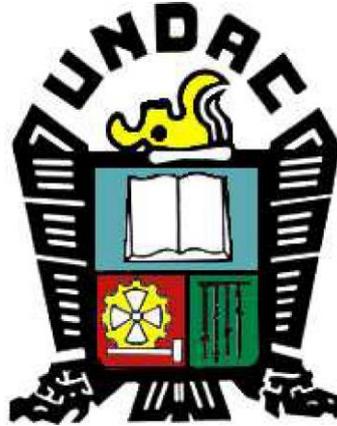


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Aplicación de la metodología PMI para obras de recrecimiento de relaves,

Junín 2023.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Kevin Daniel DELGADO CANO

Asesor:

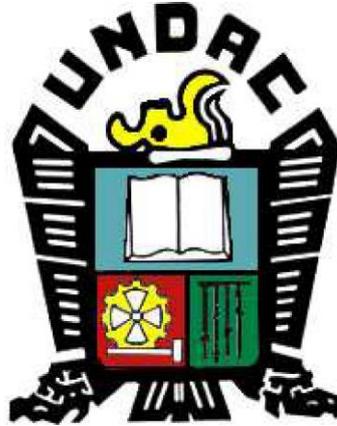
Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Aplicación de la metodología PMI para obras de recrecimiento de relaves,

Junín 2023.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
PRESIDENTE

Mg. Pedro YARASCA CÓRDOVA
MIEMBRO

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 083-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Aplicación de la metodología PMI para obras de recrecimiento de relaves,
Junín 2023.**

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. DELGADO CANO Kevin Daniel

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. CONDOR GARCIA, Hildebrando A.

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

24 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 04 de marzo del 2024

UNDA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villar Requís Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, por haberme puesto en este camino, ser mi fortaleza y el soporte incondicional en cada peldaño de la vida.

A mi madre Victoria, quien siempre ha sido mi modelo de vida, mi fuente de inspiración, mi mayor orgullo y mi constante motivación para la consecución de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis docentes, quienes con su dedicación, paciencia y conocimiento me han guiado a lo largo de mi formación académica. Cada lección impartida, cada consejo brindado y cada desafío planteado han sido fundamentales para mi crecimiento personal y profesional que he tratado de replicar en el ámbito profesional.

A mi alma máter, a la que recuerdo vívidamente como el lugar que me acogió para forjarme y encaminarme en la dirección correcta.

RESUMEN

Esta investigación analiza la influencia de la aplicación de la Metodología PMI en la gestión de proyectos de recrecimiento de relaves, con el objetivo de determinar su impacto en la eficacia y calidad de los entregables. Mediante un análisis cuantitativo y cualitativo, se evaluó un proyecto en el cual se implementó los estándares del PMI comparándolo con aquellos que no lo hicieron. Los resultados muestran una mejora significativa en el cumplimiento del cronograma, control de costos, y calidad de los resultados en proyectos que adoptaron la Metodología PMI. Además, se identificó que áreas de conocimiento del PMI, como la gestión de riesgos y la calidad, tienen un impacto particularmente alto en la mejora de la gestión. Estos hallazgos subrayan la importancia de una gestión de proyectos ordenada y sugieren que la adopción de la Metodología PMI es clave para el éxito de proyectos de gran complejidad en el sector minero en general.

Palabras clave: Project Management Institute (PMI), Gestión de Proyectos, Gestión de Relaves.

ABSTRACT

This research analyzes the influence of applying the PMI Methodology in the management of tailings dam raising projects, aiming to determine its impact on the effectiveness and quality of deliverables. Through a quantitative and qualitative analysis, a project that implemented PMI standards was evaluated and compared with those that did not. The results show a significant improvement in schedule adherence, cost control, and the quality of outcomes in projects that adopted the PMI Methodology. Additionally, it was found that PMI knowledge areas, such as risk management and quality management, have a particularly high impact on improving project management. These findings underscore the importance of structured project management and suggest that adopting the PMI Methodology is key to the success of highly complex projects in the mining sector.

Keywords: Project Management Institute (PMI), Project Management, Tailings Management.

INTRODUCCIÓN

En la sierra central del Perú, específicamente en la región Junín se tiene una masiva presencia de empresas mineras las cuales debido al procesamiento del mineral obtiene como subproducto el relave, el cual requiere de espacios adecuados para su acumulación, el mismo que por normativa legal debe cumplir con una serie de requisitos que permita a la entidad gubernamental autorizar el desarrollo ininterrumpido de la actividad de extracción y operación minera.

En este contexto la gestión de proyectos de relaves representa un desafío significativo para la industria minera, debido a la complejidad técnica, los altos costos de construcción y operación y por los plazos ajustados que contempla, de ahí que sea crucial un nivel de eficiencia que garantice el éxito y reduzca los riesgos asociados. En este contexto, la Metodología del Project Management Institute (PMI) al estar consolidada como un estándar global en la gestión de proyectos, ha surgido como un enfoque atractivo por su eficacia en la gestión de proyectos en diversas industrias.

El presente estudio se enfoca en identificar las prácticas específicas de la Metodología PMI que tienen un mayor impacto en la eficiencia de la gestión en proyectos de recrecimiento de relaves. Para ello, se revisarán las bases teóricas clave que sustentan la aplicación de la Metodología PMI en la gestión de proyectos mineros y a la vez se realizará una comparación analizando los documentos relevantes del proyecto, antes de la implementación.

Para mayor comprensión se detalla el contenido de los capítulos subsecuentes.

Capítulo I: Incluye identificación y planteamiento del problema, descripción detallada del problema, desarrollo general y específico del problema, objetivo general y objetivos específicos, causas y limitaciones.

Capítulo II. Marco teórico, incluyendo definiciones de fundamentos teóricos, fundamentos y términos metodológicos. Además de los requisitos previos generales, también existen requisitos previos especiales e identificación de variables.

Capítulo III: compuesto por métodos y técnicas de investigación, además de la población y muestra utilizada en el trabajo de investigación, se describirá el tipo, metodología y diseño de esta investigación.

Capítulo IV: Contiene resultados, discusión y recomendaciones relevantes.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMENiii

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y Determinación del Problema.....	1
1.2.	Delimitación de la Investigación	3
1.3.	Formulación del Problema	3
1.3.1.	Problema General	3
1.3.2.	Problemas Específicos.....	3
1.4.	Formulación de Objetivos	4
1.4.1.	Objetivo General	4
1.4.2.	Objetivos Específicos	4
1.5.	Justificación de la Investigación.....	5
1.5.1.	Justificación Teórica.....	5
1.5.2.	Justificación Práctica	5
1.5.3.	Justificación Económica.....	6
1.5.4.	Justificación Metodológica.....	6
1.5.5.	Justificación Investigativa	7
1.5.6.	Justificación con el Medio Ambiente	7
1.6.	Limitaciones de la Investigación	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de Estudio.....	9
2.1.1.	Antecedentes Internacionales	9
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	12
2.2.	Bases Teóricas – Científicas.....	15
2.2.1.	Metodología PMI.....	15
2.2.2.	Gestión de Relaves	17
2.2.3.	International Council on Mining and Metals (ICMM).....	18
2.3.	Definición de Términos Básicos	20
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	22
2.4.1.	Hipótesis General	22
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	22
2.5.	Identificación de las Variables	22
2.5.1.	Variable Independiente.....	22
2.5.2.	Variable Dependiente	22
2.5.3.	Variables Intervinientes.....	22
2.6.	Definición Operacional de Variables e Indicadores	24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación	25
3.2.	Nivel de Investigación.....	25
3.3.	Método de Investigación	25
3.4.	Diseño de la Investigación.....	26
3.5.	Población y Muestra	26

3.5.1.	Población	26
3.5.2.	Muestra	26
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	26
3.6.1.	Técnicas de Recolección de Datos	26
3.6.2.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	26
3.7.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	27
3.8.	Tratamiento Estadístico	28
3.9.	Orientación Ética Filosófica y Epistémica	28

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del Trabajo de Campo	29
4.1.1.	Descripción del Proyecto.....	29
4.1.2.	Contenido del Proyecto	30
4.1.3.	Trabajos Preliminares	30
4.1.4.	Recrecimiento del Dique Principal Cota 4414 m.s.n.m.	35
4.2.	Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados.....	55
4.2.1.	Prácticas Relevantes	55
4.2.2.	Mejora de Los Entregables	55
4.2.3.	Mejora de La Eficiencia	56
4.2.4.	Planificación	56
4.3.	Prueba de Hipótesis	58
4.4.	Discusión de Resultados.....	59

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)</i>	30
Figura 2 <i>Mapa de riesgos de la zona de influencia del proyecto</i>	31
Figura 3 <i>Acceso Alterno de tránsito</i>	33
Figura 4 <i>Accesos de Operaciones</i>	34
Figura 5 <i>Detalle de la ubicación de la Desmontera 10</i>	40
Figura 6 <i>Vista de corte del recrecimiento planificado en la presente etapa</i>	49
Figura 7 <i>Sección del muro de aliviadero de demasías</i>	53
Figura 8 <i>Vista en planta del del muro de aliviadero de demasías</i>	54
Figura 9 <i>Áreas de Conocimiento más influyentes</i>	55
Figura 9 <i>Eficiencia en la Planificación con la implementación del PMI</i>	56
Figura 10 <i>Cronograma del proyecto con Project</i>	57
Figura 11 <i>Curva “S” del proyecto</i>	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variable Independiente.....	24
Tabla 2 Operacionalización de Variable Dependiente	24
Tabla 3 Recursos para preparación de material mediante coneo.....	37
Tabla 4 Volumen de material para preparación.....	38
Tabla 5 Recursos para actividad de carguío y transporte	41
Tabla 6 Recursos para la actividad de colocación y compactación de material tipo II.	42
Tabla 7 Recursos para la actividad de perfilado de talud	43
Tabla 8 Recursos para la actividad de preparación de material tipo I.....	44
Tabla 9 Recursos para la actividad de carguío y transporte tipo I.....	45
Tabla 10 Recursos para la actividad de colocación y compactación tipo I.	46
Tabla 11 Recursos para la actividad de perfilado de talud.	46
Tabla 12 Recursos para la actividad de excavación de zanja de anclaje.	47
Tabla 13 Recursos para la actividad de relleno de zanja de anclaje.....	48
Tabla 14 Metrado de actividades incidentes.....	49
Tabla 15 Seguimiento del avance del proyecto.	58

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y Determinación del Problema

El sector minero en el Perú, específicamente en la Región Junín, se enfrenta a un desafío significativo en los proyectos relacionados a la gestión relaves. La Unidad Minera Andaychagua, ubicada en esta región, no ha sido ajena a este problema. En gran medida debido a que, de la gestión eficiente de relaves depende la continuidad de la operación minera, que en el peor escenario podría devenir en una paralización por parte del gobierno por incumplimientos asociados a la normativa, lo que significaría un impacto negativo en la producción y por ende en la economía local.

Según un estudio realizado por la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía en 2020, el 60% de los proyectos mineros en Perú experimentan retrasos en su ejecución, lo que genera un aumento en los costos y una disminución en la eficiencia. Esto se debe, en gran medida, a la falta de una gestión adecuada de los proyectos, lo que incluye la planificación, la ejecución y el control de los mismos.

El problema de la gestión ineficiente de proyectos de recrecimiento de relaciones no solo tiene un impacto económico, sino también ambiental y social. La paralización de la unidad minera puede generar la pérdida de empleos y la disminución de la calidad de vida de las comunidades cercanas. Además, la falta de una gestión adecuada de los relaves puede generar impactos ambientales negativos, como la contaminación del agua y el suelo.

La aplicación de la Metodología PMI (Project Management Institute) en la gestión de proyectos de recrecimiento de relaciones puede ser una solución efectiva para abordar este problema. La Metodología PMI es un enfoque metódico y estructurado para la gestión de proyectos de diversa índole, que incluye la planificación, la ejecución y el control de los mismos (PMI, 2020). Al aplicar esta metodología, las empresas mineras pueden mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos, reducir los costos y aumentar la productividad.

La aplicación de la Metodología PMI en la Unidad Minera Andaychagua también podría centrarse en el involucramiento de los interesados (stakeholders), un mejor análisis del riesgo asociado y una mejora en las comunicaciones ya sean internas o externas y una mejor administración de los recursos en general. Todo esto hace de la metodología del PMI un valor agregado que podría adecuarse a las diferentes áreas de la empresa. Por lo tanto, se propone la aplicación de la Metodología PMI en la gestión de proyectos de recrecimiento de relaves en la Unidad Minera Andaychagua, con el fin de mejorar la eficiencia y reducir los costos.

1.2. Delimitación de la Investigación

La investigación se enfocará en la aplicación de la metodología del Project Management Institute (PMI) para la planificación y ejecución de obras de recrecimiento de relaves en la región de Junín durante el año 2023.

La delimitación de esta investigación proporciona un enfoque claro y específico para abordar la aplicación de la metodología PMI en obras de recrecimiento de relaves en Junín en 2023, considerando factores geográficos, temporales y técnicos cruciales para el éxito del proyecto.

- Lugar: Unidad Minera Andaychagua
- Distrito: Huayhuay
- Provincia: Yauli
- Departamento: Junín
- Altitud: 4500 m.s.n.m.

1.3. Formulación del Problema

La formulación del problema nos ayudará a navegar en la búsqueda del conocimiento. Se debe considerar el desarrollo de los límites propuestos que cubran múltiples puntos.

1.3.1. Problema General

- ¿Cómo influirá la aplicación de la metodología PMI para obras de recrecimiento de relaves, Junín 2023?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las prácticas específicas de la Metodología PMI que tienen un mayor impacto en la eficiencia de la gestión en proyectos de recrecimiento de relaves en la región de Junín?

- ¿Cómo se puede analizar la relación entre la implementación de la metodología PMI y la mejora en la calidad de los entregables de los proyectos de recrecimiento de relaves?
- ¿Cómo se puede analizar cómo la implementación de la Metodología PMI mejora la eficiencia en la planificación y control de proyectos de recrecimiento de relaves?

