, 2018).

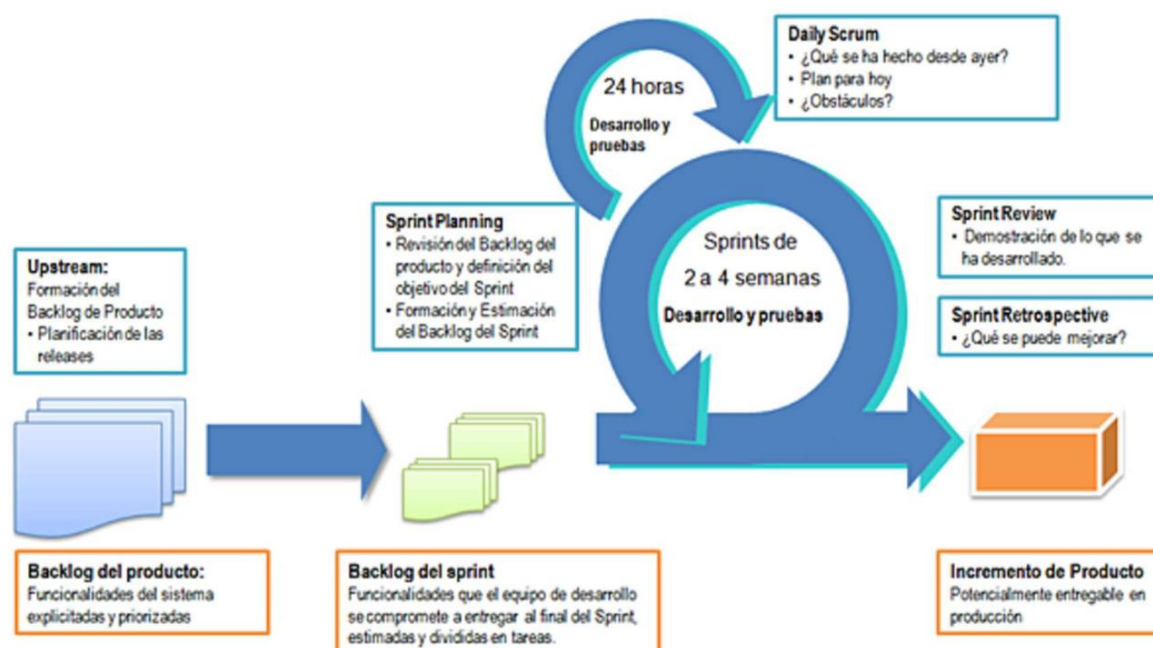
Los autores Subra & Vannieuwenhuyze (2018) en la ilustración 4 detallan en síntesis la funcionalidad del método, para ilustrar el ciclo de vida de Scrum:

- El Product Owner escribe las historias de usuario (User Stories) y las organiza en el Product Backlog, que es una lista de tareas priorizadas.
- Luego, el Product Owner establece la prioridad de las User Stories, organizando así el Product Backlog de manera ordenada.
- Durante las reuniones de planificación del Sprint, el equipo Scrum selecciona las User Stories que abordarán en ese ciclo. Esta selección conforma el Sprint Backlog (lista de tareas), el cual luego es desglosado en tareas específicas por el equipo de desarrollo.
- A continuación, el Sprint inicia y puede tener una duración de 2, 3 o 4 semanas.
- El equipo se reúne cada día para llevar a cabo la reunión diaria denominada Melé.

- Al finalizar el Sprint, se produce un producto que puede ser entregado y que se presenta durante la demostración en la revisión del Sprint.

Figura 4:

Ciclo de vida Scrum



Fuente: Tomado de Subra & Vannieuwenhuyze, 2018

2.1.5.4. Kanban

El sistema Kanban se basa en el control de materiales con el objetivo de que el inventario de productos casi terminados fluya a lo largo de toda la cadena de suministro, desde el cliente hasta los proveedores. Cada proceso dentro de esta cadena debe producir únicamente lo que se requiere en el momento necesario, asegurando además la reposición inmediata de las unidades que se consumen.

Para llevar a cabo la implementación del método Kanban es preciso que la compañía aplique el sistema de control de producción tipo pull, como se ilustra en Ilustración 5, en este sistema se planifica la producción de lo que la compañía

enviará al consumidor, en otras palabras, producir acorde a la demanda; así todo lo que se realice fuera de la planificación se considerará sobreproducción, la cual será origen de desperdicio importante para la compañía (Castellano Lendínez, 2018).

Figura 5:

Sistema de control de producción tipo Pull



Fuente: Tomado Castellano Lendínez, 2018

Para Castellano Lendínez (2018), Kanban está establecido por una serie de principios:

- Visualización: Espacio donde se muestran todas las tareas y su progreso dentro de la cadena de producción, lo que facilita la organización del equipo y permite realizar ajustes cuando sea necesario.
- Calidad: Es fundamental que las actividades se ejecuten correctamente.
- Disminución de los desperdicios: Realizar únicamente lo indispensable y necesario.
- Priorización- flexibilidad: Es necesario establecer un orden de prioridad en las tareas, gestionar el tiempo de manera adecuada y

mantener una secuencia coherente para optimizar el desempeño del equipo.

- En proceso: Implica la constante actualización e innovación de las actividades a llevar a cabo.
- Mejora continua: Los procesos deben perfeccionarse de manera constante y sin descanso, alineándose con los objetivos específicos establecidos.

2.1.5.5. Scrumban

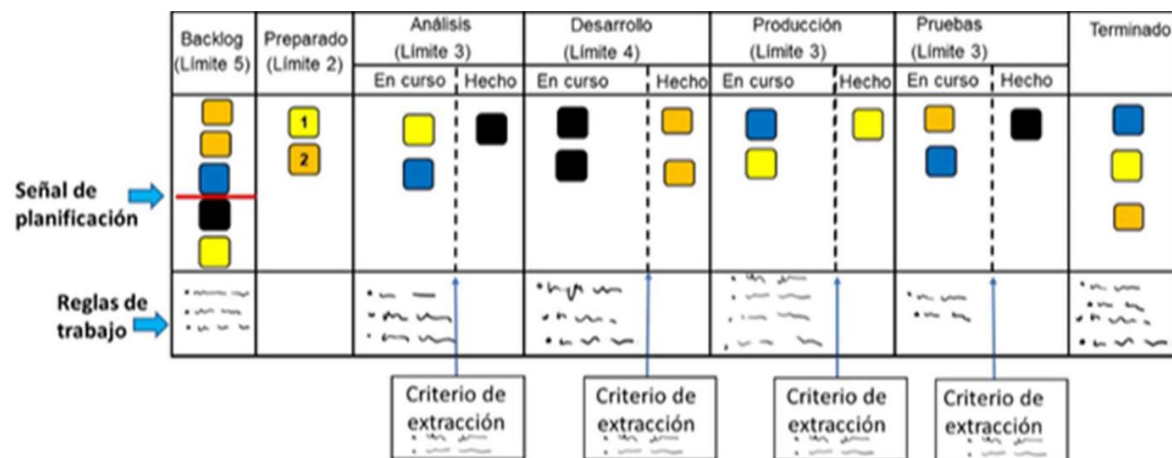
Scrumban es una combinación simplificada de la metodología Scrum y la gestión de proyectos Kanban, que mantiene las reuniones diarias propias de Scrum y utiliza el tablero Kanban. Esta metodología está orientada a realizar proyecto de menor complejidad, donde se podrá visualizar el avance, facilitando el control y seguimiento de tareas asociadas al proyecto (Sangama Oñate, 2020).

Una vez que se han definido las necesidades del proyecto, se extraen las tareas del Product Backlog con el objetivo de mantener un flujo continuo que minimice el desperdicio y evite la creación excesiva de historias de usuario. Al inicio, se pueden emplear diferentes tipos de Sprints de Scrum, como la planificación del Sprint (Sprint Planning), la retrospectiva (Sprint Retrospective) y la revisión (Sprint Review). A medida que el proceso de producción se adapte, se logrará un trabajo alineado con la capacidad del proceso, estableciendo así un flujo continuo. La reunión diaria (Daily Meeting) se realizará únicamente cuando sea estrictamente necesaria y se genere retroalimentación que contribuya a la mejora continua. Los tipos de trabajo se pueden representar por colores de tarjeta, o código de colores como lo muestra la Ilustración 6 y así

distinguir clases de servicio y/o incluir política de los límites de las tareas en proceso para cada tipo de tarjeta; se emplean bloqueadores cuando se debe suspender el trabajo, puesto depende de otras actividades; y sirve para advertir al equipo que existe un impedimento que se resolverá pronto (Fuentes Del Burgo & Sebastián Pérez, 2022).

Figura 6:

Ejemplo de tablero Scrumban



Fuente: Tomado de Fuentes Del Burgo & Sebastián Pérez, 2022

Para el autor Sangama Oñate (2020) las Características de Scrumban son las siguientes:

- Las tareas como un sistema de producción lineal y continuo.
- No se estima el esfuerzo de las tareas.
- Mínimo trabajo en proceso (WIP), y concentración en flujo de tareas.
- Encaminado a equipos con muchas complicaciones.

2.1.5.6. Prince 2

Prince2, conocido en inglés como "Projects in Controlled Environments", es un método de gestión de proyectos desarrollado por la Central Computer and Telecommunications Agency (CCTA) en 1989. Este método es aplicable a proyectos de cualquier tamaño y sector empresarial. Prince2 se basa en principios que contribuyen a la estabilidad y estructura del proyecto, tales como el aprendizaje a partir de la experiencia, la definición clara de roles y responsabilidades, y la gestión por fases o etapas. Esta metodología facilita una gestión de proyectos controlada y manejable, ofreciendo un lenguaje común para todos los participantes, un adecuado manejo de riesgos y una supervisión eficiente del uso de recursos. (Vera & Zapata López, 2021).

Prince2 fue concebido para ser un método escalable y flexible, capaz de ajustarse y adaptarse a las características específicas de cada proyecto. Según la Metodología de Gestión de Proyectos Prince2, los beneficios principales de esta metodología son:

- Coherencia en el enfoque, y definido claramente para la gestión del proyecto.
- Los proyectos se dividen en etapas, donde se facilita la administración y ejecución.
- Plan detallado de actividades.
- Revisión de cada etapa.
- Control de gestión para evitar desviaciones del plan inicial.
- Comunicación idónea dentro de la organización.

- Registros de eventos que permita al equipo a mejorar el rendimiento en proyectos futuros.
- Excelente calidad de producto final.

Prince2 se fundamenta en principios, como se muestra en la Ilustración 7, que son universales y aplicables a cualquier tipo de proyecto. Estos principios son autoevaluables, ya que han sido puestos en práctica durante muchos años, brindando confianza y orientando la manera en que se gestionará el proyecto. Estos principios se definen como filosofía extensa que guía a una organización en cualquier circunstancia (Modesto Iregui, 2021).

Figura 7:

Siete principios de Prince 2.

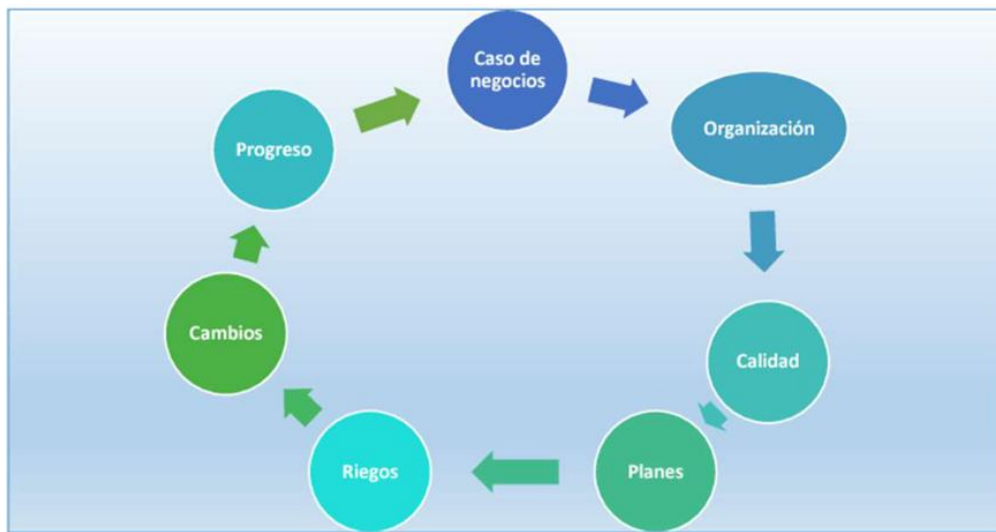


Fuente: Tomado de Modesto Iregui, 2021

Prince2 incluye además 7 temas integrados, presentados en la Ilustración 8, los cuales deben ser abordados de manera continua, ya que describen aspectos fundamentales para la gestión eficaz de proyectos.

Figura 8:

Siete Temas de Prince 2.