1.4. Formulación de Objetivos

Si las preguntas planteadas son genuinas, siempre se ha de tener cuidado de no confundir las metas generales con las específicas, y las preguntas deben formularse y considerarse de una manera que sea realista y que a la vez pueda ser medible y comparable.

1.4.1. Objetivo General

- Aplicar de la metodología PMI para obras de recrecimiento de relaves, Junín 2023.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las prácticas específicas de la Metodología PMI que tienen un mayor impacto en la eficiencia de la gestión en proyectos de recrecimiento de relaves.
- Analizar la relación entre la implementación de la metodología PMI y la mejora en la calidad de los entregables de los proyectos de recrecimiento de relaves.
- Analizar cómo la implementación de la Metodología PMI mejora la eficiencia en la planificación y control de proyectos de recrecimiento de relaves.

1.5. Justificación de la Investigación

1.5.1. Justificación Teórica

La aplicación de la metodología PMI para obras de recrecimiento de relaves en Junín, 2023, encuentra su justificación teórica en principios consolidados de gestión de proyectos. La metodología PMI, desarrollada por el Project Management Institute, proporciona un enfoque ordenado que aborda aspectos clave como las comunicaciones y la integración, áreas que pueden ser de mucha utilidad si se enfoca en la sostenibilidad ambiental y la seguridad comunitaria. Este enfoque sistemático busca mejorar la eficiencia del proyecto desde la planificación hasta la ejecución, asegurando el cumplimiento de normativas y regulaciones específicas de Junín. La investigación contribuirá al conocimiento científico al explorar la aplicabilidad específica de la metodología PMI en el contexto de la gestión de relaves.

1.5.2. Justificación Práctica

La justificación práctica para la aplicación de la metodología PMI en las obras de recrecimiento de relaves en Junín, 2023, radica en la necesidad de abordar desafíos concretos y mejorar la eficacia de la gestión de proyectos. La metodología PMI ofrece un enfoque práctico y probado para planificar, ejecutar y controlar proyectos de manera eficiente. En el contexto específico de Junín, la aplicación de esta metodología busca garantizar una gestión más efectiva de la ejecución de proyectos relacionados a los relaves mineros, asegurando la sostenibilidad ambiental, la seguridad de las comunidades y el cumplimiento de normativas locales. La justificación práctica subraya la utilidad inmediata y tangible de la metodología PMI en la mejora de la planificación y ejecución de las obras de recrecimiento de relaves en el escenario específico de Junín en 2023.

1.5.3. Justificación Económica

La justificación económica para la aplicación de la metodología PMI en las obras de recrecimiento de relaves en Junín, 2023, se fundamenta en la eficiencia en el uso de recursos y la optimización de costos a lo largo del proyecto. La metodología PMI, al proporcionar una estructura sistemática para la gestión de proyectos, busca reducir posibles desperdicios, evitar retrasos y mejorar la asignación eficiente de recursos.

En el contexto económico, la aplicación de esta metodología tiene como objetivo minimizar los costos asociados con la gestión de relaves, asegurando que el proyecto se ejecute dentro de los límites presupuestarios establecidos. La justificación económica destaca la capacidad de la metodología PMI para contribuir a la viabilidad financiera de las obras de recrecimiento de relaves en Junín, brindando beneficios económicos a largo plazo.

1.5.4. Justificación Metodológica

La justificación metodológica para la aplicación de la metodología PMI en las obras de recrecimiento de relaves en Junín, 2023, se basa en la necesidad de un enfoque estructurado y sistemático para gestionar proyectos complejos. La metodología PMI ofrece un marco metodológico ampliamente reconocido que abarca desde la fase de inicio hasta la de cierre, proporcionando un conjunto de herramientas y mejores prácticas para la planificación, ejecución y control de proyectos. En el contexto específico de Junín, esta metodología se justifica para asegurar una implementación ordenada y eficaz de las obras, considerando factores ambientales, sociales y regulatorios. La justificación metodológica destaca la capacidad de la metodología PMI para mitigar riesgos, mejorar la

calidad del proyecto y facilitar una gestión eficiente a lo largo de las diferentes etapas de las obras de recrecimiento de relaves.

1.5.5. Justificación Investigativa

La justificación investigativa para la aplicación de la metodología PMI en las obras de recrecimiento de relaves en Junín, 2023, se centra en la contribución a la generación de conocimiento y la resolución de problemas específicos en el campo de la gestión de proyectos en el sector minero. La aplicación de la metodología PMI en este contexto permitirá explorar a fondo su efectividad, adaptabilidad y beneficios prácticos, generando insights valiosos para la gestión eficiente de proyectos similares. Además, la investigación busca llenar posibles brechas en la literatura científica, proporcionando una base teórica y práctica robusta para futuros proyectos de gestión de relaves y, potencialmente, proyectos similares en otras regiones. En resumen, la justificación investigativa destaca la relevancia y el aporte único que esta investigación puede hacer al conocimiento existente en el campo de la gestión de proyectos y la mitigación de impactos ambientales en la minería.

1.5.6. Justificación con el Medio Ambiente

La justificación ambiental para la aplicación de la metodología PMI en las obras de recrecimiento de relaves en Junín, 2023, se centra en la necesidad imperante de gestionar de manera sostenible los residuos mineros, minimizando el impacto ambiental y preservando la integridad de los ecosistemas locales. La metodología PMI, al proporcionar un enfoque estructurado y sistemático para la gestión de proyectos, se justifica como una herramienta efectiva para abordar los desafíos ambientales asociados con la acumulación de relaves. La aplicación de esta metodología tiene el potencial de garantizar la implementación de prácticas

responsables, la identificación y mitigación proactiva de riesgos ambientales, y la incorporación de criterios de sostenibilidad en todas las fases del proyecto. En resumen, la justificación ambiental destaca la capacidad de la metodología PMI para promover la gestión ambientalmente consciente en las obras de recrecimiento de relaves, contribuyendo a la preservación y restauración de los ecosistemas locales en Junín.

1.6. Limitaciones de la Investigación

Las limitaciones de la investigación sobre la aplicación de la metodología PMI para obras de recrecimiento de relaves en Junín, 2023, son importantes consideraciones que deben tenerse en cuenta para interpretar los resultados y aplicar las conclusiones. Algunas posibles limitaciones incluyen:

- Muestra Limitada
- Temporalidad
- Variabilidad en la Implementación
- Factores Económicos Variables.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudio

La actividad de investigación es el uso de terraplenes en la plataforma de la carretera para mejorar el rendimiento y las propiedades físicas de los caminos de tierra blanda.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según Ruiz Saldaña, Paz Espejo, & Rojas Wilches (2018) en su tesis titulada “Aplicación de la metodología PMI para proyecto de construcción vertical de uso residencial, caso de estudio: proyecto KD MARLY” menciona que, Los lineamientos del PMI permiten la captación y procesamiento de la información para entregar bases sólidas a la gestión del proyecto. A pesar que da una guía, se debe complementar con procesos propios de la compañía, así como de las características únicas del proyecto como la ubicación, uso, magnitud, entre otros. En Colombia las construcciones de edificios para uso residencial son más comunes en los últimos años, llevando a pequeñas constructoras, ejecutar proyectos de forma empírica basados en la experiencia de proyectos anteriores,

dejando actividades preliminares como el inicio y la planeación parcialmente terminada, y posteriormente causando problemas en la ejecución del proyecto.

Para verificar lo expuesto anteriormente, se realiza una encuesta a profesionales de ingeniería y afines, donde se obtiene que el 100% de los encuestados considera la planeación como de vital importancia para un proyecto de construcción, de la misma forma, se encuentra que el riesgo con probabilidad frecuentemente corresponde a fallos en la programación, con un 57% del total de los entrevistados, lo cuales abarcan, tiempos con precaria fuente de estimación, flujo de caja mal proyectado, poca reserva de contingencia, entre otros. En adición a lo anterior, las metodologías conocidas por los entrevistados son PMI con un 78.3%, Cadena Critica 19.6%, Prince 8.7%, Agile 2.2%, Ninguna 15.2%. Con lo anterior se reconoce a la metodología PMI como la más adecuada para ser evaluada como propuesta de mejora en pequeñas constructoras en la etapa de planeación.

Al implementar la metodología PMI se encuentra que ciertas áreas de conocimiento se deben adaptar a las políticas internas de la empresa como el plan de calidad y políticas de control y regulación aplicables a cada proyecto, cada una de ellas está basada en normativas de estandarización como las ISO 9001, para el caso de estudio KD Marly al ser un proyecto que se encontraba en las fases de inicio y planeación, se implementó la metodología PMI en las áreas de conocimiento de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones y riesgos. En esta etapa se identificó que algunos componentes como calidad, comunicaciones y riesgos dependen principalmente de los procesos internos de la compañía, es este caso no se tenían procesos predefinidos, por lo cual se tuvo que desarrollar planes de calidad, comunicación y riesgos como

primera versión en la compañía. Con base a lo anterior, se concluye que el PMI permite la integración del ambiente laboral propio de la compañía con la estandarización de gestión de proyectos de cada empresa.

Según Mesa Mateus (2014) en su tesis titulada “Lecciones Aprendidas en la Gestión Integral de Información en Etapa de Prefactibilidad para la Construcción de una Planta de Procesamiento de Doré” menciona que, Se pudo realizar un mapa de proceso para la fase de prefactibilidad en la construcción de una planta minera, herramienta indispensable para la revisión gerencial del control de puntos críticos y optimización de procesos.

El mapa de proceso diseñado para el caso particular en una compañía en Colombia, fue creado para la fase de prefactibilidad que debía aprobarse en marzo de 2014. Sin embargo, por factores externos e internos (Los nombrados en el documento), dicho proyecto no pasó a la siguiente fase y debe ser replanteado durante el 2015. Por tal razón, el proceso para cada una de las fases y las fallas mostradas en este proyecto de grado, pueden usados y aplicados teniendo en cuenta las recomendaciones sugeridas.

La recopilación de información externa a la compañía se puede separar en dos fuentes: Centros de investigación (Universidades) y entidades privadas (Consultoras y/o Empresas mineras). Los centros de investigación son más abiertos con el suministro de información, debido a que los resultados que ellos han obtenido, pueden ser usados para otra investigación en otra entidad. Por otro lado, las entidades privadas, tienen cláusulas de confidencialidad que no les permite suministrar información de la compañía, debido a que dicha información es parte fundamental para el modelo de negocio que ellos ofrecen. Según la

opinión de las gerencias, la confidencialidad en la información no solo se realiza con personas externas de la compañía, sino también con áreas internas, por tal razón, se recomienda implementar un sistema de gestión documental que proporcione opciones de bloqueo de información según el tipo de acceso.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según Pinto Quispe (2015) en su tesis titulada “Metodología del PMBOK – PMI, Aplicado en la Implementación del Sistema de Gestión de Proyectos, en la Construcción del Recrecimiento del Depósito de Relaves Ocroyoc a la Cota 4272 msnm de un Proyecto Minero” menciona que, el estándar elegido para el sistema de gestión de proyectos es el PMBOK®, cumple a cabalidad las variables de implementación, estrategia organizacional, dificultades de entrenamiento, tiempo, costo, acceso de información, fecha de publicación y editor, de la evaluación cuantitativa, en una escala de 1 a 5, el estándar del PMI obtuvo una puntuación de 4.2 frente al estándar Lean Project Delivery System - LPDS (3.48), ISO 21500 Guide on Project Management (2.96), AGI TOC Theory of Constraints (3.16) y IPMA – ICB Línea Base de Competencia.

El modelo elegido para medir el grado de madurez en gestión de proyectos de Volcán Cía. Minera es el modelo PMMM de Kerzner, cumple a cabalidad las variables de implementación, estrategia organizacional, dificultades de entrenamiento, tiempo, costo, acceso de información, fecha de publicación y editor, de la evaluación cuantitativa, en una escala de 1 a 5, este modelo obtuvo una puntuación de 4.16 frente al modelo OPM3 (2.63) y el modelo PM Solutions (3,12). La triple restricción (Alcance, tiempo y costo), son las variables para determinar el éxito de los proyectos en Volcán Cía. Minera S.A.A.

La ejecución de los proyectos antes de la implementación del Sistema de Gestión de Proyectos cumple al 100% el alcance del proyecto, sin embargo, no ocurre lo mismo con las variables de Costo (56%), Tiempo (40%), estos proyectos no son exitosos.

Los resultados obtenidos en la evaluación de Madurez en Gestión de Proyectos, realizada al personal responsable de dirigir los proyectos en las unidades operativas de Volcán Cía. Minera, no alcanzó la calificación necesaria para ser considerada como una Gestión Madura, por el contrario, se puede calificar como una Gestión Deficiente, ya que de acuerdo a lo establecido por H. Kerzner no se logró superar satisfactoriamente ningún nivel del modelo, debido a que el personal a cargo de los proyectos no son contratados para este fin, compartiendo así su tiempo entre sus actividades primordiales con las de dirigir los proyectos, lo que podemos denominar como una Organización Funcional Fuerte.

Después de la implementación del Sistema de Gestión de Proyectos, los proyectos asignados logran un cumplimiento de 40% de la Línea Base del Costo, 76% de la Línea Base del Cronograma y 84% en la Línea Base del Alcance, aun los proyectos asignados no son exitosos. Este análisis muestra que el alcance de los proyectos, proporcionado por el cliente interno no es definido claramente, esto genera cambios durante la ejecución de los proyectos que impactan en tiempo y costo.

Las herramientas y técnicas del Sistema de Gestión de Proyectos propuesto, aplicadas en la Gestión de Tiempo y Costo en la Construcción del "Recrecimiento del Depósito de Relaves Ocroyoc a la Cota 4272 msnm (4m)", permitió sincerar el presupuesto y cronograma del proyecto, el cual inicialmente

fue de 26,891.00 USD y ascendió a 45,425.00 USD, y de diciembre del 2014 – enero 2015 a abril 2014 – febrero 2016, respectivamente.

Según Santiago Santiago (2023) en su tesis titulada “Implementación del sistema LAST PLANNER en el proyecto Presa de Relaves Etapa 4 En Unidad Minera Chinalco –Junín – 2020” menciona que, La presente investigación demuestra la mejora que existe al implementar el last Planner System en el proyecto “Presa de relaves –Etapa 4”, usando esta herramienta del Lean Construction el proyecto logra un avance real mayor al programado y así cumple con los objetivos del proyecto, teniendo menos improductivos y generando la satisfacción del cliente.

La metodología empleada en la presente investigación es cuantitativa, el tipo de investigación es aplicada. El diseño es no experimental.

El Lean Construcción o construcción sin perdida es fundamental para el arranque y el control de proyecto. El Last Planner System es una herramienta muy importante para la buena programación de proyectos, se inicia generando un master plan, también se genera un tren de trabajo, donde se tiene holgura cero, además de ello el Last Planner System tiene las siguientes partes: porcentaje de plan cumplido (PAC), las causas de incumplimiento, el Lookahead y el análisis de restricciones.

Después de analizar la hipótesis y general y específicas, donde se puede apreciar la mejora semana a semana que existe en el porcentaje de plan cumplido, así como en el avance semanal o curva “S, podemos concluir que la implementación de la herramienta last planner System ayuda en la mejora de la programación y genera mayor confiabilidad de la programación, obteniendo resultados alineados con el objetivo del cliente.

2.2. Bases Teóricas – Científicas

2.2.1. Metodología PMI

La metodología del Project Management Institute (PMI) se ha convertido en un estándar global para la gestión de proyectos, proporcionando un marco y herramientas clave para la planificación, ejecución, monitoreo y cierre de proyectos. El PMBOK® Guide (Project Management Body of Knowledge) en su última edición (2021), establece que la metodología PMI se basa en diez áreas de conocimiento fundamentales que son aplicables en cualquier tipo de proyecto, independientemente de su tamaño o industria. Estas áreas incluyen:

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** Explica cómo se da la integración de las diferentes áreas del proyecto (alcance, tiempo, costo, calidad, recursos, riesgos, adquisiciones, interesados), enfocándose en la coordinación de los mismos, asegurando que las distintas partes trabajen en conjunto de manera coherente. Esto incluye la creación de un plan de proyecto (Project Charter), la supervisión del trabajo y la integración de cambios cuando sea necesario. Su propósito es asegurar que las decisiones y acciones tomadas estén alineadas con los objetivos generales del proyecto.
- **Gestión del Alcance:** Detalla cómo definir y gestionar el alcance del proyecto el cual es crucial para evitar desviaciones y garantizar el cumplimiento de metas y entregables. Se ocupa de definir y controlar lo que está y lo que no está incluido en el proyecto, esto incluye la identificación de los requisitos, la creación de la estructura de desglose del trabajo (EDT, WBS en inglés) y la validación del alcance con los interesados (stakeholders). Su principal rol es el de evitar los adicionales de obra, que en por lo general se dan por una por no tener claro las necesidades del cliente o por una inadecuada planificación.

- **Gestión del Cronograma:** Se enfoca en las técnicas de estimación, programación y control del tiempo necesario para completar el proyecto, priorizando la importancia de crear un cronograma realista. Incluye la definición de actividades, la estimación de duraciones, el desarrollo del cronograma y su control para asegurar que el proyecto se complete dentro del tiempo previsto.
- **Gestión de los Costos:** Se refiere a la estimación y posterior control de los costos del proyecto garantizando un uso eficiente de los recursos durante todo el ciclo de vida del proyecto. La planificación y control de los costos del proyecto aseguran que el proyecto se complete dentro del presupuesto proyectado.
- **Gestión de la Calidad:** Expone cómo asegurar la calidad del producto o servicio del proyecto a través de la planificación, aseguramiento y control de la calidad, verificando que los entregables cumplen con los criterios que satisfaga las necesidades y expectativas de los interesados.
- **Gestión de los Recursos:** Describe cómo identificar, adquirir y gestionar los recursos humanos, físicos y financieros necesarios para el proyecto. Incluye la planificación de recursos, la estimación de las necesidades, la adquisición de recursos y la gestión del equipo del proyecto asignando roles y responsabilidades, que asegure que se utilicen de manera eficiente.
- **Gestión de las Comunicaciones:** Abarca la planificación, gestión y monitoreo de las comunicaciones dentro del proyecto, estableciendo estrategias que aseguren que la información se distribuya de manera efectiva y oportuna entre todos los interesados. Esto es clave para mantener la estructura y facilitar la toma de decisiones.

- **Gestión de los Riesgos:** Involucra la identificación, análisis, y respuesta a los riesgos que podrían afectar al proyecto. Esto incluye la planificación de la gestión de riesgos, su análisis cualitativo y cuantitativo, y la implementación de estrategias para minimizar las amenazas y maximizar las oportunidades.
- **Gestión de las Adquisiciones:** Trata sobre la adquisición de bienes y servicios necesarios para el proyecto desde fuentes externas. Incluye la planificación de adquisiciones, la selección de proveedores, la administración de contratos y el cierre de adquisiciones, asegurando que se cumplan los acuerdos contractuales, desde la solicitud de propuestas hasta la finalización del contrato.
- **Gestión de los Interesados (Stakeholders):** Se refiere a la identificación de las partes interesadas, la planificación del involucramiento, la gestión de sus relaciones y el monitoreo de sus necesidades e intereses a lo largo del proyecto, para garantizar que se satisfagan las necesidades de los interesados y se mantenga su compromiso con el proyecto.

2.2.2. Gestión de Relaves

se refiere a la planificación, manejo y control de los desechos generados durante el proceso de extracción y procesamiento de minerales. Los relaves son los residuos resultantes después de que se han extraído los minerales valiosos de la roca. Este proceso es fundamental en la industria minera debido a los grandes volúmenes de desechos producidos y su potencial impacto ambiental. La gestión efectiva de los relaves incluye la selección adecuada de los sitios de disposición, la construcción de depósitos de relaves seguros, y la implementación de medidas para prevenir la contaminación del suelo y el agua.

También implica el monitoreo y mantenimiento continuo de los depósitos, para asegurar su estabilidad a lo largo del tiempo y evitar fallas catastróficas, como deslizamientos o rupturas de presas. Estas fallas pueden liberar grandes cantidades de material tóxico al medio ambiente, causando daños irreversibles a los ecosistemas y comunidades circundantes. Por esta razón, se desarrollan y aplican estándares y prácticas internacionales para garantizar que los depósitos de relaves sean gestionados de manera responsable, minimizando riesgos y protegiendo tanto al medio ambiente como a las personas.

Finalmente, la Gestión de Relaves también está cada vez más enfocada en la sostenibilidad, buscando reducir la huella ambiental de las operaciones mineras a través de tecnologías innovadoras y prácticas de economía circular, como la revalorización de los relaves para otros usos industriales. Este enfoque no solo busca minimizar los impactos negativos, sino también transformar lo que tradicionalmente se ha considerado un desecho en un recurso valioso, contribuyendo así a una minería más responsable y sostenible.

2.2.3. International Council on Mining and Metals (ICMM)

El Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, por sus siglas en inglés) es una organización global que agrupa a empresas líderes en la industria minera con el objetivo de promover la minería responsable y sostenible. Fundado en 2001, el ICMM establece lineamientos y mejores prácticas para abordar los desafíos sociales, ambientales y económicos que enfrenta el sector minero. La organización se enfoca en aspectos clave como la seguridad, la gestión ambiental, los derechos humanos y el desarrollo sostenible, buscando asegurar que la minería contribuya de manera positiva a la sociedad y minimice su impacto negativo en el medio ambiente.

La Gestión de Relaves es un área crítica dentro de las operaciones mineras, y el ICMM juega un papel fundamental en establecer estándares globales para su manejo adecuado. Los relaves, como subproducto de la extracción y procesamiento de minerales, presentan riesgos significativos si no se gestionan correctamente, como la posible contaminación de agua y suelos o la falla de las instalaciones de almacenamiento. Para mitigar estos riesgos, el ICMM ha desarrollado marcos y guías que promueven la gestión segura de los relaves, asegurando la estabilidad estructural de los depósitos y la prevención de impactos ambientales adversos. Este enfoque es esencial para mantener la confianza pública y garantizar la sostenibilidad de las operaciones mineras.

Entre las herramientas y estándares que el ICMM utiliza para la Gestión de Relaves, se destaca el "Estándar Global sobre la Gestión de Relaves" (Global Industry Standard on Tailings Management, GISTM), que fue desarrollado en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y los Principios para la Inversión Responsable (PRI). Este estándar establece directrices para la planificación, construcción, operación, monitoreo y cierre de las instalaciones de relaves, con un enfoque en la minimización de riesgos y la protección de las comunidades y el medio ambiente circundante. El GISTM es ampliamente adoptado por las empresas miembros del ICMM, reflejando un compromiso con la excelencia en la gestión de relaves.

Además del GISTM, el ICMM también promueve la Guía para la Gestión de la Estabilidad de los Relaves, que proporciona una metodología integral para evaluar y gestionar los riesgos asociados con la estabilidad física de los depósitos de relaves. Esta guía aboga por un enfoque basado en el ciclo de vida completo de las instalaciones de relaves, desde el diseño inicial hasta el cierre y post-cierre,

asegurando que se consideren todos los factores que puedan influir en la estabilidad a largo plazo. La implementación de estas directrices es crucial para prevenir fallas catastróficas y garantizar que las operaciones mineras sean sostenibles a largo plazo.

El ICMM fomenta la adopción de tecnologías innovadoras y prácticas de monitoreo avanzado para mejorar la Gestión de Relaves. Esto incluye el uso de sensores remotos, sistemas de alerta temprana y análisis de datos en tiempo real para detectar posibles problemas de estabilidad antes de que se conviertan en amenazas. Al integrar estas tecnologías con las mejores prácticas y estándares globales, el ICMM busca no solo mitigar riesgos, sino también establecer nuevos benchmarks en la gestión responsable y eficiente de los relaves, contribuyendo así a que la industria minera sea más segura y sostenible.

2.3. Definición de Términos Básicos

Gestión de Proyectos

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades que componen los proyectos, con el fin de satisfacer los requisitos del mismo. Según el PMI, la dirección de proyectos se logra mediante la ejecución de procesos, usando conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas de dirección (PMI, 2017).

El triángulo esencial de la gestión de proyectos se compone de tres variables que determinan la calidad del proyecto: alcance, costo y tiempo, las cuales se definen en la etapa de concepción y se van ajustando a lo largo del ciclo de vida del proyecto en función a las necesidades.

Ciclo de Vida del Proyecto

Este concepto abarca todas las fases por las que atraviesa un proyecto, desde su inicio hasta su cierre. Incluye la planificación, ejecución, monitoreo y control, y finalización.

Recrecimiento de Relaves

Este término se refiere a las actividades realizadas para aumentar la capacidad de almacenamiento de los depósitos de relaves en una mina. Los relaves son los residuos que quedan después de extraer los minerales valiosos del cuerpo del mineral. El recrecimiento implica elevar la estructura de los depósitos para continuar con el almacenamiento seguro de estos residuos, siguiendo estrictos estándares de seguridad y sostenibilidad.

PMO (Project Management Office / Oficina de Gestión de Proyectos)

se refiere a una estructura organizativa que estandariza los procesos de gobernanza relacionados con los proyectos y facilita el intercambio de recursos, metodologías, herramientas y técnicas en la gestión de proyectos dentro de una organización.

La PMO desempeña un papel crucial en la aplicación de la metodología PMI, ya que actúa como el núcleo central para la implementación de mejores prácticas, asegurando que todos los proyectos, como los de recrecimiento de relaves, se alineen con los objetivos estratégicos de la organización. La PMO supervisa la gestión de la cartera de proyectos, proporcionándoles apoyo técnico y estratégico, y asegurando que se cumplan los estándares de tiempo, costo y calidad. Además, la PMO fomenta la eficiencia organizativa al estandarizar la metodología PMI, lo que resulta en una mejora de la gestión y ejecución de proyectos, particularmente en sectores complejos como el minero.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La aplicación de la metodología PMI influirá positivamente en la eficacia de las obras de recrecimiento de relaves, Junín 2023.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Hi1: Algunas prácticas específicas de la Metodología PMI tienen un impacto significativamente mayor en la eficiencia de la gestión en proyectos de recrecimiento de relaves en comparación con otras áreas de conocimiento.
- Hi2: Existe una relación positiva y significativa entre la implementación de la metodología PMI y la mejora en la calidad de los entregables de los proyectos de recrecimiento de relaves.
- Hi3: La implementación de la Metodología PMI mejora significativamente la eficiencia en la planificación y control de proyectos de recrecimiento de relaves.

2.5. Identificación de las Variables

2.5.1. Variable Independiente

Aplicación de la metodología PMI.

2.5.2. Variable Dependiente

La eficiencia en las obras de recrecimiento de relaves.

2.5.3. Variables Intervinientes

Experiencia del equipo en gestión de proyectos.

La complejidad del proyecto.

Contexto organizacional.

Capacitación del equipo de proyecto (PMO).

Recursos disponibles.

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

Tabla 1

Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Aplicación de la metodología PMI	Se refiere a la implementación práctica y sistemática de los principios y procesos establecidos por el Project Management Institute (PMI) en la gestión de proyectos. PMI es una organización reconocida a nivel mundial que proporciona estándares y directrices para la planificación, ejecución y control efectivo de proyectos en diversas industrias.	La implementación de la Metodología PMI será medida a través de la adopción de los procesos y prácticas descritos en el PMBOK (Project Management Body of Knowledge) en las diferentes fases del proyecto de recrecimiento de relaves.	D1: Planificación detallada del proyecto. D2: Ejecución del proyecto. D3: Monitoreo y control del proyecto D4: Cierre y entrega	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad • Cumplimiento • Optimización

Nota: Elaboración propia

Tabla 2

Operacionalización de Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
La eficiencia en las obras de recrecimiento de relaves	Se refiere a la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos, medido en términos de cumplimiento de objetivos de tiempo, costo, calidad y seguridad.	Nivel de logro de los objetivos del proyecto en cuanto a tiempo, costo, calidad y seguridad, comparado con los estándares establecidos.	D1: Cumplimiento de la planificación. D2: Cumplimiento de las metas. D3: Conformidad con la calidad del proyecto. D4: Satisfacción del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • % de desviación • % de cumplimiento • % de conformidades.