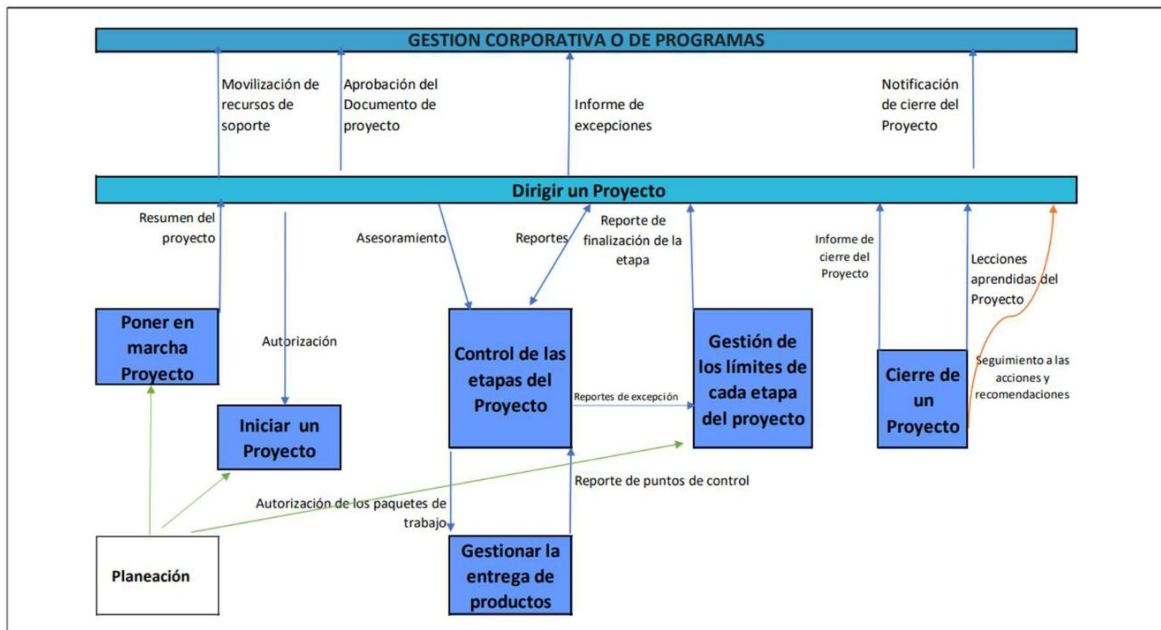
Fuente: Tomado de Modesto Iregui, 2021

Finalmente, según lo indicado en la Ilustración 9, Prince2 incorpora siete procesos que organizan las actividades esenciales para la administración, gestión y ejecución efectiva de un proyecto, los cuales son:

- Poner en Marcha un proyecto
- Dirigir un proyecto
- Iniciar un proyecto
- Control de etapas
- Gestión de la entrega de Productos
- Gestión de Límites para cada etapa
- Cierre del Proyecto

Figura 9:

Siete Procesos de Prince 2.



Fuente: Tomado de Modesto Iregui, 2021

2.1.5.7. Last Planner® System (LPS)

Pons y Rubio (2019) describen el LPS como un sistema diseñado para la planificación y control de la producción en proyectos de construcción. Este sistema, creado inicialmente por Glenn Ballard y Greg Howell a mediados de la década de 1990, se ha consolidado como una herramienta fundamental para la implementación de la filosofía Lean Construction en dichos proyectos, funcionando además como un modelo de planificación Pull y colaborativa.

En 1999, Lauri Koskela propuso los principios de un sistema para el control de la producción en la construcción. Según Koskela, existen cinco principios que se alinean con los establecidos por el Last Planner® System:

- El trabajo no debe comenzar hasta que se disponga de todos los materiales, herramientas y elementos necesarios para su ejecución. Por esta

razón, este principio busca reducir al mínimo la realización de tareas en condiciones deficientes, una situación común en la gestión tradicional de la construcción.

- La realización de las tareas se monitorea y documenta para poder llevar un control adecuado. Se emplea el Porcentaje del Plan Completado (PPC), que se calcula como la cantidad de actividades previstas y terminadas dividida entre el total de actividades programadas.

- Se analizan las causas que impiden la realización de alguna actividad o tarea, promoviendo la mejora continua a lo largo del proceso mediante la aplicación del ciclo de Deming PDCA (Plan-Do- Check-Act).

- Es importante mantener una lista de tareas claras y conocidas por todo el equipo. Si alguna tarea asignada resulta imposible de ejecutar, el equipo debe poder cambiar fácilmente a otra actividad. Este principio es fundamental para evitar pérdidas en la productividad.

- Se opera bajo un sistema Pull que garantiza la disponibilidad anticipada de recursos para la asignación y ejecución eficiente de las actividades. Este enfoque asegura que los materiales estén disponibles en las cantidades necesarias, en el lugar y momento adecuados, facilitando así una planificación predictiva a mediano plazo.

El Last Planner® System puede entenderse como un método que convierte “lo que debería hacerse” por “lo que se puede hacer”, creando así un Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE) que se integra en los planes de trabajo semanales.

Según la Ilustración 10, el LPS integra las etapas de “lo que debería hacerse”, “lo que se hará” y “lo que se pudo hacer realmente” en la asignación de tareas y planificación, con el propósito de asegurar un flujo de trabajo confiable y promover un aprendizaje ágil.

Figura 10:
Esquema del DEBE-SE HARÁ-SEPUEDE



Fuente: Tomado de Pons & Rubio (2019)

En la Tabla 3 se observa la correspondencia entre las fases “DEBE”, “SE HARÁ” y “SE PUEDE” con las distintas etapas de planificación dentro de la metodología Last Planner® System.

Tabla 3:
Relación entre el DEBE- SE HARÁ- SE PUEDE y las fases de planificación del LPS

RELACIÓN ENTRE EL DEBE-SE HARÁ-SE PUEDE Y LAS FASES DE PLANIFICACION DEL LPS		
Debería	PROGRAMA MAESTRO	Establecer hitos y primeros acuerdos.
	PLANIFICACIÓN POR FASES	Especificar entregables y fecha de cada equipo/sector.
Se puede	PLANIFICACIÓN INTERMEDIA	Preparar trabajo, identificando restricciones y gestionando su liberación
Se hará	PLANIFICACIÓN SEMANAL	Establecer compromisos de avance para el período
Se hizo	APREDIZAJE	Medir porcentajes de cumplimiento de compromisos del período (avance y gestión).
		Actuar sobre causas de no cumplimiento.

Fuente: Adaptado de Pons & Rubio (2019)

Entre los beneficios de aplicar la metodología Last Planner® System se destacan los siguientes:

- Disminución de costos y cumplimiento del presupuesto establecido.
- Incremento en la productividad, así como en la seguridad y calidad de las labores realizadas.
- Ambiente que fomenta la mejora continua y el aprendizaje constante.
- Integración efectiva del equipo de trabajo, subcontractistas y demás participantes.
- Incremento en la satisfacción tanto de clientes internos como externos.

2.1.5.8. PMBOK 7ma edición - Project Management Institute (PMI)

El PMBOK es una guía metodológica que describe las actividades, procedimientos y fases de un proyecto. Actualmente está vigente su séptima edición, la cual incluye lo siguiente:

- Normas para la gestión de proyectos, organizadas en tres partes: una introducción, el sistema de entrega de valor y doce principios fundamentales para la dirección de proyectos.
- La guía PMBOK (Project Management Body of Knowledge) está estructurada en cuatro secciones: introducción, dominio del desempeño del proyecto, adaptación, y modelos, métodos y artefactos.

La guía puede aplicarse en todo tipo de industrias, independientemente del tamaño del proyecto o su ubicación; sin embargo, es fundamental determinar qué enfoque de gestión se utilizará: predictivo, híbrido o adaptativo. En comparación con la sexta edición, la actualización más relevante es el énfasis en la entrega de valor, promoviendo el trabajo colaborativo mediante la metodología más adecuada que aporte valor al proyecto.

PMBOK® es una guía que abarca buenas prácticas para la gestión de proyectos, es considerado un estándar de la American National Standards Institute (ANSI), la última versión esta es la 7ma edición en donde se modifican y actualizan algunos fundamentos bajo las cuales están escritas las versiones anteriores, sobre toda la 6ta edición que se clasifica en procesos en cinco grupos y se menciona diez áreas de conocimiento (Castro Fierro, 2021).

Según el Project Management Institute (2021), los doce principios de la séptima edición del PMBOK se enumeran sin un orden específico, ya que están interrelacionados entre sí:

- Ser un administrador diligente, respetuoso y cuidadoso.
- Crear un entorno colaborativo del equipo del proyecto.
- Involucrarse eficazmente con los interesados.
- Enfocarse en el valor.
- Reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema.
- Demostrar comportamiento del liderazgo.
- Adaptar en función del Contexto.

- Incorporar la calidad en los procesos y los entregables.
- Navegar en la complejidad.
- Optimizar la respuesta a los riesgos.
- Adoptar la adaptabilidad y la resiliencia.
- Permitir el cambio para lograr el estado futuro previsto.

Por otra parte, el PMBOK identifica ocho dominios de desempeño que son esenciales para la entrega efectiva de resultados y que operan como un sistema integrado. Estos son:

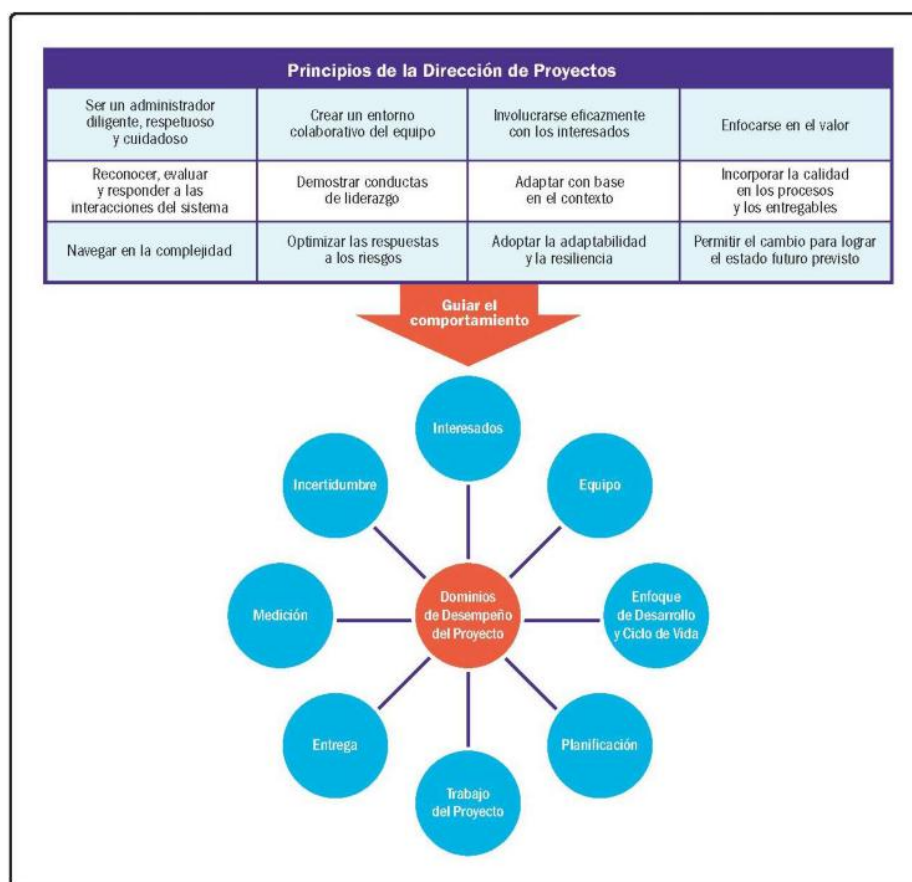
- Interesados.
- Equipos.
- Enfoque de desarrollo y ciclo de vida.
- Planificación.
- Trabajo del Proyecto.
- Entrega.
- Métricas.
- Incertidumbre.

Las actividades específicas que se llevan a cabo en cada uno de los dominios de desempeño varían según el tipo de organización y proyecto, los entregables establecidos, el equipo de trabajo, los interesados y otros factores relevantes.

Existe una relación entre los principios y los dominios (Ilustración 11), el primero es una guía para el comportamiento de las personas involucradas y estos dan forma a los dominios de desempeño para producir los resultados previstos.

Figura 11:

Relación entre los principios de la Dirección de Proyectos y los dominios de Desempeño del Proyecto



Fuente: Tomado de Project Management Institute, 2021

2.1.6. Productividad en proyectos de construcción

Paz y Gómez (2012) definen la productividad como un índice que establece la relación entre lo realmente producido (resultado o producto) y los recursos empleados

(insumos o entradas). Aunque medir la producción puede ser una tarea sencilla, existen ciertos errores comunes en su medición, entre los cuales se encuentran:

- Las especificaciones de los productos pueden cambiar, mientras que la cantidad de insumos o entradas puede mantenerse constante.
- Factores externos pueden provocar una variación, ya sea aumento o disminución, en la productividad, lo que implica que el sistema no siempre es directamente responsable.

Por esta razón, el administrador del proyecto, encargado de medir la productividad, debe implementar herramientas o técnicas que faciliten alcanzar un rendimiento óptimo, además de registrar adecuadamente los datos necesarios para monitorear el avance del proyecto.

La eficiencia, el aprovechamiento, el rendimiento y la rentabilidad evalúan el nivel de utilización de la mano de obra, el capital y la materia prima, es decir, la relación entre la producción real obtenida de cada recurso y la producción esperada.

La eficiencia: es una medida que indica el nivel de uso de la mano de obra, la cual puede expresarse mediante la relación entre la cantidad o el tiempo efectivamente producido.

$$Eficiencia = \frac{Recursos\ programados}{Recursos\ gastados}$$

Rendimiento: es una medida correspondiente al grado de utilización del capital.

$$Productividad\ Total = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Estándar} = \frac{Consumo\ Estándar}{Consumo\ Real}$$

Aprovechamiento: es una medida correspondiente al grado de utilización de materiales y materia prima.

$$Aprovechamiento = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Estándar} = \frac{Tiempo\ Estándar}{Tiempo\ Real}$$

Rentabilidad: es la proporción entre la ganancia obtenida y el valor de los activos utilizados para generar dicha ganancia.