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación utilizada en este proyecto es de naturaleza aplicada, ya que se enfoca en mejorar las obras de recrecimiento de relaves mediante la metodología PMI.

3.2. Nivel de Investigación

Los estudios descriptivos se centran en ofrecer una descripción detallada y precisa de una realidad, como lo indica Ccanto Mallma, (2010). Estos estudios priorizan la amplitud y la precisión sobre la profundidad, y son especialmente útiles para examinar poblaciones numerosas y un amplio espectro de variables y correlaciones. Para llevar a cabo este tipo de estudios, se emplean métodos y técnicas estadísticas tanto en la recolección como en el análisis de datos.

3.3. Método de Investigación

Este estudio utiliza el enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recopilación de datos que proporcionan información objetiva. Se centra en buscar

evidencia que respalde las ideas planteadas, lo que conduce a un conocimiento más preciso y confiable.

3.4. Diseño de la Investigación

El enfoque de diseño utilizado en esta investigación es no experimental, ya que implica la recopilación de datos o muestras a través de la observación durante un período específico. Estos datos recopilados son luego evaluados mediante gráficos, tablas o paneles de control. Además, se investigan las razones por las cuales ciertas actividades no se llevaron a cabo y se buscan soluciones para evitar que estas causas se repitan, asegurando así el cumplimiento de las actividades programadas.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

Obras de recrecimiento de relaves, Junín 2023.

3.5.2. Muestra

Área de conocimiento del PMI implementadas en el proyecto.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, y las principales técnicas empleadas en el presente estudio se detallan a continuación:

- Entrevistas no estructuradas con el personal clave del proyecto.
- Análisis documental o de contenido.
- Estudio de casos.

3.6.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Los principales instrumentos utilizados para el estudio son los siguientes:

- Encuestas en línea.
- Guías de entrevista.
- Técnicas de procesamiento de datos.
- Análisis Documental

3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

En el contexto de la aplicación de la metodología PMI para obras de recrecimiento de relaves en Junín, 2023, se pueden emplear diversas técnicas de procesamiento y análisis de datos para evaluar la efectividad del proyecto. Aquí se presentan algunas técnicas relevantes:

- **Análisis de Cronograma:** Utilización de herramientas de software de gestión de proyectos para analizar el cronograma del proyecto, identificar hitos críticos, y evaluar el cumplimiento de plazos.
- **Análisis de Costos:** Aplicación de técnicas de análisis de costos para comparar el presupuesto planificado con los costos reales, identificando posibles desviaciones y áreas de optimización.
- **Evaluación de Calidad:** Implementación de técnicas de aseguramiento de la calidad para evaluar la conformidad del proyecto con los estándares y criterios de calidad establecidos por PMI.
- **Encuestas y Entrevistas:** Recopilación de datos cualitativos a través de encuestas y entrevistas para evaluar la percepción de los stakeholders, incluyendo la comunidad local, sobre la efectividad y aceptación del proyecto.

3.8. Tratamiento Estadístico

Los datos serán valorados en forma estadística con el uso únicamente de valores promedio, desviación estándar, valores máximos y mínimos ya que la normativa peruana así lo exige para el caso de este tipo de estudios.

3.9. Orientación Ética Filosófica y Epistémica

La investigación tiene que respetar las normas éticas dadas por el Vicerrectorado de investigación y las instituciones encargadas de la probidad de las investigaciones.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del Trabajo de Campo

4.1.1. Descripción del Proyecto

La Unidad Minera Andaychagua, se ubica en el anexo de San José de Andaychagua, Distrito de Huayhuay, Provincia de Yauli, departamento de Junín, a una altitud media de 4,400 m.s.n.m.

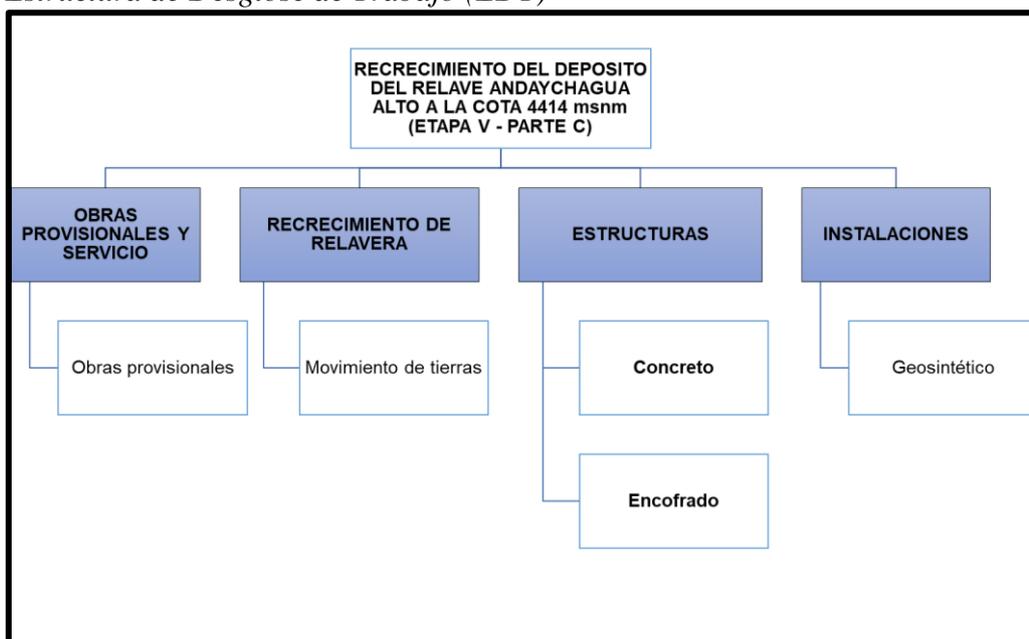
El acceso a la unidad minera desde la ciudad de Lima es mediante la Carretera Central que conecta con la ciudad de La Oroya, para luego alcanzar el desvío de Yauli y mediante una carretera asfaltada (Paraje Cut Off), que pasa por las localidades de Pachachaca y Yauli, y atraviesa los campamentos mineros de Mahr Túnel, Carahuacra y San Cristóbal, de propiedad de Volcan Cia Minera S.A.A. Para acceder a la zona del proyecto la distancia de Lima a Andaychagua es aproximadamente 200 km.

Es preciso mencionar que el depósito de relaves de Andaychagua Alto que es materia de este proyecto, forma parte de las instalaciones de la Planta Concentradora Andaychagua.

4.1.2. Contenido del Proyecto

La obra Recrecimiento Dique Relavera Andaychagua Alto cota 4414 msnm contempla la realización de diversos trabajos que a continuación se detallan:

Figura 1
Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)



Fuente: Elaboración Propia

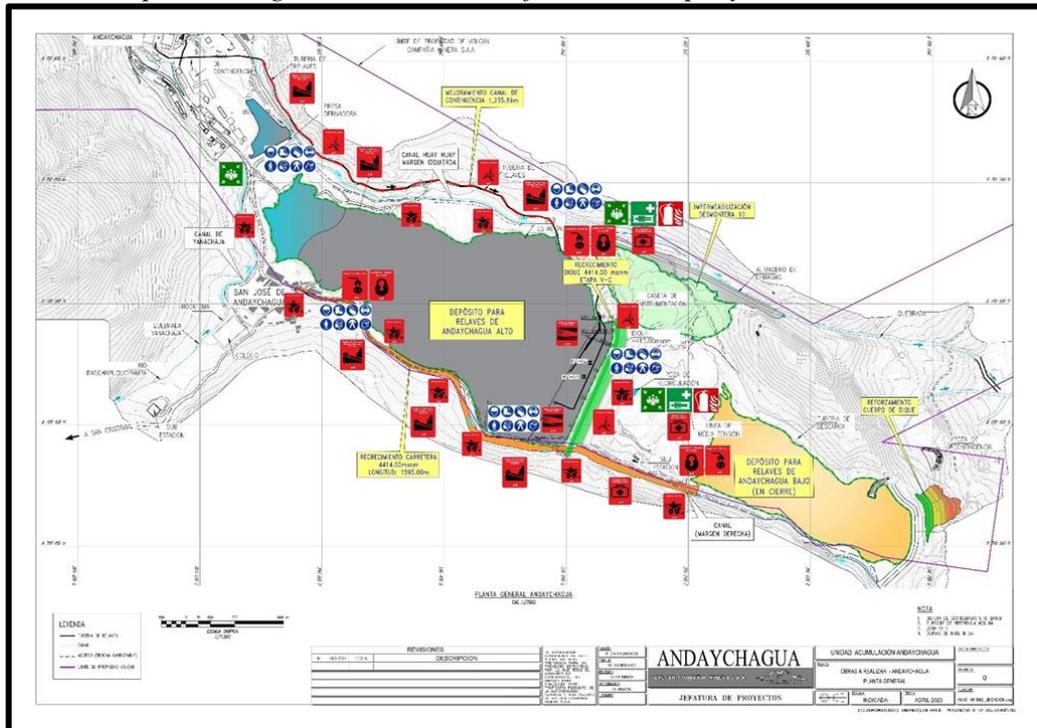
4.1.3. Trabajos Preliminares

4.1.3.1. Seguridad y señalización de obra

Estas actividades principales en el subtítulo de trabajos preliminares son consideradas como importantes y urgentes antes del inicio de los trabajos, para lo cual se dispondrá de equipos y personal responsable para la ejecución de los trabajos: Estandarización de oficinas, mejoramiento de vías de acceso acorde al plan de mantenimiento de vías de la Unidad Minera Andaychagua, habilitación de zonas de estacionamiento, habilitación de zonas seguras, señalización integral de vías y depósitos de relaves. Además, como parte de la Gestión de Adquisiciones se considera el cumplimiento del Plan de Adquisiciones

relacionados a los materiales para la señalización, el cual a medida que van ingresando al proyecto se documenta en el Registro de Adquisiciones del proyecto.

Figura 2
Mapa de riesgos de la zona de influencia del proyecto



Fuente: Elaboración del proyecto

Se muestra el mapa de riesgos de la relavera Andaychagua Alto, realizado luego de la evaluación de riesgos de la zona de trabajo, siendo los PPM más relevantes para el proyecto (Ordenados en forma descendente de acuerdo con la criticidad).

- PPM Equipos móviles.
- PPM Trabajos en altura.
- PPM Instalaciones de almacenamientos de relaves y presa de agua.
- PPM Respuesta a emergencias
- PPM Explosión e incendio.

4.1.3.2.Movilización y Desmovilización de Equipos

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopropulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

Antes de transportar el equipo mecánico al lugar de la obra, deberá someterse a inspección. Los equipos serán revisados por la SUPERVISIÓN en la obra, quien verificará y rechazará el equipo que no se encuentre en buen estado o aquel cuyas características no se ajusten a lo estipulado por el propietario de la obra en cuyo caso se deberá reemplazar por otro similar en buenas condiciones de operación.

4.1.3.3.Trazo y Replanteo Topográfico

Antes del inicio de las actividades propiamente de construcción, se deberá efectuar un levantamiento topográfico de manera conjunta con el Cliente, con la finalidad de definir las cantidades reales de obra y verificar si existen variaciones que generen algún tipo de impacto.

Una vez iniciados los trabajos de construcción y hasta el término de estos, se tiene previsto desarrollar el control topográfico en las diferentes áreas de trabajo, teniendo en cuenta los planos y especificaciones técnicas alcanzadas por el Cliente para evitar cualquier tipo de desviación.

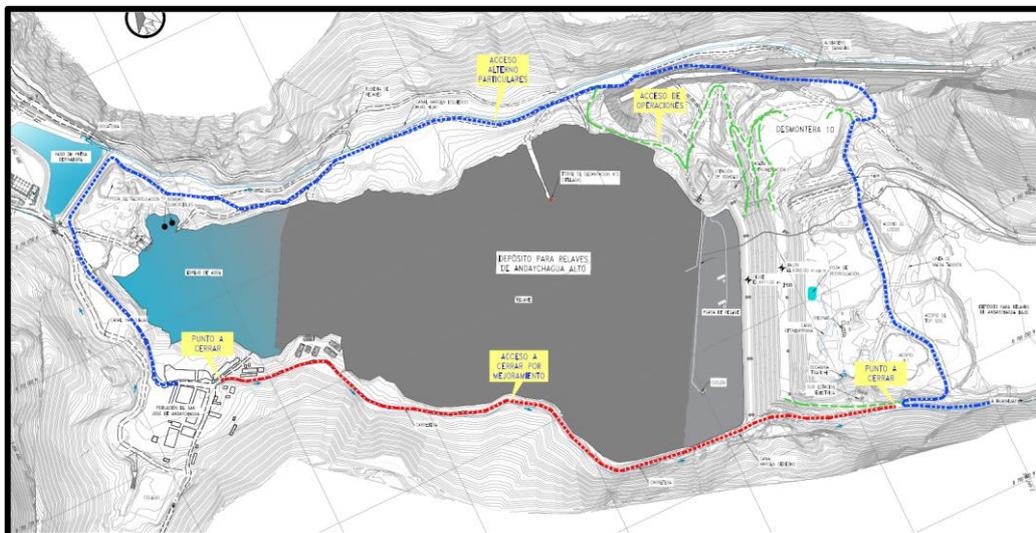
La cuadrilla topográfica estará conformada por topógrafos y sus respectivas cuadrillas. Esta cuadrilla levantará a diario los avances que se hayan ejecutado para el control de la producción. Las labores de topografía en campo seguirán procedimientos de trabajo autorizados por la Jefatura

de obra y aprobados por el Cliente. El replanteo topográfico del terreno se realizará en base a los puntos de control y BMs existentes proporcionados por el Cliente. Este replanteo se realizará siguiendo la geometría, alineamiento y niveles especificados en los planos del Proyecto. Se instalarán puntos topográficos adicionales, estacas y marcadores necesarios para la verificación continua de los trabajos, así como para controlar el avance progresivo de los mismos y cuantificar la valorización de obra.

4.1.3.4. Mantenimiento Temporal de Vías y Accesos

Se ha considerado el mejoramiento de caminos y accesos del área de influencia del proyecto. Para ello se debe emplear la cuadrilla típica, que consiste en una motoniveladora, una cisterna de agua, y un rodillo, dejando una superficie de rodadura óptima para el tránsito de los camiones empleados en el acarreo de material; debe entenderse que estos accesos en su mayoría serán temporales y se irán desarrollando conforme a la necesidad de obra en el tiempo.

Figura 3
Acceso Alterno de tránsito



Fuente: Elaboración del proyecto

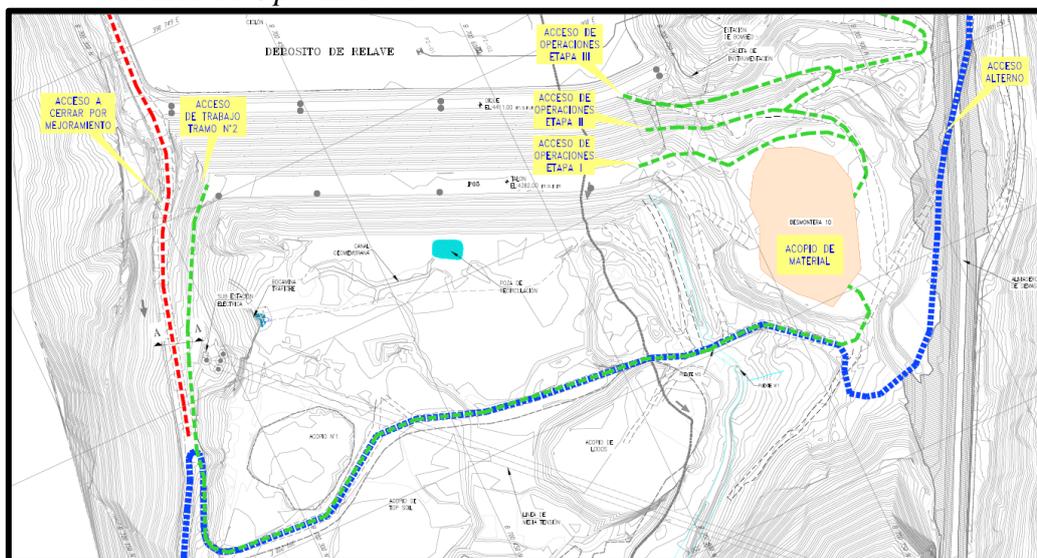
Las características geométricas de las vías deberán de cumplir con los requisitos del RITRA y el PPM EQUIPOS Y VEHICULOS MOVILES. Así mismo, las señalizaciones de tránsito y seguridad deberán ser estandarizadas a los lineamientos del cliente, garantizando su correcta ubicación en los frentes de trabajo, y evitando accidentes e incidentes de trabajo con los personales de piso y equipos pesados.

La señalización vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, accesos, carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen.

La señalización cumple las siguientes funciones: Organiza el tránsito, advierte los peligros, ordena conductas de seguridad, comunica informaciones útiles.

Los accesos a la desmontera 10 deberán de ser de doble vía para evitar tiempos muertos en las cedidas de paso de los volquetes.

Figura 4
Accesos de Operaciones



Fuente: Elaboración del proyecto

4.1.4. Recrecimiento del Dique Principal Cota 4414 m.s.n.m.

4.1.4.1.Movimiento de Tierras Cota 4382.00 a 4413.00 m.s.n.m.

Preparación de Material Tipo II con Equipo

Esta partida está identificada dentro de la ruta crítica del proyecto, para lo cual se contará con un capataz responsable de la preparación del material, quien estará siendo constantemente monitoreado por los técnicos de CQA y CQC.

La preparación de material en el acopio Desmontera 10 se iniciará el 02 de mayo del 2023 con un volumen de preparación de 1300 m3 diarios aprox. Los trabajos serán realizados con el apoyo de un tractor D8T y una excavadora CAT 336D. Así mismo, vigías, operarios y capataz en movimiento de tierras. Se deberá realizar un lugar de refugio para el personal que labore en dicho frente para ser usado en casos de tormentas eléctricas.

La preparación del material tipo II mediante Coneo se realizará en las zonas de trabajo previamente identificados, el flujo de tránsito de los equipos pesados, disponibilidad de suficiente área de trabajo para las pilas tipo cono, ubicación del material coneadado.

1. Coneo del material:

- Las pilas tipo cono, se irán formando en función a los volúmenes requeridos del proyecto dependiendo del tipo de material.
- Durante el proceso del coneo, se realizarán muestreos continuos para verificar la calidad del material, actividad realizada por personal del laboratorio de suelos.

- Se realizará la protección del material con cobertores (Mantas flexilonas).
- Se Instalará de carteles indicando “Material liberado”.
- Se irá acopiando y trasladando el material selecto con excavadoras y volquetes hacia la Presa de Andaychagua Alto.

2. Control de rendimientos

- El Residente del Proyecto de Obra, el Supervisor de Campo asignado llevarán un control del volumen conchado por día.
- Así mismo, se controlará el rendimiento de las maquinarias y se asegurarán de que estas estén debidamente autorizadas para trabajos en mina.

3. Acopio de material conchado

- La zona de acopio del material conchado será de fácil acceso y no interferirá con las demás labores al momento de transportar dicho material al punto de ejecución de la obra.
- En caso de generar impacto negativo ambiental temporal, causado por el polvo de los volquetes con carga, Ecosem Huayhuay realizará riegos continuos en accesos de extracción y en la vía que transitará como en el punto de entrega del material (ciclo de viaje).

4. Ensayos de material conchado

- El muestreo de los lotes de material conchado será el que crea conveniente por los técnicos de laboratorio o la supervisión del cliente. Recomendando aproximadamente 150 Kg. de material, cuando se desean hacerle al agregado todos los ensayos de calidad, identificando bien la muestra.

- Los ensayos mínimos a realizar por cada lote de producción y en función al tipo de proyecto al cual serán utilizados serán los siguientes:
 - Ensayo Granulométrico por Tamizado (ASTM D 422)
 - Contenido de Humedad (Norma ASTM D 2216)
- Para esta actividad que es primordial para liberar material de relleno se requiere tener los equipos de laboratorio de suelos y concreto al inicio de las labores.

5. Recursos

Todos los recursos estarán en óptimas condiciones y se tomarán precauciones para su protección de la intemperie.

Tabla 3

Recursos para preparación de material mediante coneo.

RENDIMIENTO: 1,300 m3/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Excavadoras CAT 336D (2 und)	Operador de maquinaria pesada	Material granular
Tractor sobre orugas D6T	Técnico de Laboratorio de suelos	Cobertores
Cargador Frontal	Ayudantes para limpieza del material	-
Volquetes (15 m3).	Vigías	-
Radio de comunicaciones o celulares	Cuadradores	-
Equipos de laboratorio de mecánica de suelos		-

Nota: Elaboración propia.

Para el presente Proyecto se tiene material tipo II en el centro de acopio Desmontera 10, en el cual se estima el siguiente volumen para preparación de material para el recrecimiento del dique de contención de relaves:

Tabla 4*Volumen de material para preparación*

Cantera/Depósito	Volumen Estimado de Extracción (m3)	Distancia a Obra (km)
Desmontera 10	41,838.04	0.22

Nota: Elaboración propia

6. Depósito *Desmontera 10*:

Ubicado en territorios de Volcán al costado del depósito de relaves (lado sur este). El material predominante se constituye de desmonte de mina, y todo el material acopiado de las diferentes canteras caracterizada como una grava mal gradada, color plomizo visualmente se estima hasta un 8% de partículas de piedra de diámetro superior a 8", asimismo, el tamaño máximo de la bolonería se registra en 16" (material que deberá de ser retirado ya que esta fuera del huso granulométrico) Según el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS el material predominante se clasifica como un GM-GP. Las mediciones topográficas indican que el volumen acopiado según los límites proyectados equivale a 70,000 m³ medidos en banco, planteado para ser utilizado como material de tipo 2. El método de preparación será por coneo y carguío. Se realizará dos ciclos de coneo para segregar las partículas mayores a las solicitadas en las especificaciones en el expediente técnico.

La distancia promedio entre el depósito de desmonte de mina (Desmontera 10) y el proyecto es de 220m. aproximadamente, con un tramo en pendiente de 10-13% al acceso de la plataforma del dique, el cual deberá encontrarse habilitado antes del inicio de los trabajos de transporte de material hacia la presa. Se adjunta una imagen referencial en planta de la vía.

7. *Desarrollo de la actividad:*

- Los trabajos a efectuarse en el depósito temporal Desmontera 10, están principalmente avocados a la preparación de material tipo II. Siendo indispensable la recuperación de material en toda el área de influencia de la desmontera 10.
- Se realizará la extracción del material de los bancos actuales de desmonte de mina, ubicados en el área de influencia de la desmontera 10, previa evaluación de la competencia del mismo. Todo el material extraído deberá ser trasladado a los acopios de la desmontera, para ser finalmente tendido.
- Toda extracción de material de los bancos existentes en la zona de influencia de la desmontera, deberán ser culminado con taludes de diseño, para no afectar su uso según las estructuras existentes (cana aliviadero, vías existentes, accesos de desvío) en la zona de influencia.
- Durante el proceso de acopio de material, personal de piso realizará la selección y retiro de material deletéreo.
- El material acopiado deberá ser tendido y homogenizado hasta conformar una plataforma para continuar con la descarga de material en los niveles superiores.
- Realizado la recuperación de material en los acopios de la desmontera 10, se procederá con la preparación de material tipo II, mediante el método de coneo. Para ello, luego de la preparación del material se formarán pilas de 500 m³ a 1000 m³ para su liberación mediante ensayos de campo y laboratorio.

- Con los materiales de las pilas liberadas, se procederán a colocar en la plataforma del dique para su recremento mediante rellenos controlados.

Figura 5

Detalle de la ubicación de la Desmontera 10



Fuente: Elaboración del proyecto

Carguío y transporte D=0.7km

El material a usar para el recremento de espaldón es de Tipo II con 7.60 m. de ancho desde su base existente. Para esta actividad contaremos con 7 volquetes para el traslado y colocación en plataforma para la conformación de capas.

Se realizará la descarga del material en la plataforma para lo cual se van a habilitar dos vías de accesos en ambos estribos del dique. Se implementarán islas de volteo con la finalidad de dar mayor ancho de plataforma para que los volquetes puedan girar de manera segura. El ingreso a la plataforma será siempre en avance.

Se contará con un personal cuadrador que dirija el descarguío de los volquetes. Se señalará toda la longitud del dique con conos de seguridad.

Tabla 5*Recursos para actividad de carguío y transporte*

RENDIMIENTO: 2,000 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Excavadora 336 y/o	Operador de maquinaria pesada	Material granular
Cargador Frontal	Capataz	-
Volquetes (15 m ³).	Vigías	-
Radio de comunicaciones o celulares	-	-

Nota: Elaboración propia

Colocación y compactación de material tipo II

La conformación y compactación de capas de relleno estructural, se realizará por tramos de acuerdo con el proceso constructivo y abastecimiento de material de cantera y horario de trabajo.

Se realizará el tendido, conformación y compactación en la plataforma según los ciclos obtenidos previamente mediante un test fill y alcanzar o superar el grado de compactación del 95% de la máxima densidad seca (Proctor modificado). Se ha considerado un sobreancho de 0.50m, con la finalidad de asegurar la compactación hasta al hombro proyectado de la capa. Se realizará el replanteo del hombro en cada capa colocada con la finalidad de guiar a los operadores en el ancho efectivo de la plataforma.

Para el empotramiento del dique en los estribos, se deberá de realizar una limpieza previa del material suelto y se deberá emparejar la superficie de manera que haya un empotramiento uniforme entre la roca y el material de relleno. En caso de encontrar superficies demasiado

irregulares, se deberá de hacer uso de concreto para el emparejamiento y cubrir las oquedades de la superficie.

Se considera los siguientes recursos:

Tabla 6

Recursos para la actividad de colocación y compactación de material tipo II

RENDIMIENTO: 2,000 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Tractor sobre orugas D6T	Capataz	Material granular
Motoniveladora CAT 140K	Topógrafo	-
Rodillo liso vibratorio 10 – 12TON	Operador	-
Camión cisterna 5000 gal	Vigías	-
Radio de comunicación	Cuadrador	-

Nota: Elaboración propia

Perfilado de talud

La actividad del perfilado de taludes se realizará en 2 etapas:

1. Primera etapa contemplará desde la cota 4382.00 msnm hasta la cota actual 4401.60 msnm, los equipos a utilizar serán 1 tractor y 1 excavadora.
2. Segunda etapa desde la cota 4401.60 msnm se realizará cada seis capas de relleno realizadas, esto con la finalidad de no exceder la cantidad de material segregado en los taludes. O se replanteará in situ, según necesidades de obra.

Se realizará el replanteo del hombro y pie del dique con la finalidad de mantener la inclinación de diseño, los taludes aguas abajo será igual a 1.9H: 1V, aguas arriba tendrá un talud de 1.9H: 1V.

Tabla 7

Recursos para la actividad de perfilado de talud

RENDIMIENTO: 1,200 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Tractor sobre orugas D6T	Capataz	Material granular
Excavadora CAT 336D	Topógrafo	-
Volquetes 15m ³	Operador	-
Radio de comunicación	Vigías, Cuadrador	-

Nota: Elaboración propia

4.1.4.2.Movimiento de Tierras Corona Cota 4413.00 a 4414.00

m.s.n.m.

Preparación de material tipo I

La corona proyectada será a la cota 4414 m.s.n.m. con un recrecimiento de 1.00 m, que consta de un terminado de 4.00 m. de ancho con material tipo I (corona aguas arriba - sector vaso de relaves) y 8.00 m. de ancho con material tipo II (corona aguas arriba - sector cuerpo de presa).

Las especificaciones técnicas más importantes con las que cuenta la construcción de la presa de contención de relaves, es que construirá con material del tipo I gravo-arcilloso GC y Tipo II con material de desmonte de mina con características GM-GP, los materiales serán compactados hasta llegar al 95% como mínimo de la prueba del Proctor modificado, debiéndose actualizar constantemente los valores de laboratorio.