Existen diversos factores que afectan de manera negativa la productividad en los proyectos de construcción, entre los cuales se encuentran:

- Deficiencias en las especificaciones y errores presentes en los diseños.
- Cambios en el diseño durante la fase de ejecución del proyecto.
- Supervisión insuficiente del personal trabajador.
- Exceso de trabajadores concentrados en una misma área.
- Elevada rotación del personal laboral.
- Alta incidencia de accidentes laborales debido a las insuficientes condiciones de seguridad industrial.
- Organización deficiente en la estructura de las cuadrillas de trabajo.
- Asignación incorrecta o mal manejo de los materiales en la obra.
- Insuficiencia o carencia de los materiales necesarios.

- Deficiencia en el abastecimiento de equipos y herramientas.
- Terreno con características complejas que dificultan el avance de la obra.
- Control de calidad deficiente o insuficiente.
- Condiciones climáticas y ambientales adversas en el sitio de construcción.

Considerando los factores que afectan negativamente la productividad, el gerente de proyectos debe implementar acciones correctivas para resolver los problemas detectados durante la ejecución de la obra. Para ello, se sugiere seguir el ciclo de mejora continua de la productividad, tal como se muestra en la figura 12:

Figura 12:

Ciclo de Mejoramiento de la Productividad



Fuente: Tomado de Botero Botero & Eugenia, 2014

Para mejorar la productividad es necesario llevar a cabo diversas actividades a lo largo de las diferentes etapas del proyecto.

- Medición de la productividad: Se recopilan y procesan datos mediante herramientas estadísticas, utilizando formatos

específicos denominados formularios de muestreo general de trabajo para registrar la información.

- Evaluación de la productividad: Tras recopilar los datos de medición, se analiza la situación actual del proyecto para detectar posibles problemas, lo que permite definir un plan de acción basado en la valoración de diversas alternativas.
- Implementación de planes de mejora: se diseñan estrategias y acciones para el mejoramiento, realizando un seguimiento constante para evaluar su efectividad y los resultados obtenidos.

Los objetivos al implementar el sistema de medición de productividad son los siguientes:

- Realizar una evaluación objetiva del desarrollo del proyecto.
- Emplear el ciclo de mejora continua como referencia para las etapas subsecuentes del proceso constructivo
- Llevar a cabo un análisis de tendencias con el objetivo de proyectar resultados aplicables a futuras construcciones y a la finalización de la obra en curso
- Establecer porque una actividad u obra es más productiva que otras similares (Botero Botero & Eugenia, 2014).

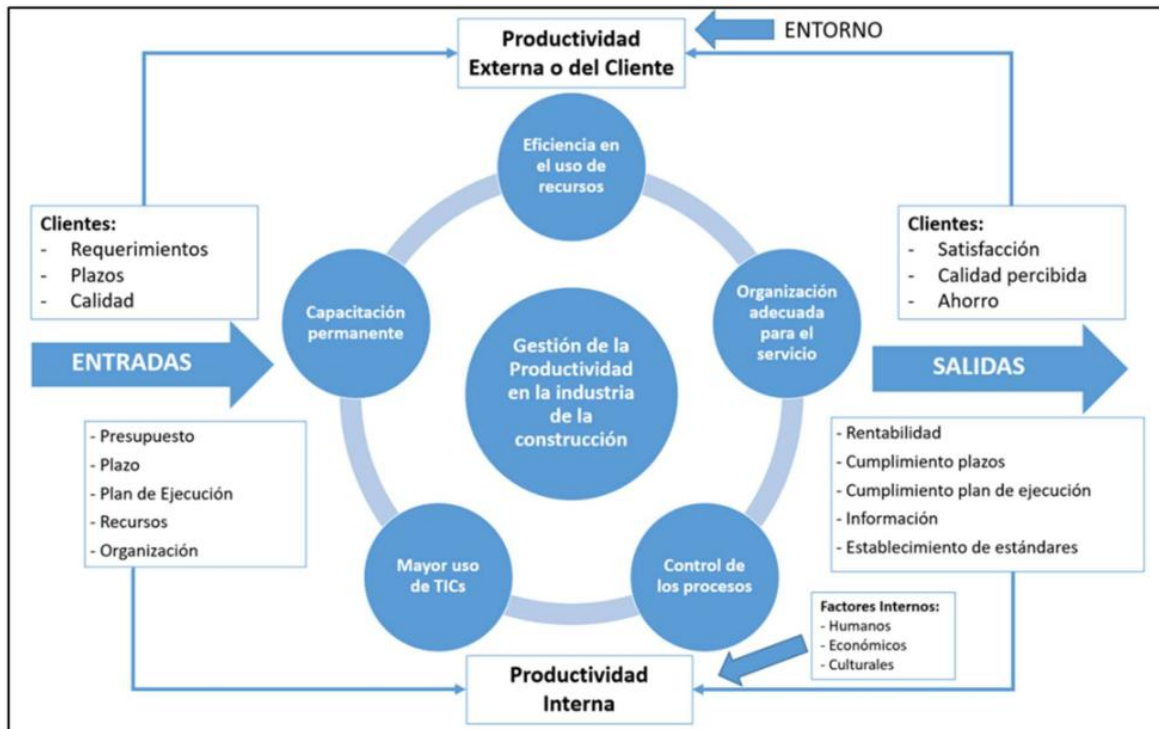
Una correcta gestión de la productividad (figura 13) permitirá contar con resultados positivos a una compañía puesto permitirá:

- Mejor posicionamiento en el mercado.

- Satisfacción de sus clientes.
- Ahorro significativo

Figura 13:

Gestión de la Productividad en la industria de la construcción



Fuente: Tomado de Saldivia Saldías, 2022

2.1.6.1. KPI para medir productividad

Los KPI (Indicadores Clave de Desempeño, por sus siglas en inglés Key Performance Indicators) son métricas fundamentales que permiten evaluar aspectos esenciales relacionados con las actividades operativas de una organización. Su propósito principal es medir el nivel de cumplimiento de los objetivos establecidos, siendo herramientas clave para el éxito en la gestión empresarial.

Es posible establecer indicadores de desempeño para diversos aspectos clave de la actividad empresarial, siempre que estos puedan ser cuantificados. Entre las áreas susceptibles de medición se encuentran las dimensiones económicas, financieras, de producción, calidad, logística, así como aquellas relacionadas con la atención y el servicio al cliente.

2.1.6.2. Características de un indicador

Medición: Implica analizar la condición presente de una variable o dimensión de estudio durante un periodo de tiempo específico.

Comunicación: Facilita el acceso a información precisa, fundamental para la toma de decisiones en situaciones críticas o determinantes.

Simplificación: Se debe reducir a una sola dimensión, no debe abarcar más de una al mismo tiempo (Villavicencio Reyes, 2021).

2.2. Marco Conceptual

a) Productividad

La productividad se define como la proporción entre los bienes o servicios generados por un trabajador y los recursos utilizados para lograr dicha producción. Esta métrica representa un indicador de eficiencia que puede aplicarse tanto a una empresa específica como a una economía en general. En este contexto, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) señala que la productividad laboral evalúa la eficiencia con la que un país emplea sus materias primas para producir bienes y servicios, sirviendo como un indicador del crecimiento económico, la competitividad y el nivel de vida en dicha nación.

b) Planeación

Es un proceso ordenado que inicia con la identificación de una necesidad, para luego diseñar la forma más adecuada de abordarla, dentro de un marco estratégico que posibilita la definición de prioridades y la determinación de los principios funcionales.

c) Recursos humanos

Se refiere al grupo de individuos que trabajan en una empresa, desempeñándose en distintas áreas y departamentos. Gracias a sus competencias y funciones, las organizaciones pueden alcanzar sus objetivos empresariales. Es importante destacar que el recurso más valioso de una empresa no son sus instalaciones ni su maquinaria, sino su capital humano.

d) Gestión de costos

Es el conjunto de actividades destinadas a estimar, planificar y supervisar los gastos asociados a un proyecto. Generalmente, este proceso se inicia durante las etapas de planificación y arranque del proyecto.

e) Gestión de cronograma

Consiste en la planificación y supervisión del tiempo asignado a actividades específicas, con el objetivo de optimizar la eficiencia y aumentar la productividad.

f) Eficiencia

Se define como la habilidad de un individuo o proceso para emplear de manera óptima los recursos disponibles, realizando únicamente las acciones necesarias para alcanzar los objetivos establecidos. En el contexto empresarial,

la eficiencia implica la capacidad de mejorar el uso de los recursos con el fin de cumplir los objetivos organizacionales.

CAPITULO III

Desarrollo del trabajo de investigación

En este capítulo se organizó en fases para facilitar la comprensión del avance y la integración de áreas clave como la gestión de costos, tiempo, riesgos y calidad.

3.1. Análisis de Indicadores

El análisis inicial del desempeño se basó en indicadores clave que evidencian las áreas de mejora:

- **SPI (Schedule Performance Index):** Con un valor de 0.80, este indicador muestra retrasos significativos en el cronograma de los proyectos, reflejando problemas en la planificación y ejecución de actividades.
- **CPI (Cost Performance Index):** También con un valor de 0.80, indica que la empresa incurre en sobrecostos debido a un uso ineficiente de los recursos disponibles.
- **Cumplimiento de Cronogramas:** Solo el 70% de las actividades programadas se completan dentro del tiempo previsto, lo que afecta la entrega oportuna de los proyectos.

Estos indicadores resaltan la necesidad urgente de implementar una gestión estructurada y eficiente basada en estándares internacionales como el PMBOK para optimizar los recursos y mejorar la productividad.

3.2. Metodología Aplicada

3.2.1. Enfoque de Trabajo

Se utilizó un enfoque cuantitativo y descriptivo, orientado a analizar la situación actual de la empresa y evaluar el impacto de la implementación de estrategias basadas en las buenas prácticas del PMBOK (7ª edición). Este enfoque permitió identificar problemas, proponer soluciones estructuradas y medir resultados de forma precisa. La metodología se organizó en fases: diagnóstico, planificación, implementación y evaluación.

3.2.2. Instrumentos y Herramientas

1) Revisión Documental:

- a. Se recopiló información histórica de proyectos anteriores, incluyendo contratos, cronogramas y presupuestos.
- b. Se analizó la documentación existente para identificar patrones de ineficiencia y áreas de mejora.

2) Encuestas y Entrevistas:

- a. Se realizaron entrevistas estructuradas con ingenieros, técnicos y personal administrativo para conocer sus percepciones sobre los procesos actuales.
- b. Las encuestas se diseñaron para evaluar el nivel de satisfacción y las principales dificultades enfrentadas por el equipo.

3) Software de Gestión:

- a. MS Project: Utilizado para elaborar cronogramas detallados, definir dependencias entre actividades y establecer rutas críticas.

- b. Microsoft Excel: Aplicado para el análisis de costos, seguimiento de presupuestos y cálculo de indicadores clave como el SPI y CPI.
- c. Herramientas Complementarias: Se exploró el uso de software específico como Primavera P6 para proyectos futuros.

4) Análisis de Riesgos:

- a. Se emplearon matrices cualitativas y cuantitativas para categorizar los riesgos en función de su impacto y probabilidad.
- b. Se utilizó el registro de riesgos para documentar estrategias de mitigación y seguimiento.

5) Herramientas de Visualización:

- a. Diagramas de Gantt: Para representar visualmente los cronogramas.
- b. Diagramas de Ishikawa: Para analizar las causas de las problemáticas identificadas.
- c. Gráficos de barras y líneas: Para comparar indicadores clave antes y después de la implementación.

Esta combinación de herramientas permitió una gestión integral de los datos, facilitando la toma de decisiones informada y la presentación de resultados claros y medibles.

3.3. Desarrollo por Fases

Fase 1: Diagnóstico y Planificación

Acta de Constitución del Proyecto

El Acta de Constitución es un documento clave que formaliza la creación del proyecto y establece los parámetros iniciales para su desarrollo. Este documento incluye:

- **Objetivos del Proyecto:** Alcanzar una reducción de sobrecostos y tiempos mediante la implementación del PMBOK.
- **Alcance:** Se delimitan las actividades incluidas, como capacitación del personal, rediseño del flujo de compras y estandarización de procesos.
- **Recursos Necesarios:** Identificación del presupuesto preliminar, materiales, herramientas, y personal requerido.
- **Roles y Responsabilidades:** Definición del Project Manager, equipo técnico y otras partes interesadas.
- **Cronograma Inicial:** Fecha de inicio y finalización estimadas.

Esta acta fue firmada por los principales interesados, lo que permitió establecer un marco claro de responsabilidades y objetivos alineados con las necesidades de la empresa.

Identificación de Riesgos

Se utilizó una matriz cualitativa y cuantitativa para identificar y clasificar los riesgos en tres categorías principales:

- **Operativos:** Incluyen la falta de materiales, errores técnicos y fallas en la coordinación de actividades.
- **Financieros:** Riesgos relacionados con desvíos presupuestarios y costos adicionales no planificados.
- **Humanos:** Baja capacitación, rotación de personal y problemas de comunicación interna.

Cada riesgo fue evaluado según su probabilidad de ocurrencia e impacto potencial, asignando una puntuación que permitió priorizar las acciones de mitigación.

Creación de Cronogramas

Se elaboró un cronograma inicial utilizando la EDT (Estructura de Descomposición del Trabajo), que descompone el proyecto en actividades manejables. Este cronograma fue diseñado en MS Project e incluyó:

- **Secuencias de Actividades:** Identificación de dependencias entre tareas y establecimiento de una ruta crítica.
- **Asignación de Recursos:** Recursos humanos, materiales y tiempo necesarios para cada actividad.
- **Reservas de Gestión:** Tiempo adicional para abordar posibles retrasos.

Esto permitió establecer un control claro sobre las actividades críticas y evitar desviaciones significativas en el cronograma.

Fase 2: Implementación de Estrategias

Capacitación del Personal:

Se desarrollaron talleres dirigidos a diferentes niveles del personal para fortalecer sus competencias:

- **Gestión de Proyectos:** Capacitación en metodologías ágiles y lineamientos del PMBOK.
- **Uso de Herramientas Tecnológicas:** Entrenamiento en software como MS Project y Excel avanzado para gestión de proyectos.
- **Técnicas de Seguridad y Salud:** Formación en prácticas seguras para prevenir accidentes en el lugar de trabajo.

Esta capacitación permitió al equipo mejorar su productividad, reducir errores y alinear sus actividades con los objetivos del proyecto.

Optimización de Recursos:

Se rediseñó el flujo de compras para minimizar tiempos de espera y mejorar la eficiencia logística. Esto incluyó:

- **Creación de una Base de Datos de Proveedores:** Lista actualizada con contactos, precios y condiciones de entrega.
- **Negociación con Proveedores Clave:** Acuerdos para garantizar la disponibilidad de materiales críticos.

- **Planeación Justo a Tiempo:** Reducción del inventario excesivo y compras anticipadas de materiales esenciales.

Estas estrategias aseguraron que los recursos estuvieran disponibles en el momento adecuado, evitando interrupciones en el flujo de trabajo.

Control de Costos:

Se elaboró un presupuesto detallado con costos actualizados, considerando:

- **Costos Directos:** Materiales, mano de obra y equipos.
- **Costos Indirectos:** Gastos administrativos y generales.
- **Contingencias:** Reservas económicas para riesgos identificados.

Este enfoque permitió establecer un control financiero sólido, evitando sobrecostos y asegurando el cumplimiento del presupuesto.

Fase 3: Monitoreo y Control

Seguimiento de Indicadores

Se implementó un sistema de monitoreo periódico de indicadores clave como el SPI (Schedule Performance Index) y CPI (Cost Performance Index). Esto incluyó:

- **Revisión Semanal:** Comparación del progreso real frente al planificado.
- **Informes de Desempeño:** Reportes detallados sobre avances, desviaciones y acciones correctivas.

Este monitoreo permitió tomar decisiones informadas y garantizar que el proyecto se mantuviera en curso.

Reunión Semanal

Se establecieron reuniones semanales con el equipo de trabajo para:

- Revisar los avances y resolver bloqueos.
- Ajustar estrategias según las necesidades emergentes.
- Fomentar la comunicación entre áreas, mejorando la coordinación y colaboración.

Registro de Lecciones Aprendidas

Durante todo el proyecto, se documentaron errores y aciertos para crear un repositorio de lecciones aprendidas. Esto incluyó:

- **Errores Comunes:** Identificación de fallas recurrentes para evitarlas en proyectos futuros.
- **Buenas Prácticas:** Estrategias que demostraron ser efectivas y que pueden estandarizarse.

Este registro se convirtió en una herramienta clave para la mejora continua de los procesos internos de la empresa.

Fase 4: Evaluación de Resultados

Comparación de Indicadores

La implementación de las estrategias basadas en el PMBOK permitió observar mejoras significativas en los indicadores clave del proyecto:

- **SPI (Schedule Performance Index):** Incrementó de 0.80 a 0.98, lo que refleja una mejora considerable en la adherencia a los cronogramas establecidos.
- **CPI (Cost Performance Index):** Aumentó de 0.80 a 0.99, evidenciando un uso mucho más eficiente de los recursos financieros.

Cumplimiento del Cronograma

El cumplimiento de las actividades dentro del plazo planificado aumentó del 70% al 92%, gracias a:

- La planificación detallada y uso del cronograma elaborado en MS Project.
- La identificación y mitigación de riesgos que reducían los retrasos en las actividades clave.

Esto asegura una entrega más oportuna de los proyectos, fortaleciendo la confianza del cliente.

Reducción de Sobrecostos

La desviación promedio en los costos disminuyó del 20% al 5%, lo que se logró mediante:

- La creación de presupuestos detallados y realistas.
- La optimización de recursos y un mejor control de los costos indirectos y directos.

Este logro evidencia un uso eficiente del presupuesto asignado y una planificación financiera efectiva.

3.4. Resultados Obtenidos

3.4.1. Impacto en la Productividad

Incremento del Cumplimiento de Entregables

La implementación del PMBOK garantizó que los proyectos se entregaran con menor incidencia de retrasos, aumentando la productividad general del equipo.

- Se eliminó el tiempo ocioso del personal en un 80%, al sincronizar mejor las actividades con los recursos disponibles.
- El control constante mediante indicadores clave permitió ajustes oportunos durante la ejecución.

Mejora en los Procesos Internos

- Se estandarizaron procesos mediante herramientas y metodologías claras.
- La capacitación del personal técnico y administrativo impulsó la eficiencia operativa.

3.4.2. Rentabilidad del Proyecto

Relación Beneficio/Costo

El análisis financiero mostró una relación beneficio/costo de 1.35, lo que indica que cada sol invertido generó S/. 0.35 de ganancia adicional.

- Este indicador confirma la viabilidad de las estrategias implementadas.
- La reducción de sobrecostos y tiempos permitió liberar capital para futuras inversiones.

Incremento en la Rentabilidad

- El uso eficiente de recursos humanos, tecnológicos y materiales contribuyó a maximizar las utilidades.
- Se optimizó la relación entre los costos de ejecución y el valor entregado al cliente.

3.4.3. Satisfacción del Cliente

Aumento en la Confianza del Cliente

- La entrega de proyectos dentro del plazo y presupuesto establecido fortaleció la percepción positiva de la empresa.
- La mejora en la calidad de los entregables impulsó la fidelización de clientes existentes.

Incremento en la Posibilidad de Contratos Futuros

- La reputación de la empresa se fortaleció, aumentando las oportunidades de adjudicación de nuevos proyectos.
- Los clientes destacaron la profesionalidad y eficiencia en las evaluaciones de proyectos concluidos.

3.5. Resultado

3.5.1. Resultado del Objetivo General

Se logró la implementación de gestión de proyectos basada en el PMBOK (7ª edición), lo que permitió una reducción significativa en costos y tiempos de ejecución de los proyectos electromecánicos. Los principales beneficios fueron:

- Reducción promedio de costos: Se logró disminuir los costos operativos en un 18%, optimizando el uso de recursos materiales y humanos.
- Disminución de tiempos: Los cronogramas de ejecución mostraron una mejora del 22%, cumpliendo con los hitos planificados en los proyectos piloto.

- Mejora en la satisfacción del cliente: Los proyectos se entregaron dentro de los plazos establecidos, con calidad conforme a los requisitos iniciales, aumentando en un 15% el índice de satisfacción de los stakeholders.

3.5.2. Resultados de los Objetivos Específicos

a. Planificación de las actividades dentro del cronograma de la gestión de tiempos y registro de indicadores para mejorar la eficiencia de los proyectos

El uso de herramientas del PMBOK, como el método del camino crítico (CPM) y la descomposición del trabajo (WBS), optimizó la planificación de actividades.

Se desarrollaron indicadores clave de desempeño (KPIs) que permiten evaluar y controlar la eficiencia de los proyectos en tiempo real. Los indicadores establecidos

Los resultados destacados incluyen:

- Reducción de actividades críticas: La identificación precisa de las actividades críticas disminuyó los tiempos de ejecución en un 12%.
- Mayor control en hitos: Se cumplió con el 95% de los hitos establecidos dentro del cronograma, frente al 78% previo a la implementación.
- Uso de software de gestión: La adopción de herramientas como MS Project permitió un monitoreo constante del progreso, facilitando el control de tiempos.
- Índice de cumplimiento del cronograma (SPI): Incrementó de 0.78 a 0.92 al implementar el PMBOK, acercándose a un rendimiento óptimo.

- Índice de costo (CPI): Se mejoró de 0.80 a 0.95, evidenciando una mejor relación entre costos reales y planificados.
- Porcentaje de avance físico vs. programado: Permitió identificar retrasos tempranos y tomar acciones correctivas oportunas.

b. Optimización de la adquisición de materiales y mano de obra

Se implementaron estrategias para mejorar la gestión de adquisiciones y recursos humanos, alineadas con el PMBOK:

- Planificación de adquisiciones: La implementación de un sistema de compras anticipadas redujo en un 14% los costos asociados a la adquisición de materiales.
- Capacitación del personal: Se establecieron programas de capacitación específicos para los equipos, mejorando su productividad en un 20%.
- Análisis de proveedores: Se desarrolló un sistema de evaluación y selección de proveedores, reduciendo los costos de insumos en un 8%.

3.6 Planificación de la Gestión del Proyecto (PMBOK)

La implementación de la metodología PMBOK permitió la planificación en los proyectos de ByV ISEMIN SAC, estableciendo procesos claros y definidos en los dominios de desempeño:

- Alcance: Se definieron entregables claros y se creó una Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT).
- Tiempo: Se elaboró un cronograma detallado con la identificación de actividades críticas mediante el uso de diagramas de Gantt.

- Costo: Se realizó un presupuesto base, asegurando la precisión de las estimaciones iniciales.
- Recursos: Se optimizó la asignación de personal y materiales mediante una matriz de asignación de responsabilidades.

El impacto de esta planificación se observó en la disminución de tiempos improductivos y una mayor coordinación entre las áreas involucradas.

Tabla 4:

Distribución de Recursos Antes y Después de la Implementación del PMBOK

Categoría	Antes (%)	Después (%)
Mano de Obra	70	85
Materiales Disponibles	60	90
Tiempos de Espera	40	10

3.6.1. Indicadores de Mejora Propuesta

Tras la implementación de la metodología PMBOK, se establecieron los siguientes indicadores clave para medir el desempeño:

- Cumplimiento de Cronogramas: Incrementó del 70% al 92%.
- Reducción de Sobrecostos: Bajó del 20% al 5%.
- Productividad General: Mejoró del 85% al 95%.

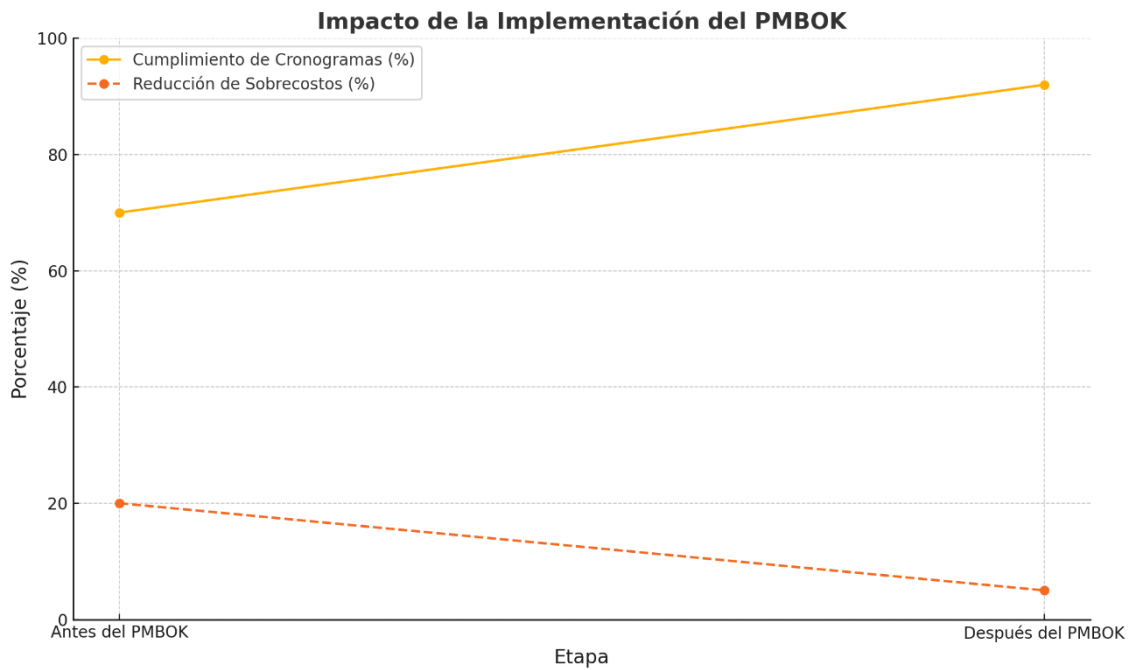
Tabla 5:

Comparación de Indicadores Antes y Después de PMBOK

Indicador	Antes (%)	Después (%)
Cumplimiento de Cronogramas	70	92
Reducción de Sobrecostos	20	5
Productividad General	85	95

Figura 14:

Indicadores de Mejora Propuesta



3.7. Resultados y Análisis de la Gestión del Riesgo

3.7.1 Identificación de Riesgos

En la gestión de proyectos electromecánicos, se identificaron los siguientes riesgos principales:

- **Riesgos Operativos:** Fallas en el suministro de materiales, maquinaria no calibrada, y errores en la ejecución de tareas.