El ancho total de la corona proyectada será de 12.00 m, los taludes aguas abajo será igual a 1.9H: 1V, aguas arriba tendrá un talud de 1.9H: 1V.

Tabla 8

Recursos para la actividad de preparación de material tipo I

RENDIMIENTO: 900 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Excavadora CAT 336D	Operador de maquinaria pesada	Material granular
Tractor sobre orugas D6T	Técnico de Laboratorio de suelos	Cobertores
Cargador Frontal	Ayudantes para limpieza del material	-
Volquetes (15 m ³).	Vigías	-
Radio de comunicaciones o celulares	Cuadradores	-
Equipos de laboratorio de mecánica de suelos		-

Nota: Elaboración propia

Carguío y transporte de material tipo I

Se realizará la descarga del material en la plataforma para lo cual se van a habilitar 1 vía de accesos por la carretera. Se implementarán islas de volteo con la finalidad de dar mayor ancho de plataforma para que los volquetes puedan girar de manera segura. El ingreso a la plataforma será siempre en avance.

Se contará con un personal cuadrador que dirija el descarguío de los volquetes. Se señalizará toda la longitud del dique con conos de seguridad.

Tabla 9*Recursos para la actividad de carguío y transporte tipo I*

RENDIMIENTO: 1,500 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Excavadora 336	Operador de maquinaria pesada	Material granular
Cargador Frontal	Capataz	-
Volquetes (15 m ³).	Vigías	-
Radio de comunicaciones	Cuadrador	-

Nota: Elaboración propia

Colocación y compactación de material tipo I

La conformación y compactación de capas de relleno estructural, se realizará por tramos de acuerdo con el proceso constructivo y abastecimiento de material de cantera y horario de trabajo.

Se realizará el tendido, conformación y compactación en la plataforma según los ciclos obtenidos previamente mediante un test fill y alcanzar o superar el grado de compactación del 95% de la máxima densidad seca (Proctor modificado). Se ha considerado un sobreancho de 0.50m, con la finalidad de asegurar la compactación hasta al hombro proyectado de la capa. Se realizará el replanteo del hombro en cada capa colocada con la finalidad de guiar a los operadores en el ancho efectivo de la plataforma.

Para el empotramiento del dique en los estribos, se deberá de realizar una limpieza previa del material suelto y se deberá emparejar la superficie de manera que haya un empotramiento uniforme entre la roca y el material de relleno. En caso de encontrar superficies demasiado

irregulares, se deberá de hacer uso de concreto para el emparejamiento y cubrir las oquedades de la superficie.

Tabla 10

Recursos para la actividad de colocación y compactación tipo I.

RENDIMIENTO: 1,200 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Tractor sobre orugas D6T	Capataz	Material granular
Motoniveladora CAT 140K	Topógrafo	-
Rodillo liso vibratorio 10 – 12TON	Operador	-
Camión cisterna 5000 gal	Vigías	-
Radio de comunicación	Cuadrador	-

Nota: Elaboración propia

Perfilado de talud

Se realizará el replanteo del hombro y pie del dique con la finalidad de mantener la inclinación de diseño, los taludes aguas abajo será igual a 1.9H: 1V, aguas arriba tendrá un talud de 1.9H: 1V.

Tabla 11

Recursos para la actividad de perfilado de talud.

RENDIMIENTO: 1,200 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Excavadora CAT 336D	Capataz	Material granular
Radio de comunicación	Topógrafo	-
	Operador	-
	Vigías	-

Nota: Elaboración propia

Excavación de zanja de anclaje

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para las zanjas de anclaje de 0.6 m. x0.6 m. de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con los planos de la obra. La modalidad de este tipo excavación será no clasificada.

Los trabajos se ejecutarán hasta las secciones límites y niveles indicados en los planos, dentro de las tolerancias requeridas. Incluye su acumulación lateral en la obra para su utilización y/o eliminación posterior. La excavación se realizará con los equipos y/o las herramientas manuales necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud del hombre y ocasionar impactos ambientales al medio ambiente.

Tabla 12

Recursos para la actividad de excavación de zanja de anclaje.

RENDIMIENTO: 120 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Retroexcavadora	Capataz	Material granular
Radio de comunicación	Topógrafo	-
	Operador	-
	Vigías	-

Nota: Elaboración propia

Relleno de zanja de anclaje

Los rellenos se ejecutarán empleando el material propio de las excavaciones o de préstamo, el cual será colocado y esparcido en cantidad

suficiente para obtener capas horizontales de espesor 0.20 m. La compactación será la suficiente para obtener la densidad máxima seca empleando para ello medios manuales o mecánicos para obtener un 95% de compactación para el Proctor Estándar. Las características de los materiales de relleno y el equipo necesario a utilizar serán indicadas por la SUPERVISIÓN. En el material de relleno que esté en contacto con la geomembrana no se permitirán elementos puntiagudos o rocas de diámetro nominal mayor de 25 mm.

La superficie donde se colocará la capa de relleno deberá estar completamente limpia, compacta y suficientemente emparejada y nivelada, antes de la colocación de cada capa, se dará rugosidad a la superficie y se humedecerá por aspersion a fin de obtener una buena adherencia con el material a ser depositado sobre ella.

Tabla 13

Recursos para la actividad de relleno de zanja de anclaje.

RENDIMIENTO: 20 m³/día		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	MATERIALES E INSUMOS
Plancha compactadora	Capataz	Material granular
Radio de comunicación	Topógrafo	-
	Operario	-
	Vigías	-

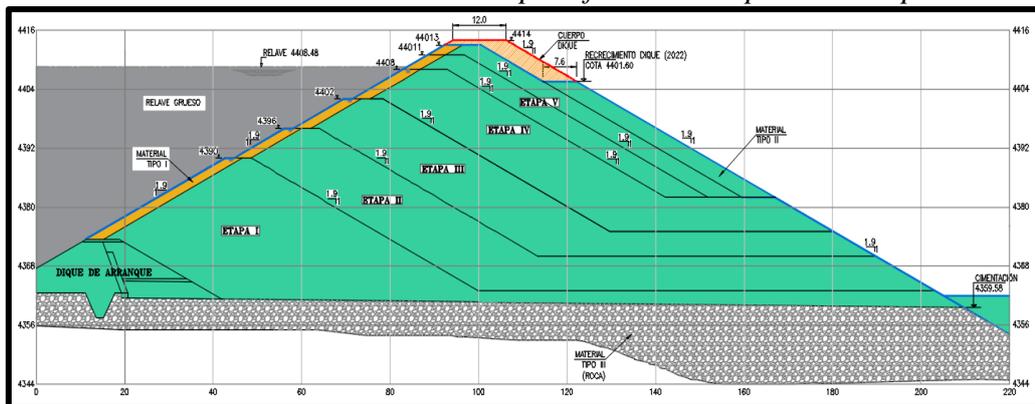
Nota: Elaboración propia

Para el presente Proyecto se ha considerado los siguientes volúmenes/áreas de intervención:

Tabla 14*Medrado de actividades incidentes.*

Ítem	DESCRIPCIÓN	VOLUMEN(m3) / ÁREA (m2)
1	Volumen de relleno Tipo I	1,927.36 m3
2	Volumen de relleno Tipo II	41,838.04 m3
3	Perfilado de taludes	56,410.90 m2
4	Corte estribos	5,343.60 m3
5	Corte zanja de anclaje	172.80 m3
6	Concreto en estribos	142.90 m3
7	Geomembrana HDPE LISA e=1.5mm	2,705.84 m2
8	Geotextil no tejido 400 gr/cm2 – Vaso	2,921.10 m2
9	Geotextil no tejido 800 gr/cm2 – Transición	1,921.36 m2

Nota: Elaboración propia

Figura 6*Vista de corte del recrecimiento planificado en la presente etapa*

Fuente: Elaboración del proyecto

4.1.4.3. Geosintéticos

Habilitado e instalación de geomembrana

El material de geomembrana se suministrará en forma de rollos. Cada rollo deberá estar identificado con etiquetas que indiquen el nombre del fabricante, la identificación del producto, el espesor, la longitud, el ancho y el número del rollo.

La geomembrana será suministrado, transportado y almacenado de manera que no sufra perforaciones, cortes o cualquier otro deterioro que afecte sus cualidades.

Previa a la instalación de la geomembrana, se eliminarán los materiales punzantes y/o cortantes como piedras y pedazos de roca de la superficie donde descansará la geomembrana. Asimismo, se tomarán medidas de seguridad para protección de las áreas de trabajo, tales como señalización a través de avisos de madera y la delimitación de las áreas mediante cintas de peligro.

La colocación de la geomembrana se llevará a cabo mediante maniobras adecuadas para el despliegue de los rollos, no debiéndose extender la geomembrana durante períodos de lluvia, condiciones de humedad excesiva, vientos fuertes o cualquier otra condición climática adversa.

Habilitación e instalación de geotextil

El geotextil deberá estar libres de defectos que afecten sus propiedades físicas y de filtración. El geotextil deberá estar conforme a los requerimientos establecidos en las especificaciones técnicas.

El geotextil será colocado en contacto con el suelo, sin arrugas ni dobleces, sobre una superficie gradada lisa, aprobada por la SUPERVISIÓN. El geotextil debe ser colocado de manera que, el llenado de los materiales encima de él, no lo estire hasta rasgarlo. En el caso de la utilización de geotextiles en taludes con pendientes pronunciadas, se hará uso de zanjas de anclaje.

Mantas de geotextil adyacentes deberán unirse por costura o traslape. Los traslapes al final de rollo (transversales) deberán tener un mínimo de 300 mm, excepto cuando se colocan bajo agua, en cuyo caso se usará un traslape mínimo de 1 m. El traslape de rollos adyacentes (longitudinal) será de mínimo 300 mm, en todos los casos. Cuando se traslapen mantas sucesivas de geotextil, deberán ser traslapando la de aguas arriba sobre la de aguas abajo, y/o pendiente arriba sobre la de pendiente abajo.

Soldadura de Geomembrana

Se harán todos los esfuerzos necesarios para instalar una geomembrana perfecta, lo cual significa que todas las costuras realizadas en campo, parches y extrusiones, se inspeccionarán, se someterán a pruebas y se registrarán.

Un técnico de control de calidad inspeccionará cada costura y colocará sus iniciales y la fecha de la inspección al final de cada panel. Se marcará y reparará las áreas que presenten defectos de conformidad con los procedimientos de reparación de HDPE.

Se realizarán pruebas pre-soldaduras, que pueden ser pruebas no destructivas (Spark, Prueba de aire, Prueba de Vacío, etc.) o pruebas destructivas (Peel - Shear).

Reparación de geomembrana

La geomembrana o costura dañada o defectuosa que no pasen las pruebas destructivas o no destructivas deberán ser reparadas. El Instalador de Geosintéticos será responsable de reparar las áreas dañadas o defectuosas. El Instalador de Geosintéticos y la SUPERVISIÓN acordarán la elección del método de reparación apropiado.

Los procedimientos disponibles son:

1. Reemplazo: Se retira la geomembrana dañada o costura inaceptable y se reemplaza con materiales de geomembrana aceptables si el daño no se puede reparar de manera satisfactoria.
2. Parchado: Se usa para reparar agujeros, desgarramientos, materia prima no dispersa y contaminación por materias extrañas.
3. Abrasión y Resoldadura: Se utiliza para reparar secciones de costura pequeñas por extrusión.
4. Recubrimiento: Se emplea para reparar grandes longitudes de costuras averiadas.
5. Soldadura de lengüeta: Se utiliza para soldar la lengüeta por extrusión (porción exterior excedente) de una soldadura por fusión en lugar de un sombrero completo.

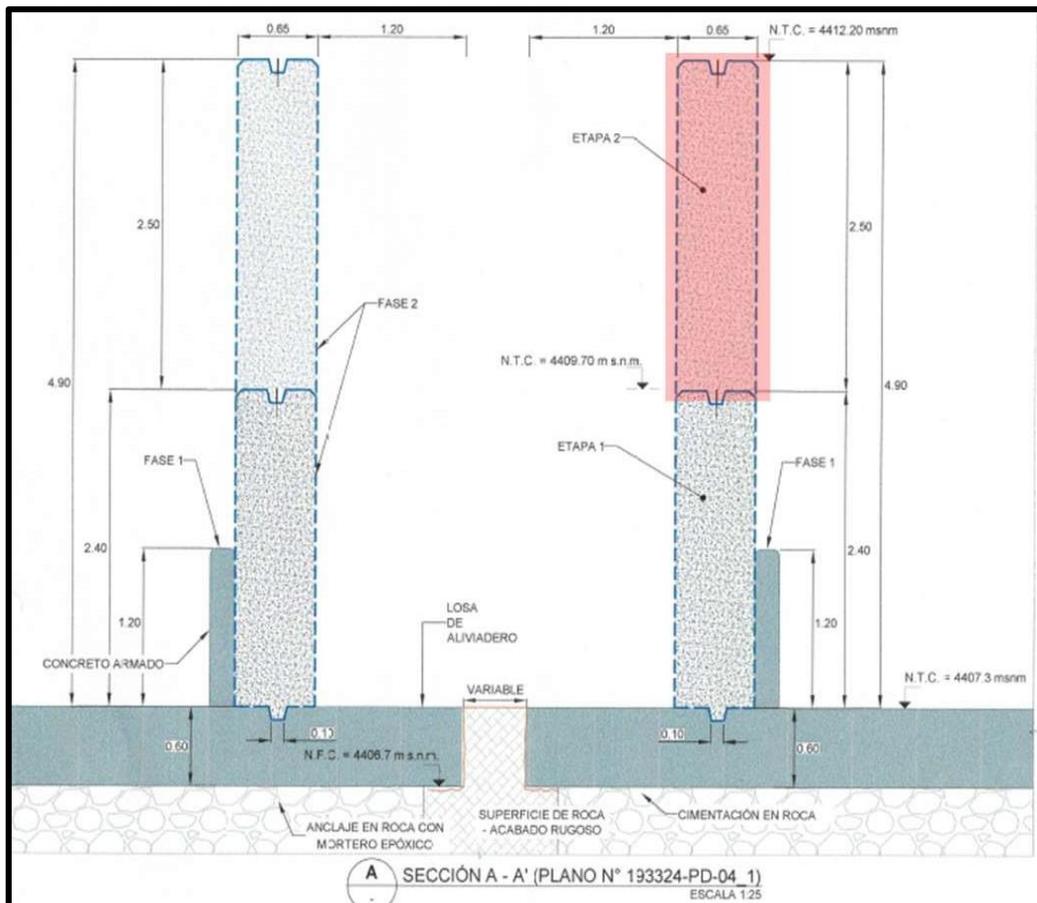
4.1.4.4. Obras Civiles

Limpieza y desbroce de vegetación

Se realizará la limpieza y desbroce de vegetación en el estribo izquierdo, con la finalidad de tener un área libre de material orgánico, material inadecuado o suelto para continuar con las siguientes actividades como encofrado y colocado de concreto.