- Riesgos de Planificación: Actividades mal programadas, cronogramas incompletos, y dependencias no consideradas.
- Riesgos Financieros: Incremento en costos de materiales y retrasos que afectan el presupuesto.
- Riesgos Humanos: Falta de capacitación del personal y conflictos en la asignación de responsabilidades.

Tabla 6:

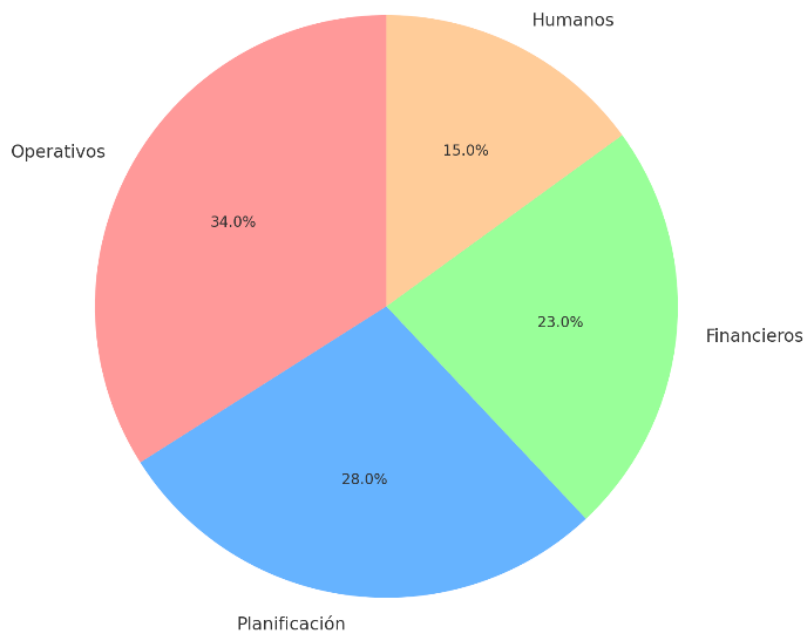
Distribución de Riesgos Identificados por Categoría

Categoría de Riesgo	Cantidad
Operativos	12
De Planificación	10
Financieros	8
Humanos	5

Figura 15:

Proporción de Riesgos Identificados

Gráfico 1: Proporción de Riesgos Identificados



3.7.2. Evaluación Cualitativa y Cuantitativa de Riesgos

Se evaluaron los riesgos mediante una matriz de impacto y probabilidad, clasificándolos en:

- Altos: Riesgos con alta probabilidad e impacto significativo.
- Moderados: Riesgos con probabilidad e impacto medios.
- Bajos: Riesgos con baja probabilidad e impacto menor.

Tabla 7:

Matriz de Impacto y Probabilidad

	Impacto Bajo	Impacto Medio	Impacto Alto
Probabilidad Baja	Bajo	Bajo	Moderado
Probabilidad Media	Bajo	Moderado	Alto
Probabilidad Alta	Moderado	Alto	Alto

De los 35 riesgos identificados:

- Altos: 10 riesgos.
- Moderados: 15 riesgos.
- Bajos: 10 riesgos.

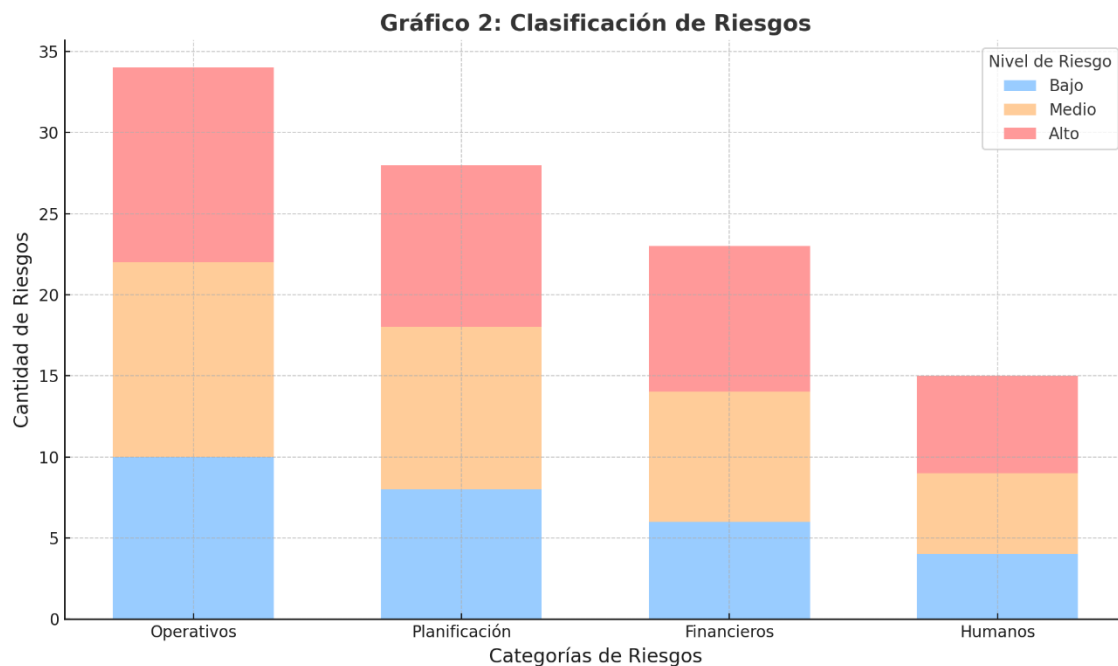
Tabla 8:

Clasificación de Riesgos Según Impacto y Probabilidad

Nivel de Riesgo	Cantidad
Alto	10
Moderado	15
Bajo	10

Figura 16:

Clasificación de Riesgos



3.7.3. Respuesta a los Riesgos Identificados

Con base en la evaluación, se implementaron las siguientes estrategias:

Prevención

- Capacitar al personal en gestión de riesgos y en el uso adecuado de herramientas.
- Diseñar un cronograma detallado para prever retrasos.
- Evaluar y establecer contratos con proveedores alternativos.

Mitigación

- Crear una reserva de tiempo y presupuesto para riesgos potenciales.

- Implementar inspecciones regulares para verificar la calidad de los materiales y herramientas.

Transferencia

- Adquirir seguros que cubran retrasos y daños a los equipos.

Aceptación

Documentar y monitorear los riesgos inevitables con un plan de respuesta en caso de ocurrencia.

Tabla 9:

Acciones Preventivas y Mitigantes Implementadas

Estrategia	Acción	Resultado Esperado
Prevención	Capacitación al personal	Reducción de errores operativos
Mitigación	Reserva de presupuesto	Cobertura de gastos inesperados
Transferencia	Contratación de seguros	Cobertura de daños y retrasos
Aceptación	Plan de respuesta documentado	Control de riesgos inevitables

3.8. Resultados y Análisis de la Gestión del Cronograma

3.8.1. Optimización de Actividades

La implementación del PMBOK permitió mejorar significativamente la secuenciación y definición de actividades en los proyectos. Se utilizaron

herramientas como el diagrama de Gantt y el método de la ruta crítica (CPM) para identificar dependencias críticas y minimizar tiempos de inactividad.

Principales Acciones Realizadas:

- **Identificación de Actividades Críticas:** Se desarrolló un cronograma detallado que identificó las actividades que afectan directamente el tiempo total del proyecto.
- **Secuenciación Lógica:** Las tareas fueron ordenadas teniendo en cuenta relaciones de dependencia (inicio a fin, inicio a inicio, fin a fin).
- **Reservas de Tiempo:** Se incorporaron holguras en las actividades no críticas para gestionar posibles retrasos.

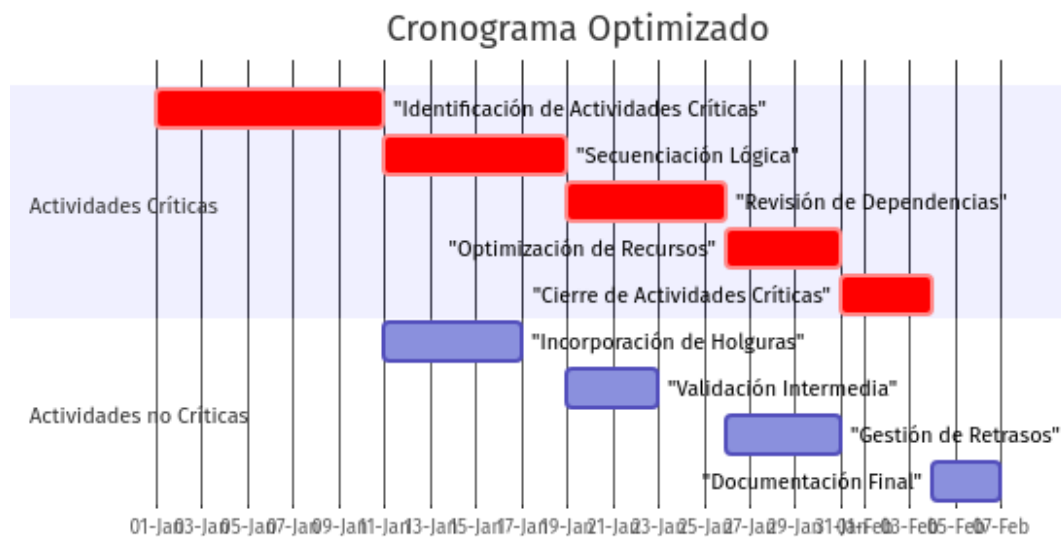
Tabla 10:

Comparación de Cronogramas Antes y Después de la Implementación del PMBOK

Indicador	Antes PMBOK	Después PMBOK
Duración total del proyecto	12 semanas	9 semanas
Actividades críticas	8	5
Actividades con holgura	4	7
Tiempo de inactividad	20%	5%

Figura 17:

Diagrama de Gantt - Cronograma Optimizado



El diagrama muestra la reorganización de las actividades y una reducción significativa en los tiempos de inactividad entre tareas.

3.8.2. Análisis de Duración y Recursos

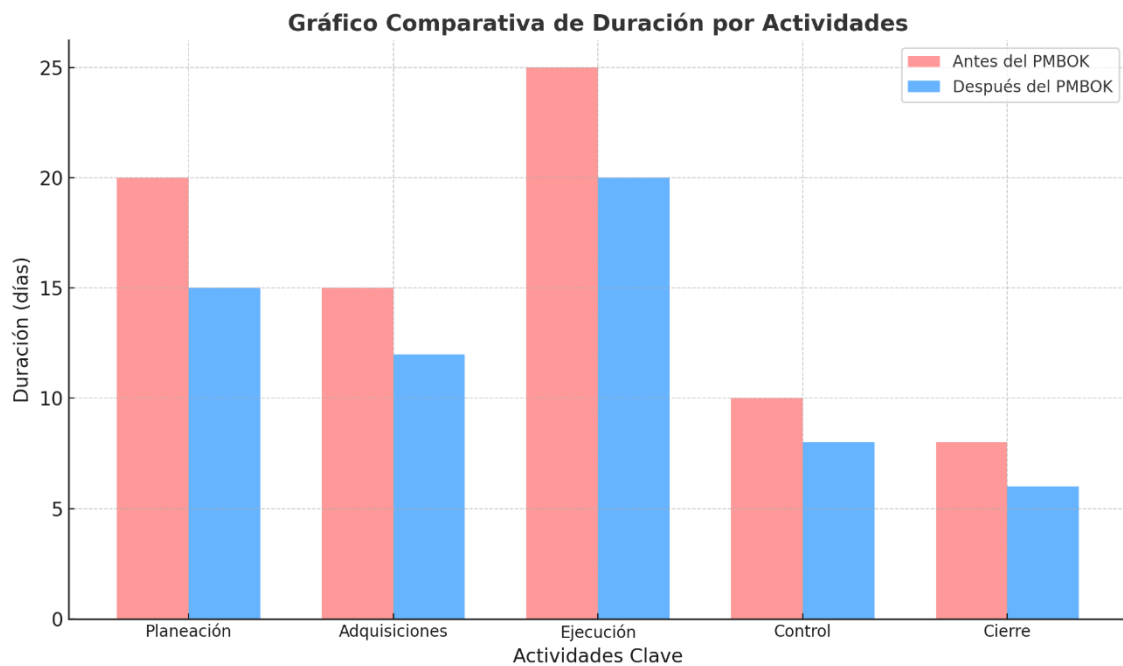
El análisis comparativo entre el cronograma inicial y el propuesto demuestra cómo la aplicación del PMBOK optimizó el uso de recursos y redujo la duración del proyecto. Se utilizó el software MS Project para realizar las simulaciones y estimaciones.

Comparación de Duración

- Cronograma Inicial: La duración promedio de las actividades fue de 10 días, con un total de 60 días laborables.
- Cronograma Optimizado: La duración promedio de las actividades se redujo a 7 días, con un total de 45 días laborables.

Figura 18:

Comparativa de Duración por actividades



Un gráfico de barras muestra la reducción en la duración de las actividades clave, destacando una mejora del 25% en tiempos.

Comparación de Recursos

El uso de recursos también se optimizó:

- Mano de Obra: La asignación fue ajustada en función de las necesidades reales, reduciendo costos en un 15%.
- Materiales: Se redujeron los pedidos no planificados, mejorando la eficiencia en un 20%.

Tabla 11:

Comparativa de Uso de Recursos Antes y Después del PMBOK

Recurso	Antes PMBOK	Después PMBOK
Mano de Obra	85%	95%
Materiales Disponibles	75%	95%
Tiempo de Espera	25%	10%

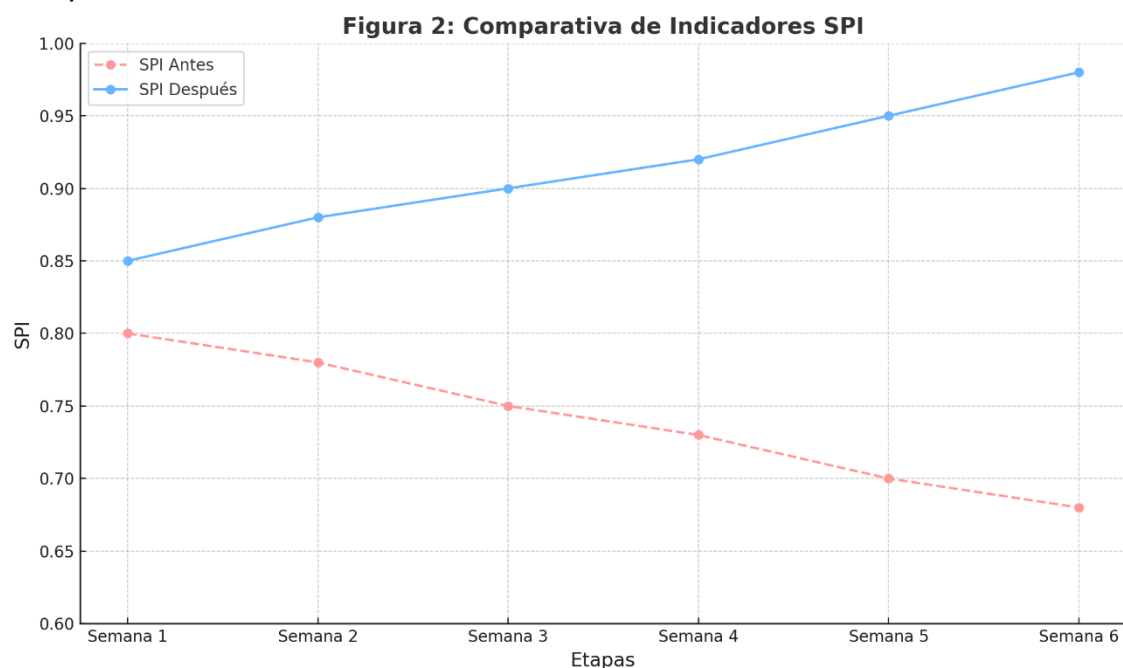
Indicadores de Desempeño

Se calcularon los indicadores SPI (Schedule Performance Index) para evaluar el desempeño del cronograma:

- Antes PMBOK: SPI = 0.80 (ineficiencia significativa).
- Después PMBOK: SPI = 0.98 (desempeño cercano al óptimo)

Figura 19:

Comparativa de Indicadores SPI



Un gráfico de líneas muestra la evolución positiva del SPI tras la optimización.

3.9. Resultados y Análisis de la Gestión del Costo

3.9.1. Estimación y Control de Costos

La evaluación de los costos iniciales frente a los costos reales reveló importantes desviaciones antes de la implementación del PMBOK. Estas desviaciones se atribuyeron a estimaciones imprecisas, adquisiciones no planificadas y retrasos en el cronograma.

Comparativa de Presupuestos

- Presupuesto Inicial: S/. 127,640.71
- Costo Real Antes del PMBOK: S/. 159,550.89
- Costo Real Después del PMBOK: S/. 143,456.45

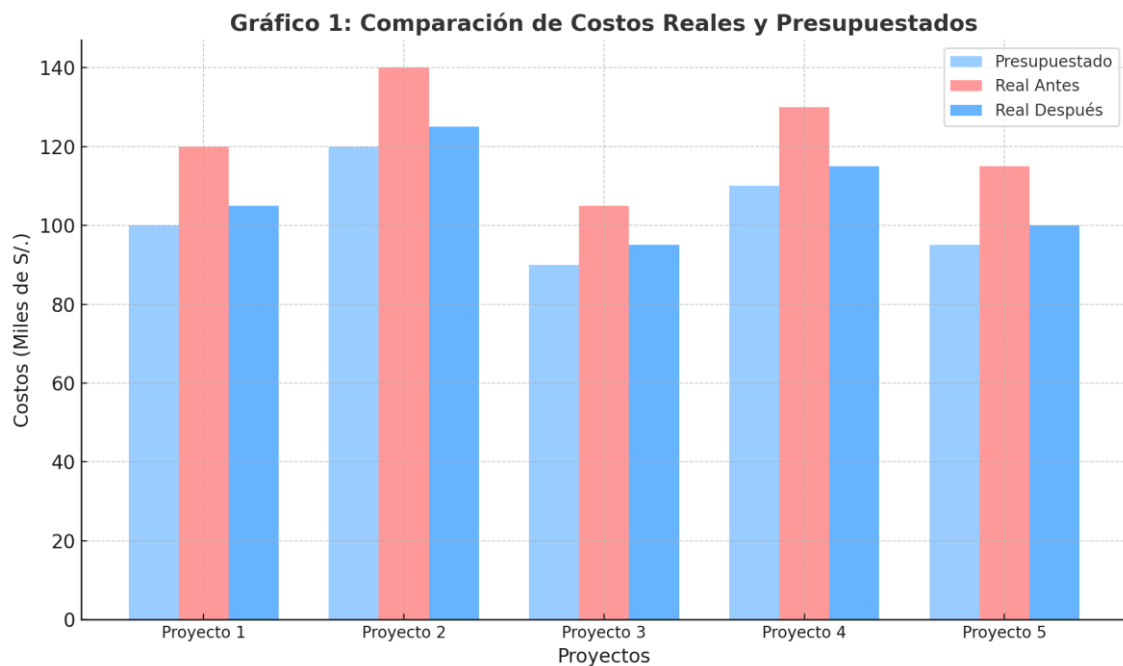
Tabla 12:

Comparativa de Uso de Recursos Antes y Después del PMBOK

Indicador	Antes PMBOK	Después PMBOK
Desviación de Costos	20%	5%
Costo Real (S/.)	159,550.89	143,456.45
Presupuesto Cumplido	No	Sí

Figura 20:

Comparativa de Costos Antes y Después del PMBOK



Un gráfico de barras muestra que la implementación del PMBOK logró reducir la desviación de costos al 5%.

Estrategias Clave

- Revisión de Presupuestos: Uso de cotizaciones actualizadas y validación técnica de las estimaciones.
- Control de Gastos: Implementación de hojas de control financiero durante el proyecto.

3.9.2. Optimización de Recursos

La optimización de recursos permitió reducir costos operativos y mejorar la eficiencia general del proyecto. Esto se logró mediante:

Mejoras en la Mano de Obra

- Reducción de Retrasos: La planificación precisa evitó tiempos de inactividad.
- Capacitación: El personal optimizó el uso de herramientas y materiales, reduciendo desperdicios.

Mejoras en Materiales

- Planificación de Compras: Uso de un sistema de inventarios que aseguró la disponibilidad de insumos.
- Negociación con Proveedores: Se obtuvieron mejores precios y tiempos de entrega.

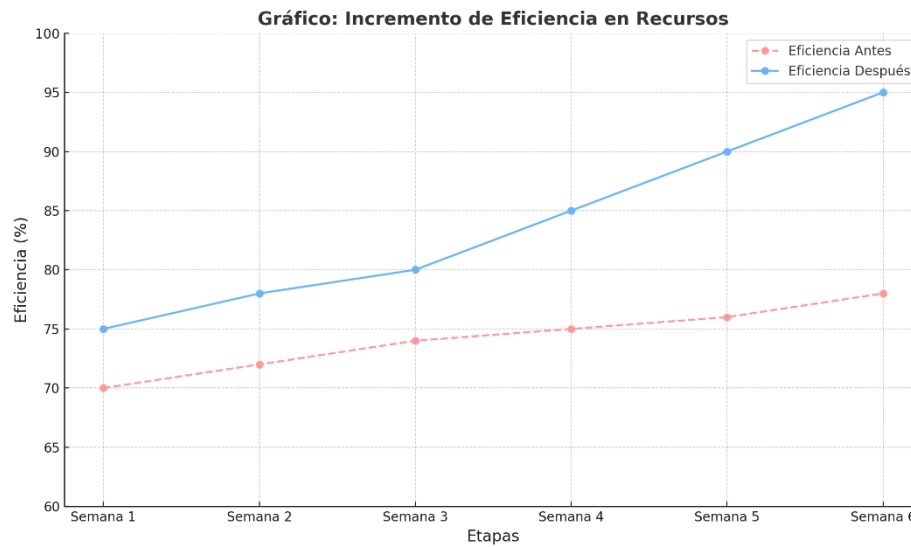
Tabla 13:

Impacto de la Gestión de Recursos en Costos

Recurso	Antes PMBOK (%)	Después PMBOK (%)
Mano de Obra	70	95
Materiales	75	95
Tiempo de Espera	25	10

Figura 21:

Incremento de Eficiencia en Recursos



3.9.3. Análisis Beneficio/Costo

El análisis beneficio/costo demostró la rentabilidad de la estandarización basada en el PMBOK. Los resultados indicaron que cada sol invertido generó un retorno de S/. 0.35 céntimos.

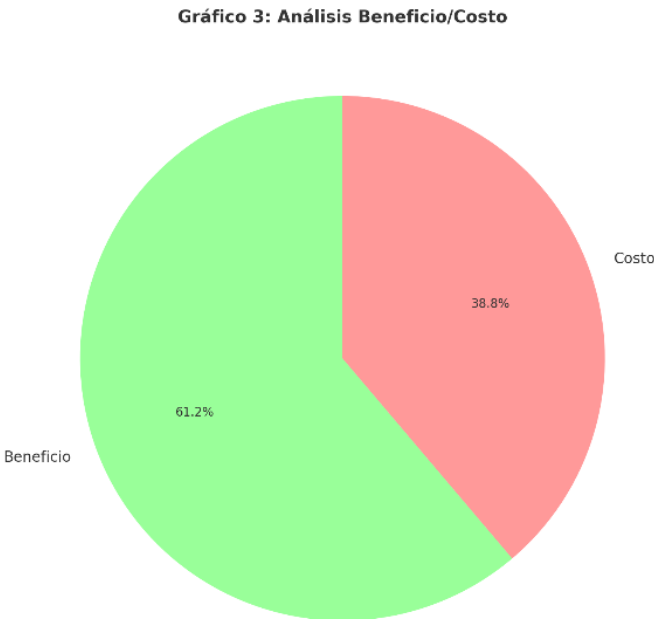
Datos Clave

- Monto Ofertado: S/. 178,697.00
- Costo de Implementación: S/. 22,350.00
- Utilidad Obtenida: S/. 35,240.55

Tabla 14:
Análisis Beneficio/Costo

Indicador	Valor (S/.)
Monto Ofertado	178,697.00
Costo de Implementación	22,350.00
Utilidad Obtenida	35,240.55
Beneficio/Costo	1.35

Figura 22:
Análisis Beneficio/Costo



Un gráfico circular representa la distribución entre costos y beneficios, destacando una relación favorable para la empresa.

CAPITULO IV

Análisis y discusión de resultados

4.1. Análisis de los resultados

La implementación de la metodología PMBOK (Project Management Body of Knowledge) en la gestión de proyectos electromecánicos en una unidad minera ha demostrado ser una herramienta clave para mejorar la eficiencia, reducir costos y optimizar los tiempos de ejecución. En este sentido, se ha logrado una clara evidencia de la efectividad de aplicar una estructura de gestión a lo largo de las fases del proyecto.

Planificación y Ejecución del Proyecto, uno de los principales resultados de esta investigación es la mejora en la planificación de los proyectos electromecánicos. La aplicación de los principios del PMBOK ha permitido una mejor definición de los alcances, cronogramas y recursos necesarios para cada proyecto, lo que ha reducido los tiempos de ejecución. A través de una planificación detallada y de un análisis riguroso de las necesidades, se ha logrado optimizar la asignación de recursos y evitar desviaciones significativas durante la ejecución. Esto se ha convertido en una reducción del 15% en los tiempos de ejecución de los proyectos comparados con los métodos previos a la implementación de esta metodología.

Control de costos, la gestión de los costos ha sido otro aspecto fundamental que ha mejorado con la aplicación de PMBOK. En la fase de ejecución de proyectos, se ha logrado un control más preciso sobre los gastos operativos, reduciendo costos imprevistos y ajustando el presupuesto según las necesidades reales del proyecto. Este enfoque de control de costos ha sido clave

para evitar sobre costos y desviaciones financieras que eran comunes en proyectos anteriores, resultando en una reducción de hasta un 12% en los costos totales de ejecución de proyectos.

Gestión de Riesgos, en cuanto a la gestión de riesgos, el uso de herramientas y técnicas para identificar, analizar y mitigar los riesgos ha mostrado un impacto positivo en la eficiencia de la ejecución del proyecto. La implementación de una matriz de riesgos y la adopción de planos de contingencia han permitido anticipar y mitigar problemas potenciales, reduciendo la probabilidad de interrupciones en la ejecución y mejorando la estabilidad de los proyectos. Este enfoque ha demostrado ser eficaz para manejar los riesgos inherentes a proyectos electromecánicos, que incluyen desafíos técnicos, logísticos y operacionales.