Esta actividad se realizará manualmente con una cuadrilla de obras civiles, así mismo se tendrá los cuidados necesarios respecto a seguridad para salvaguardar la integridad de los trabajadores, como herramientas se utilizarán herramientas manuales.

Figura 7
Sección del muro de aliviadero de demasías

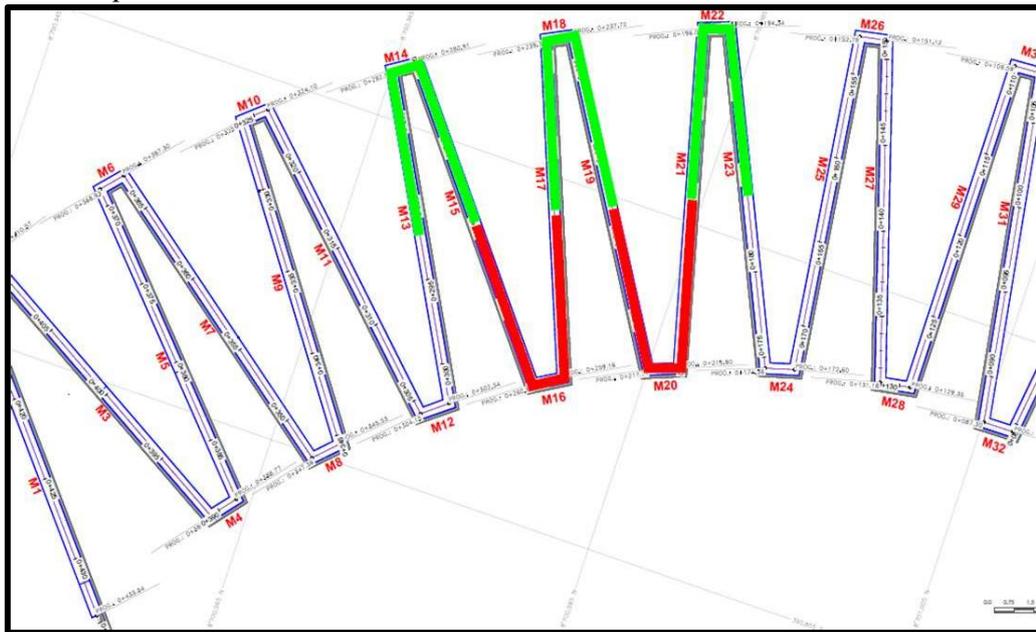


Fuente: Elaboración del proyecto

Construcción de Muro de Aliviadero de demasías y Estribos de Dique

los trabajos corresponden a los trabajos de concreto simple en el tratamiento de las oquedades de los estribos, cuya finalidad es sellar las oquedades en condiciones irregulares e impermeabilizar el terreno natural (roca) que hará contacto y apoyo al dique de recrecimiento. Así mismo, en los trabajos de concreto simple para la construcción del canal de coronación en la intervención de la carretera. Los detalles de tratamiento en el estribo se demuestran en los planos de excavaciones en estribos y su tratamiento.

Figura 8
Vista en planta del del muro de aliviadero de demasías



Fuente: Elaboración del proyecto

Las actividades que se realizarán son: Encofrado y desencofrado (con paneles metálicos), habilitación y colocación de acero $f_y= 4200$ Kg/cm² colocación de concreto premezclado $f'c=310$ Kg/cm², con una bomba de concreto, dada la ubicación y distancia del pie de obra.

4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados

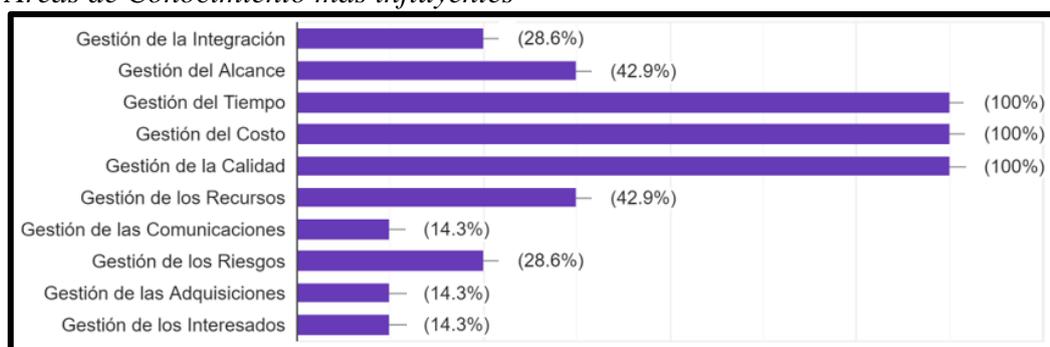
A continuación, se mostrará como se realizó la planificación y la programación del proyecto aplicando la metodología PMI.

4.2.1. Prácticas Relevantes

De acuerdo a la encuesta on line realizada a profesionales con experiencia en la aplicación del PMI en proyectos se resalta que las áreas de conocimiento más influyentes son:

- Gestión del Cronograma (del Tiempo)
- Gestión del Costo
- Gestión de la Calidad

Figura 9
Áreas de Conocimiento más influyentes



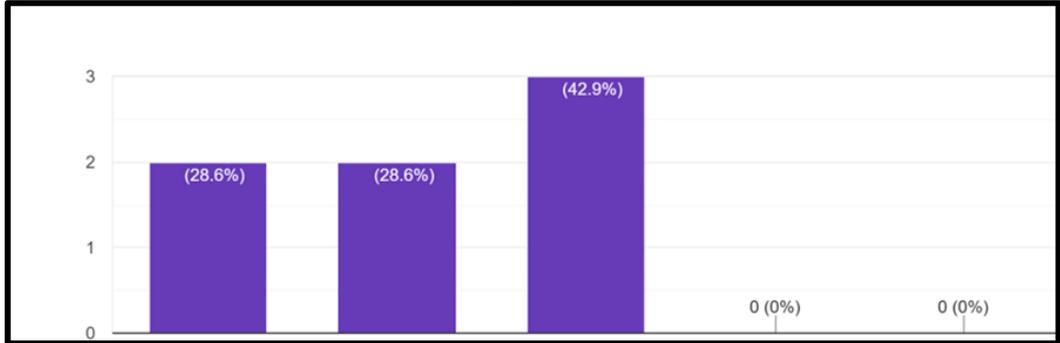
Fuente: Elaboración del proyecto

4.2.2. Mejora de Los Entregables

De acuerdo a la encuesta on line realizada a expertos en el tema, el 42.9% de los encuestados coincide en afirmar que la implementación del PMI en los proyectos es medianamente eficaz en la mejora de la planificación y control de los proyectos, Teniendo como principal restricción para su desarrollo e implementación la resistencia al cambio y la falta de capacitación del personal clave del proyecto.

Figura 10

Eficiencia en la Planificación con la implementación del PMI



Fuente: Elaboración del proyecto

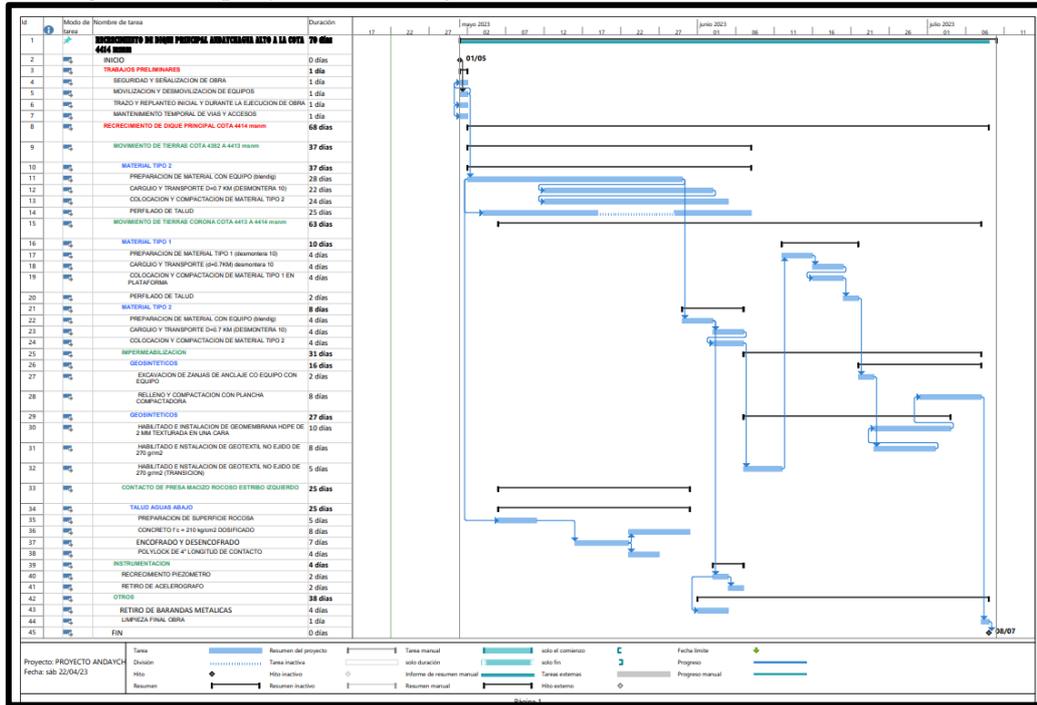
4.2.3. Mejora de La Eficiencia

De acuerdo a los plazos de ejecución, se estima culminar el proyecto en 70 días calendario como máximo, siendo las partidas más incidentes las que se encuentran en la ruta crítica del Cronograma de Ejecución de Obra.

4.2.4. Planificación

Se realizó la planificación del proyecto en el cronograma, empleando el programa Project, el cual nos muestra a lado derecho todas las partidas que se realizaran en el proyecto y en el lado izquierdo el diagrama de Gantt. Con el master plan podemos observar todo el horizonte del proyecto del inicio hasta el final, además también nos sirve para tener un adecuado control y seguimiento.

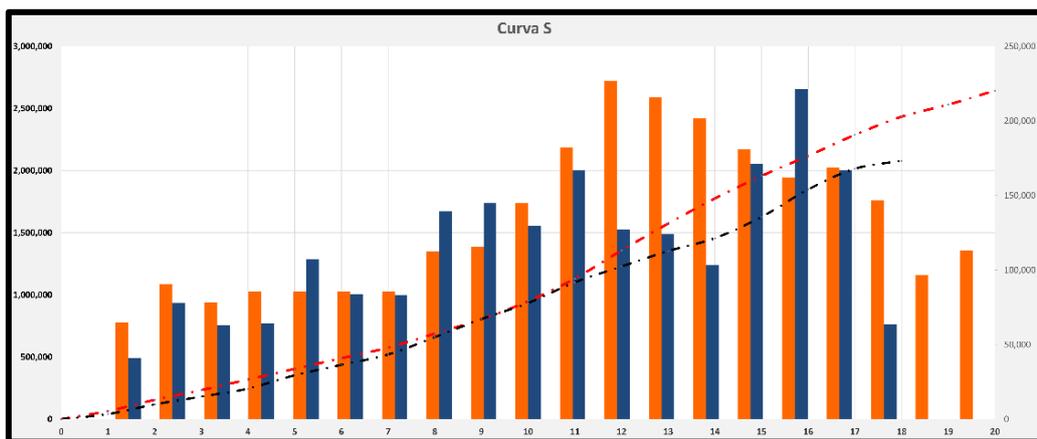
Figura 11
Cronograma del proyecto con Project



Fuente: Elaboración del proyecto

Para un mejor control y seguimiento se realizaron las curvas “S” del proyecto, donde se visualiza el avance programado semanal que se debe realizar para cumplir con las fechas establecidas en el contrato.

Figura 12
Curva “S” del proyecto



Fuente: Elaboración del proyecto

A continuación, se muestran los informes semanales en ascenso del proyecto donde se observa como mejora la programación, estos informes semanales tienen el siguiente contenido:

- Análisis de restricciones
- Curva S
- Avance gráfico

Con el fin de analizar la mejora respecto al avance y confiabilidad de la programación empleando el PMI se mostrará la Curva de avance, cada cierto periodo del proyecto.

4.3. Prueba de Hipótesis

El Sistema de PMI contribuye en el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Interpretación:

Se lograron cumplir los objetivos del proyecto, como se puede observar semana a semana el proyecto va mejorando el porcentaje de avance, logrando que el proyecto pase de estar atrasado a estar adelantado optimizando los recursos sin generar improductivos, es por ello que el proyecto cumple con los objetivos plazo y costo. A continuación, se muestra los cambios y mejoras del avance físico del proyecto en el tiempo.

Tabla 15

Seguimiento del avance del proyecto.