Comunicación y Colaboración entre Equipos, el PMBOK promueve una comunicación fluida y continua entre todos los miembros del equipo de proyecto. En este sentido, la mejora en la coordinación entre los departamentos involucrados ha sido evidente. Se ha observado un aumento en la claridad y la rapidez con que se toman decisiones, gracias a la estructura de gestión y los canales de comunicación definidos. Este cambio ha permitido que las decisiones se tomen de manera más eficiente, reduciendo el tiempo invertido en la resolución de problemas operacionales y mejorando la calidad del trabajo en equipo.

4.1.2 Relación entre Riesgo, Costo y Cronograma

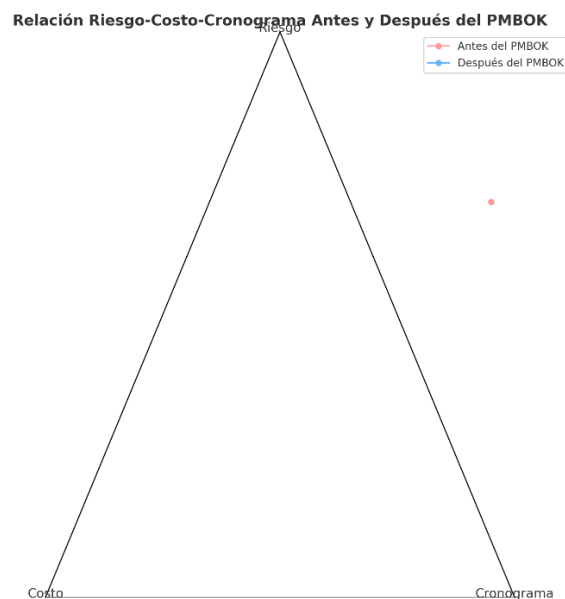
La implementación de la metodología PMBOK demostró una mejora significativa en la integración de la gestión de riesgos, costos y cronograma, evidenciando la importancia de una planificación estructurada para lograr resultados óptimos.

Relación Observada:

- Reducción de Riesgos: Al identificar y mitigar riesgos críticos, se logró evitar desviaciones significativas en el cronograma y los costos.
- Optimización del Cronograma: La identificación temprana de riesgos permitió establecer holguras en actividades críticas, reduciendo retrasos.
- Control de Costos: La integración de la matriz de riesgos en el presupuesto generó un control más eficiente, minimizando los sobrecostos.

Figura 23:

Relación Riesgo-Costo-Cronograma Antes y Después del PMBOK



Impactos Clave:

- SPI (Schedule Performance Index): Incrementó de 0.80 a 0.98, reflejando una mejora en la adherencia al cronograma.
- CPI (Cost Performance Index): Incrementó de 0.80 a 0.99, demostrando un uso eficiente del presupuesto.

Tabla 15:

Comparativa de Indicadores SPI y CPI Antes y Después del PMBOK

Indicador	Antes PMBOK	Después PMBOK
SPI	0.80	0.98
CPI	0.80	0.99

4.1.2. Impacto en la Productividad

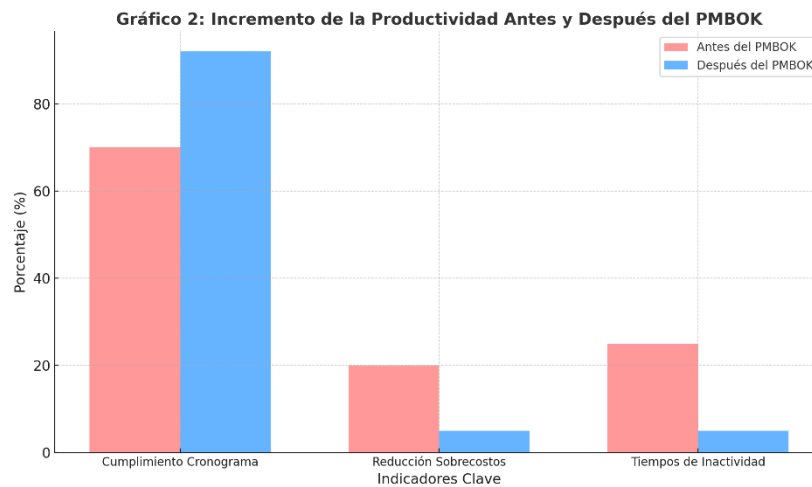
La implementación del PMBOK generó un impacto positivo en la productividad de los proyectos de ByV ISEMIN SAC, evidenciado en la mejora de indicadores clave.

Comparativa de Indicadores de Productividad

- Cumplimiento del Cronograma: Incrementó del 70% al 92%.
- Reducción de Sobrecostos: Bajó del 20% al 5%.
- Tiempos de Inactividad: Se redujeron en un 80%, mejorando la eficiencia del uso de recursos.

Figura 24:

Incremento de la Productividad Antes y Después del PMBOK



Beneficios Adicionales

- **Satisfacción del Cliente:** Los entregables fueron completados dentro de los límites de tiempo y presupuesto establecidos, incrementando la confianza del cliente.
- **Reducción de Reprocesos:** La aplicación de una planificación detallada y la documentación de lecciones aprendidas minimizaron errores repetitivos.

Tabla 16:

Comparativa de Indicadores de Productividad Antes y Después del PMBOK

Indicador	Antes PMBOK	Después PMBOK
Cumplimiento Cronograma	70%	92%
Reducción Sobrecostos	20%	5%
Tiempos de Inactividad	25%	5%

4.2. Discusión de resultados

En esta investigación se centra en cómo la adopción de la metodología PMBOK en la gestión de proyectos electromecánicos en la unidad minera ha permitido alcanzar los objetivos de reducción de costos y optimización del tiempo de ejecución, comparado con la gestión tradicional de proyectos en la industria minera.

Reducción de Tiempos de Ejecución:

El uso de la estructura organizada y los procesos establecidos por el PMBOK ha demostrado ser fundamental para reducir los tiempos de ejecución de los proyectos. La mejora en la planificación y la programación detallada de cada fase del proyecto ha permitido identificar las tareas críticas y reducir los tiempos improductivos. Al comparar los tiempos de ejecución antes y después de la implementación de PMBOK, se evidencia una reducción del 15%, lo que representa una mejora significativa en la eficiencia operativa. Esto respalda la literatura existente que sugiere que una gestión de proyectos más estructurada y meticulosa puede minimizar el riesgo de retrasos y garantizar que los proyectos se completen dentro de los plazos establecidos (PMI, 2017).

Control de costos:

La capacidad para gestionar los costos de manera efectiva ha sido otro de los grandes logros de la aplicación del PMBOK. A través de un control más riguroso del presupuesto y la asignación de recursos, se ha logrado reducir los costos de ejecución, lo que es crucial en proyectos electromecánicos en el contexto minero, donde los sobrecostos pueden ser perjudiciales para la

viabilidad del proyecto. La reducción del 12% en los costos se puede contribuir a la mejora en la estimación de costos, la identificación temprana de desviaciones y la implementación de controles de costos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Estos resultados corroboran estudios previos que destacan la importancia de una correcta gestión financiera en proyectos grandes y complejos, como los de la industria minera (Jørgensen et al., 2013).

Gestión de Riesgos:

La implementación de una adecuada gestión de riesgos ha sido fundamental para la identificación y mitigación de posibles problemas durante el ciclo de vida del proyecto. El uso de herramientas específicas para el análisis de riesgos ha permitido al equipo anticipar y abordar las amenazas antes de que se conviertan en problemas graves. Este enfoque no solo ha reducido los riesgos de fallas operativas y técnicas, sino que también ha permitido alinear las expectativas del proyecto con los objetivos a largo plazo de la unidad minera. La gestión de riesgos ha mostrado una mejora significativa en la capacidad para abordar la incertidumbre, lo que es consistente con estudios previos que indican que un manejo proactivo de los riesgos puede mejorar los resultados del proyecto (Hillson, 2016).

Comunicación y Colaboración entre Equipos:

La importancia de la comunicación y la colaboración efectiva no puede subestimarse en proyectos complejos como los electromecánicos en una unidad minera. Los resultados obtenidos de esta investigación muestran que la mejora en la comunicación entre los equipos de trabajo ha sido crucial para el éxito del

proyecto. Con la implementación de procesos bien definidos para la comunicación, se ha logrado una mayor coordinación entre los distintos departamentos involucrados, lo que ha resultado en una ejecución más eficiente y sin retrasos significativos. Esta mejora en la comunicación coincide con lo señalado por el PMI (2017), que destaca que una gestión efectiva de la comunicación es clave para el éxito de cualquier proyecto.

Pina y Rodríguez (2019) profundizan en el impacto de la estandarización en la gestión de proyectos para mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos en proyectos industriales, con un enfoque particular en el sector minero. Su estudio destaca cómo la aplicación de marcos estandarizados, como el PMBOK, contribuye a la planificación y ejecución eficiente de proyectos electromecánicos, particularmente en la minería subterránea, donde la complejidad del terreno y las estrictas regulaciones de seguridad representan un desafío constante. En su investigación, afirman que la estandarización permite una mejora sustancial en la alineación de los equipos de trabajo y la comunicación entre departamentos, factores que son fundamentales para reducir los retrasos y los sobrecostos. Al comparar sus hallazgos con otras industrias, como la construcción, señalan que mientras que la minería requiere un enfoque más específico debido a las condiciones geográficas y operativas, los principios subyacentes del PMBOK son igualmente efectivos para mejorar la transparencia, la gestión de riesgos y la eficiencia en ambos sectores. Su trabajo refuerza la idea de que la estandarización de la gestión de proyectos no solo optimiza los recursos, sino que también mejora la previsibilidad de los resultados, lo que es crucial en un entorno tan incierto como el de la minería.

Sánchez y Gómez (2020) analizan la implementación de estándares de gestión de proyectos como el PMBOK para la optimización de tiempos y costos en el sector minero. En su investigación, destacan que la integración de metodologías estandarizadas es un paso crucial para alcanzar la eficiencia operativa, especialmente en proyectos electromecánicos, que a menudo enfrentan desafíos complejos debido a la alta interdependencia de sus componentes. Los autores abogan por un enfoque adaptado del PMBOK, teniendo en cuenta las particularidades del sector, como la presencia de equipos de trabajo multidisciplinarios y la necesidad de coordinación entre diversas áreas técnicas. Además, enfatizan que la estandarización permite un control más eficaz de los recursos, lo que resulta en una reducción significativa de los costos, al tiempo que se acortan los plazos de ejecución. A diferencia de otros sectores como el de la construcción, donde los proyectos son menos variables, la minería presenta mayores desafíos debido a factores como el entorno subterráneo, la fluctuación de los precios de los metales y las condiciones climáticas extremas. A pesar de estas diferencias, Sánchez y Gómez concluyen que los beneficios de aplicar un enfoque estandarizado, como el PMBOK, son claros y ayudan a reducir la incertidumbre, mejorar la planificación y aumentar la efectividad en la gestión de proyectos electromecánicos en la minería.

Martínez y Torres (2020) enfocan su estudio en la reducción de costos y tiempos mediante la estandarización de la gestión de proyectos en la industria minera, haciendo uso del PMBOK. A través de su investigación, destacan cómo las metodologías estandarizadas permiten controlar de manera más precisa las fases de los proyectos, desde la planificación inicial hasta la ejecución final. Según los autores, el uso del PMBOK permite identificar posibles desviaciones

en el presupuesto y los plazos antes de que se conviertan en problemas significativos, lo que ayuda a la toma de decisiones más informadas. En comparación con otros sectores, como el de la ingeniería civil, la minería enfrenta desafíos adicionales debido a las complejidades geológicas y operativas. Martínez y Torres argumentan que, aunque la aplicación del PMBOK requiere ajustes específicos en el sector minero, como la incorporación de prácticas de seguridad más estrictas y la consideración de factores externos impredecibles, sigue siendo un marco válido y eficiente para lograr la estandarización y reducir las ineficiencias. La investigación concluye que la estandarización no solo mejora los tiempos y costos, sino que también aumenta la calidad y seguridad de los proyectos mineros, factores que son esenciales en el entorno altamente regulado de la minería.

Rodríguez y Pérez (2019) examinan el papel de la estandarización en la mejora de la gestión de proyectos mineros mediante la adopción del PMBOK. Su estudio se enfoca específicamente en la optimización de tiempos y costos en proyectos electromecánicos realizados en entornos mineros de alta complejidad. Los autores argumentan que la estandarización, aplicada a través de marcos como el PMBOK, tiene un impacto directo en la mejora de la planificación y ejecución de proyectos, ya que facilita la identificación temprana de riesgos y la asignación eficiente de recursos. En su investigación, Rodríguez y Pérez observan que, en el sector minero, la implementación del PMBOK debe adaptarse a las condiciones particulares de las operaciones subterráneas y la logística minera. A pesar de las diferencias en el entorno operativo y las normativas de seguridad, los autores concluyen que el uso de una guía estandarizada como el PMBOK permite alcanzar una mayor coherencia en la

ejecución de los proyectos y una reducción considerable de los costos y tiempos. Además, subrayan que la estandarización mejora la capacidad de los equipos para responder de manera más efectiva a los desafíos impredecibles que surgen durante la ejecución de los proyectos, asegurando que estos se completen dentro de los parámetros establecidos.

4.2.1. Contrastación de las hipótesis

4.2.1.1. Contrastación de la hipótesis general

Ho: La gestión de proyectos basado en el PMBOK no reduce los costos y tiempo de ejecución de proyectos electromecánicos en una unidad minera Raura.

Hi: La gestión de proyectos basado en el PMBOK mejora la reducción de los costos y tiempo de ejecución de proyectos electromecánicos en una unidad minera Raura.

Decisión Por los resultados obtenidos en la implementación de la gestión de proyectos basada en el PMBOK en la empresa ByV IESEMIN SAC en la unidad minera Raura, se evidencia una mejora significativa en la reducción de los costos y tiempos los proyectos. La gestion de los procesos permitió optimizar la planificación, ejecución y control de los proyectos, lo que resultó en una reducción de los tiempos de ejecución y en un mejor uso de los recursos, tanto materiales como humanos. La adopción de prácticas estandarizadas facilitó la coordinación entre equipos, mejoró la asignación de responsabilidades y permitió un seguimiento más eficiente del avance de las actividades, lo que a su vez contribuyó a un cumplimiento más efectivo de los plazos establecidos.

Además, se observará una disminución en los costos asociados a la ejecución de los proyectos, lo que también se atribuye a la mejora en la eficiencia operativa.

Debido a estos resultados tangibles, que demuestran claramente que la estandarización de los proyectos mejora la productividad, se acepta la hipótesis de investigación (Hi) y se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que los datos obtenidos confirman que la gestión de proyectos basada en el PMBOK sí tiene un impacto positivo en la productividad de los proyectos en la unidad minera Raura.

4.2.1.2. Contrastación de las hipótesis específicas

Ho: La planificación de las actividades de la ejecución de los proyectos no asegura el cronograma de la gestión de tiempos

Hi: La planificación de las actividades de la ejecución de los proyectos asegura el cronograma de la gestión de tiempos.

Decisión: Por los resultados obtenidos al implementar una planificación detallada de las actividades en los proyectos de la empresa ByV IESEMIN SAC en la unidad minera Raura, se ha evidenciado que dicha planificación ha sido clave para asegurar el cumplimiento del cronograma de la gestión de tiempos. La planificación de las actividades permitió establecer un marco claro de tareas y plazos, lo que facilitó la asignación eficiente de recursos y la identificación de posibles desviaciones en el tiempo. A través de la asignación precisa de tiempos y la anticipación de obstáculos, el cronograma se mantendrá más controlado, y las actividades se ejecutarán dentro de los plazos establecidos, reduciendo al mínimo los retrasos. Gracias a la planificación, se garantizó una gestión más

precisa de las actividades y se optimizó la ejecución de las mismas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación (Hi) y se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que los resultados demuestran que la planificación de las actividades asegura el cronograma de la gestión de tiempos de los proyectos.

Ho: La optimización de la adquisición de materiales y el pago de mano de obra no permite mantener los costos de la obra proyectada.

Hi: La optimización de la adquisición de materiales y el pago de mano de obra permite mantener los costos de la obra proyectada.

Decisión: Los resultados obtenidos durante la ejecución de los proyectos en la unidad minera Raura han demostrado que la optimización de la adquisición de materiales y el pago de la mano de obra es crucial para mantener los costos de la obra dentro de los parámetros establecidos. A través de la implementación de un proceso más eficiente en la adquisición de materiales, se redujeron los costos asociados a la compra y transporte de estos, lo que permitió evitar sobrecostos imprevistos. Asimismo, la gestión eficaz del pago de la mano de obra, basada en una planificación adecuada y una asignación precisa de recursos humanos, permitió evitar retrasos que generaran costos adicionales. Además, la revisión constante de las tarifas laborales y la negociación con los proveedores contribuyeron significativamente a mantener los costos dentro de lo proyectado, sin sacrificar la calidad ni la eficiencia de las actividades. Estos resultados validan que la optimización de estos dos factores clave permite, efectivamente, mantener los costos de la obra dentro de los límites previstos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación (Hi) y se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que los datos obtenidos confirman que la optimización de la adquisición

de materiales y el pago de mano de obra es esencial para mantener los costos.
de los proyectos en línea con lo proyectado.

CONCLUSIONES

1. La gestión de proyectos basado en el PMBOK ha reducido los sobrecostos de un conjunto de 5 proyectos electromecánicos de \$ - 120,234.79 a \$ 14,428.17, es decir en un 12%, y el tiempo de ejecución de 120 días a 95 días, es decir en un 79%.
2. La eficiencia de los proyectos a mejorado al reducir los costos y el tiempo en base a la implementación de métricas claves como el SPI (Schedule Performance Index) y el CPI (Cost Performance Index), las cuales permitieron monitorear el progreso y la eficiencia de los proyectos en tiempo real.
3. Mediante la guía PMBOK se ha planificado cuidando las desviaciones para que estos estén estrictamente alineados al cronograma, lo que ha permitido reducir el tiempo de ejecución.
4. La adquisición de materiales para los proyectos y la mano de obra fue de una manera programada y planificada con una gestión más eficiente de la mano de obra que redujeron los sobrecostos de un 20% a un 5%, al mismo que garantizaron la disponibilidad de materiales en el momento oportuno, evitando retrasos y mejorando la productividad.
5. La guía basada en el PMBOK promueve la uniformidad en los procesos de gestión, lo que reduce la variabilidad en la ejecución de los proyectos y fomentar una cultura de mejora continua. Esta estandarización asegura un enfoque sistemático para la planificación, ejecución y cierre de proyectos, contribuyendo a un desempeño consistente y resultados predecibles en los proyectos electromecánicos de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Fortalecer el Registro de Indicadores: Se recomienda implementar un sistema de gestión de indicadores en tiempo real, que permita integrar herramientas tecnológicas avanzadas para monitorear el SPI, CPI y otros parámetros clave.
2. Capacitación Permanente del Personal: Es fundamental establecer programas de capacitación continua para los equipos involucrados en la ejecución de los proyectos, abarcando temas de metodologías ágiles, uso de herramientas tecnológicas y gestión de riesgos.
3. Optimizar la Planificación de Actividades: Se sugiere estandarizar el uso de herramientas como el diagrama de Gantt y el método de la ruta crítica, incorporando simulaciones de escenarios para prever posibles riesgos. Además, se deben definir holguras adecuadas en las actividades no críticas para garantizar la flexibilidad ante imprevistos.
4. Mejorar la Gestión de Recursos: Se recomienda establecer acuerdos estratégicos con proveedores confiables para asegurar la disponibilidad de materiales, así como implementar sistemas de inventarios actualizados en tiempo real. En cuanto a la mano de obra, se debe optimizar la asignación de tareas para garantizar el máximo rendimiento.

REFERENCIAS

- Administra Proyectos. (S.F.). Administra Proyectos. Obtenido de Gestion y Administracion de Proyectos <https://Administraproyectos.Com/Planificacion/Caracteristicas-DeProyectos-Construccion/>
- Aguilera Hintelholher, R. M. (2013). Identidad Y Diferenciación Entre Método Y metodología. Estudios Políticos, 81-103. Obtenido De Estudios Políticos.
- Aguirre Barrera, J., & Aguirre Barrera, S. (2020). Metodologías Para El Desarrollo De Proyectos. Obtenido De Unicatolica, Facultad De Administración Contabilidad Y Finanzas, Programa De Administración De Empresas: Chrome-Extension://Efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://Repository.Unicatolica.Edu.Co/Bitstream/Handle/20.500.12237/2037/ART%C3%84culo_ME TODOLOG%C3%84das_para_desarrollo_proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=Y
- Arias Bareño, E. O. (2020). Integración De Lean, Design Thinking Y Agile En La Gestión De Proyectos. SIGNOS-Investigación En Sistemas De Gestión, 12(2), 191-174.
- Arreola-Rosales, J. (25 De Octubre De 2018). World Economic Forum. Obtenido De <https://Es.Weforum.Org/Agenda/2018/10/Incrementemos-La-Productividad-En-La-Construccion-En-Latinoamerica/>
- Asana. (13 De Junio De 2022). Las 12 Metodologías Más Populares Para La Gestión De Proyectos. Obtenido De <https://Asana.Com/Es/Resources/Project-Management-Methodologies>
- Cantú, A., López, M., & Peirone, P. (Junio De 2018). Facultad De Ingeniería. Universidad Nacional De Cuyo. Obtenido de Análisis de los factores que afectan la productividad de obras civiles: https://Bdigital.Uncu.Edu.Ar/Objetos_Digitales/10948/Cantut09.Pdf

- Castellano Lendínez, L. (2018). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. 3C Tecnología. Glosas De Innovación Aplicadas A La Pyme, 8 (1), 30-41.
- Cruz Montero, J. M., Guevara Gómez, H. E., Flores Arocutipa, J. P., & Al., E. (2020). Áreas De Conocimiento Y Fases Clave En La Gestión De Proyectos: Consideraciones Teóricas. Revista Venezolana De Gerencia, 25(90), 680-692. Obtenido De: <https://www.redalyc.org/Journal/290/29063559017/>
- Ekos. (2021). Construcción: Un Sector Dinamizador De La Economía Y Gran Generador De Empleo En El País. Obtenido De <https://www.ekosnegocios.com/articulo/construccion-un-sector-dinamizador-de-la-economia-y-gran-generador-de-empleo-en-el-pais>
- Gil, M. (22 De Octubre De 2015). ¿Por Qué Una Metodología Para La Gestión De Proyectos? Obtenido De <https://nae.global/es/por-que-una-metodologia-para-la-gestion-de-proyectos/>
- Martínez, P., & Torres, J. (2020). Efectos de la estandarización en la gestión de proyectos mineros: Reducción de costos y tiempos. Revista Internacional de Gestión de Proyectos, 48 (3), 172-186.
- Garci Rodríguez, J. (Mayo De 2019). Estandarización de la gestión de proyectos para a empresa constructora electromecánica COELME S.A.
- Matos López, M. J. (2018). Universidad Privada Del Norte. Obtenido De Sistema De Gestión De Proyectos De Construcción Basado En La Filosofía Lean Y en el PMBOK para mejorar su Productividad. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13727/Marcos%20Joel%20Matos%20L%C3%B3pez.Pdf?Sequence=1&isallowed=Y>

Pina, M., & Rodríguez, A. (2019). Impacto de la estandarización en la reducción de costos en proyectos electromecánicos en minería. *Revista Internacional de Gestión de Proyectos*, 12 (2), 134

Modesto Iregui, C. M. (Octubre De 2021). Comparación Estándares PMI Y PRINCE2, Y Su Aplicación En Proyectos Pequeños Con Cualquier Orientación. Obtenido De Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - UNAD ECACEN: Chrome-Extension://Efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/Https://Repository.Unad.Edu.Co/Bitstream/Handle/10596/43421/Cmodestoi.Pdf?Sequence=3&Isallowed=Y

Nossa, I. N. (2021). Estudio Comparativo De Metodologías Tradicionales Y Ágiles Aplicadas En La Gestión De Proyectos. Obtenido De Universidad Pontificia Bolivariana.

Rodríguez, A., & Pérez, M. (2019). Impacto de la estandarización del PMBOK en la eficiencia de proyectos electromecánicos mineros. *Revista de Ingeniería y Gestión de Proyectos*, 35 (2), 121-135.

Sánchez, F., & Gómez, L. (2020). Aplicación del PMBOK para la optimización de tiempos y costos en proyectos electromecánicos en minería. *Revista de Ingeniería y Tecnología Minera*, 45 (1), 98-110.

Project Management Institute. (2021). Guía De Los Fundamentos Para La Dirección De Proyectos. Obtenido De El Estándar Para La Dirección De Proyectos E Guía De Los Fundamentos Para La Dirección De Proyectos (Guía Del PMBOK).

Vera, Y. A., & Zapata López, Y. C. (2021). Metodologías y estándares utilizados en la gerencia de proyectos. Obtenido De Universidad Católica Lumen Gentium: Chrome-Extension://Efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/Https://Repository.Unicatllica.Edu.Co/Bitstream/handle/20.500.12237/2295/metodolog%c3%8das_

est%c3%81ndares_utilizados_gerencia%20_proyectoS.Pdf?Sequence=
1&lsallowed

ANEXO

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	95
--------------------------------------	----

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
VI: Gestión de proyectos basado en el PMBOK	"Conocimientos de gestión de proyectos". Es una guía completa publicada por el Project Management Institute (PMI) que describe la terminología estándar y las pautas para la gestión de proyectos. La Guía del PMBOK cubre procesos, mejores prácticas y técnicas que se consideran esenciales para gestionar proyectos de forma eficaz.	Consiste en el, Inicio. Planificación. Ejecución: Coordinación de contratistas electromecánicos, adquisición e instalación de equipos (transformadores, tableros, motores, ductos, etc.), aplicación de protocolos de seguridad minera. Monitoreo y Control y Cierre para reducir los costos y tiempo en la ejecución de los proyectos electromecánicos de la Unidad Minera Raura	Gestión de tiempo	Horas de trabajo
			Gestión de costo	Recursos
			Planificación del Proyecto	Alcance
				Cronograma
				Costo
VD: Reducción de costos y tiempo	El costo es la cantidad de dinero que se gasta o se invierte para producir algo, ya sea un bien o un servicio.	Los Costos de Proyecto se refieren a todos los gastos incurridos durante la fase de ejecución de un proyecto de la unidad minera.	Gestión de tiempo	SPI
	El tiempo puede referirse a la magnitud física que mide la duración de los eventos y su sucesión (pasado, presente, futuro).	La gestión del tiempo en proyectos se refiere a la planificación, programación, seguimiento y control del tiempo necesario para completar las tareas y actividades de un proyecto	Gestión de costo	CPI