FECHA DE CORTE	ACUMULADO VALOR PLANEADO \$	ACUMULADO EV \$
28/04/2023	64,961	40,818
05/05/2023	155,408	118,788
12/05/2023	233,756	181,657
19/05/2023	319,367	245,818
26/05/2023	404,854	353,156
02/06/2023	490,341	437,127
09/06/2023	575,795	520,336

16/06/2023	688,547	659,780
23/06/2023	804,312	804,964
30/06/2023	948,991	934,423
07/07/2023	1,131,346	1,101,084
14/07/2023	1,357,981	1,228,238
21/07/2023	1,574,063	1,352,631
28/07/2023	1,776,078	1,456,256
04/08/2023	1,957,056	1,627,272
11/08/2023	2,118,982	1,848,361
18/08/2023	2,287,559	2,015,084
25/08/2023	2,434,222	2,078,484
01/09/2023	2,530,772	2,078,484
08/09/2023	2,644,126	2,141,884

Nota: Elaboración propia

En vista de la mejora que se tenía semanalmente, se colocaron rendimientos o metas más agresivas al área de producción con el fin de terminar el proyecto antes de la Línea Base aprobada, para lograr esto se enviaron reportes semanales de los volúmenes a cumplir para culminar el proyecto antes, en estas metas semanales se consideraban las restricciones que se tenían como el menor rendimiento en los cambios de guardia, para que este escenario sea lo más realista posible. A continuación, se muestra la comparativa de los hitos contractuales versus los hitos reales, donde se demuestra que se mejoró el tiempo del proyecto, logrando así cumplir con los objetivos mediante la aplicación del PMBOK.

4.4. Discusión de Resultados

Después de generar los resultados se discute lo siguiente: Se logró implementar la metodología PMI en los diferentes niveles de planificación, basado en las gestiones tales como:

- Gestión de la Integración Del Proyecto
- Gestión del Alcance Del Proyecto
- Gestión del Cronograma Del Proyecto
- Gestión de Los Costos Del Proyecto

- Gestión de Calidad Del Proyecto
- Gestión de Los Recursos Humanos Del Proyecto
- Gestión de Las Comunicaciones Del Proyecto
- Gestión de Los Riesgos Del Proyecto
- Gestión de Las Adquisiciones Del Proyecto
- Gestión de Los Interesados

CONCLUSIONES

- Implementado la metodología PMI en el proyecto, se logró una planificación más confiable, identificando las restricciones en el momento adecuado y así planificar actividades sin restricciones en el plan semanal, se logró tener un seguimiento y control semanal analizando correctamente las desviaciones mediante las herramientas del Lean Construcción, generando así culminar antes de la fecha programada, culminando el proyecto antes de la programación inicial.
- Se demostró que ciertas áreas de conocimiento de la Metodología PMI, como la gestión de riesgos y la gestión de la calidad, tuvieron un impacto notable en la eficiencia del proyecto, permitiendo mitigar problemas potenciales y mejorar la predictibilidad del proyecto.
- Los datos muestran una mejora notable en la calidad de los entregables en proyectos que siguieron los estándares PMI en comparación con etapas en la que no se hicieron. Esto se refleja en una reducción de no conformidades y en una mayor satisfacción de los stakeholders. Estos resultados apoyan la hipótesis y sugieren que la Metodología PMI contribuye significativamente a la estandarización y al aseguramiento de la calidad en proyectos de recrecimiento de relaves.
- La investigación confirma que la eficiencia en la planificación y control de proyectos se incrementa notablemente cuando se implementa la Metodología PMI. En este proyecto se logró cumplir con los cronogramas y presupuestos planificados, teniendo menos desviaciones. Este hallazgo refuerza la idea de que una planificación rigurosa y un control continuo, elementos clave de la Metodología PMI, son fundamentales para manejar con éxito la complejidad y los riesgos inherentes en proyectos de recrecimiento de relaves.

RECOMENDACIONES

El Sistema de Gestión de Proyectos propuesta muestra los formatos estándar para todas las áreas de conocimiento según el PMBOK, sin embargo, es la Oficina de Gestión de Proyectos (PMO) responsable de definir que estándares se usaran para cada proyecto de dependiendo del alcance, inversión y naturaleza del mismo, es por ello que es importante evaluar la experiencia del equipo que conforma la PMO

Se toma en consideración que el enfoque del análisis costo beneficio está en función a la mejora de la gestión del tiempo, por otro lado, una mejora en la gestión del alcance incidirá en una mejora en los tiempos del proyecto, debido a que una correcta definición del alcance permitirá que se disminuya el riesgo de la presencia de adicionales, la PMO debe dar mayor énfasis en la correcta identificación de los requisitos del usuario con la finalidad de contar con un alcance claro y alcanzable.

BIBLIOGRAFÍA

- Ruiz Saldaña, A. P., Paz Espejo, E. F., & Rojas Wilches, M. L. (2018). *Aplicación De La Metodología PMI Para Proyecto De Construcción Vertical De Uso Residencial, Caso De Estudio: Proyecto KD Marly.*
- Ballard, H. G. (2000). *The Last Planner System of production control.*
- Ccanto Mallma, G. (2010). *Metodología de la Investigación Científica en Contabilidad: Ciencia y Contabilidad.*
- Gibra Bassó, E. (2017). *Desarrollo de un modelo para el seguimiento y control económico y temporal durante la fase de ejecución en la obra pública.*
- Mesa Mateus, F. L. (2014). *Lecciones aprendidas en la gestión integral de información en etapa de prefactibilidad para la construcción de una planta de procesamiento de Doré.*
- Pinto Quispe, L. L. (2015). *Metodología del Pmbok – PMI, Aplicado en la Implementación del Sistema de Gestión de Proyectos, en la Construcción del Recrecimiento del Depósito de Relaves Ocroyoc a la Cota 4272 msnm de un Proyecto Minero.*
- PMI. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®).*
- Santiago Santiago, N. M. (2023). *Implementación del sistema Last Planner en el proyecto Presa de Relaves Etapa 4 En Unidad Minera Chinalco – Junín - 2020.*
- Simón, A. (2021). *Aseguramiento y Control de la Calidad (QA/QC) en la Exploración Geológica y Minera.*

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENCUESTA APLICACIÓN DEL PMI EN PROYECTOS DE RECRECIMIENTO DE RELAVES

Sección 1: Datos Generales

1. **¿Cuántos años de experiencia tiene en la gestión de proyectos de construcción?**
 - Menos de 5 años
 - 5-10 años
 - 10-15 años
 - Más de 15 años
2. **¿Qué posición ha ocupado en proyectos? (señale la de más alto rango)**

3. **¿Ha trabajado previamente en proyectos de recrecimiento de relaves?**
 - Sí
 - No

Sección 2: Aplicación de la Metodología PMI

4. **¿Qué nivel de conocimiento tiene sobre la Metodología PMI?**
 - Ninguno
 - Básico
 - Intermedio
 - Avanzado
 - Experto
5. **¿Cuál es el nivel de aplicación de la metodología PMI en su proyecto?**
 - No Implementada
 - Parcialmente Implementada
 - Totalmente Implementada
6. **¿Qué porcentaje de los procesos y prácticas del PMI se aplican en el proyecto de recrecimiento de relaves en el que está involucrado?**
 - 0%-25%
 - 25%-50%
 - 50%-75%
 - 75%-100%
7. **¿Qué áreas de conocimiento del PMI se aplican con mayor frecuencia en su proyecto? (Seleccione todas las que correspondan)**
 - Gestión de la Integración
 - Gestión del Alcance
 - Gestión del Tiempo

- Gestión del Costo
- Gestión de la Calidad
- Gestión de los Recursos
- Gestión de las Comunicaciones
- Gestión de los Riesgos
- Gestión de las Adquisiciones
- Gestión de los Interesados

Sección 3: Impacto en la Eficiencia del Proyecto

- 8. En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Muy ineficiente" y 5 es "Muy eficiente", ¿cómo calificaría la eficiencia de los últimos proyectos en los que ha participado en términos de cumplimiento de cronograma?**
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- 9. En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Muy ineficiente" y 5 es "Muy eficiente", ¿cómo calificaría la eficiencia de los últimos proyectos en los que ha participado en términos de control de costos?**
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- 10. ¿Cuánto cree que la aplicación de la metodología PMI ha contribuido al cumplimiento de los objetivos del proyecto?**
- Nada
 - Poco
 - Regular
 - Bastante
 - Mucho
- 11. En comparación con otros proyectos en los que no se aplicó PMI, ¿cómo evaluaría el desempeño del proyecto de recrecimiento de relaves?**
- Mucho peor
 - Peor
 - Igual
 - Mejor

Mucho mejor

Sección 4: Desafíos y Mejoras

12. ¿Cuáles han sido los mayores desafíos en la implementación de la metodología PMI en su proyecto? (Seleccione hasta 3 opciones)

- Resistencia al cambio
- Falta de capacitación
- Complejidad de los procesos
- Inadecuación a las condiciones locales
- Limitaciones de recursos

Otro (especifique): _____

13. ¿Qué mejoras recomendaría para la aplicación de la metodología PMI en futuros proyectos de recrecimiento de relaves?

- Más capacitación
- Mayor adaptación a la realidad local
- Simplificación de procesos
- Mejora en la comunicación

Otro (especifique): _____

Sección 5: Percepciones y Conclusiones

14. ¿Qué aspectos de la metodología PMI considera que son menos efectivos en el contexto de proyectos mineros?

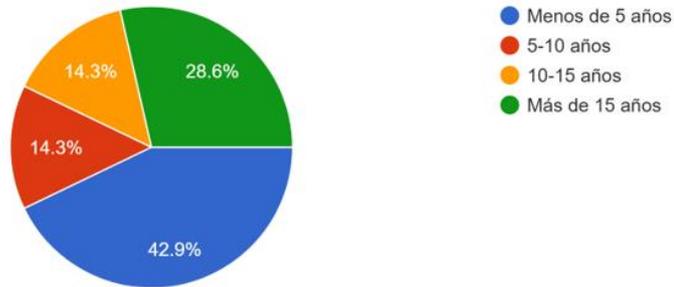
- Mejora en la gestión del tiempo
- Mejor control de costos
- Mayor calidad del producto final
- Mejora en la gestión de riesgos
- Mejor comunicación y gestión de interesados

15. En general, ¿cómo calificaría la efectividad de la metodología PMI en la gestión de su proyecto de recrecimiento de relaves?

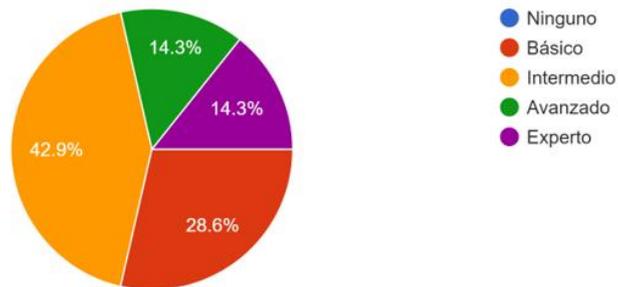
- Muy ineficaz
- Ineficaz
- Regular
- Eficaz
- Muy eficaz

RESULTADOS DE ENCUESTA

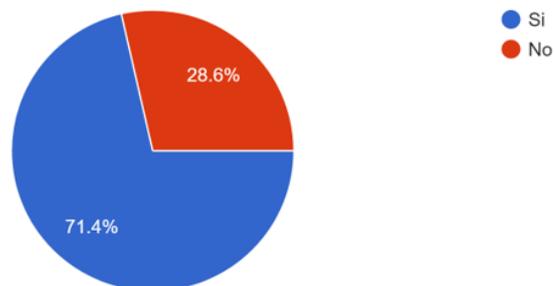
¿Cuántos años de experiencia tiene en la gestión de proyectos de construcción?



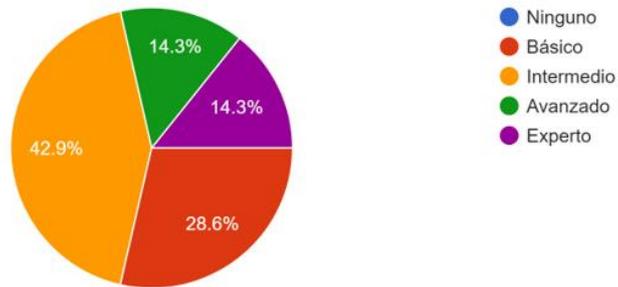
¿Qué nivel de conocimiento tiene sobre la Metodología del PMI?



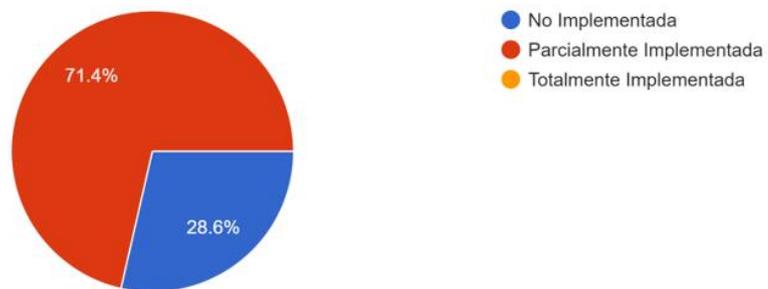
¿Ha trabajado previamente en proyectos de recrecimiento de relaves?



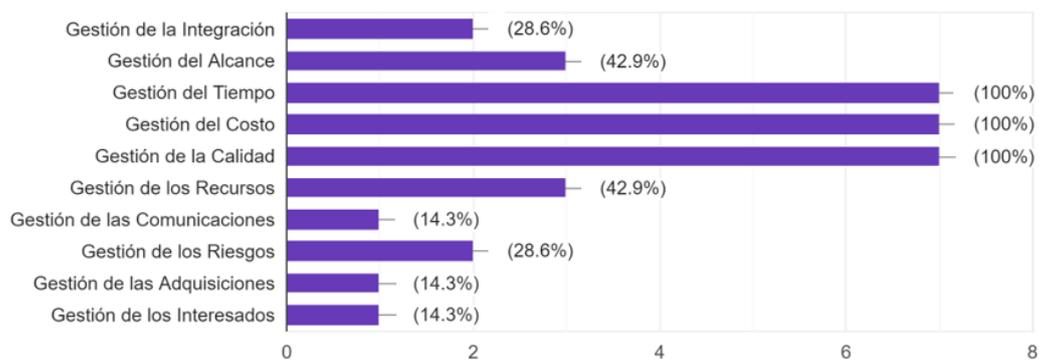
¿Qué nivel de conocimiento tiene sobre la Metodología del PMI?



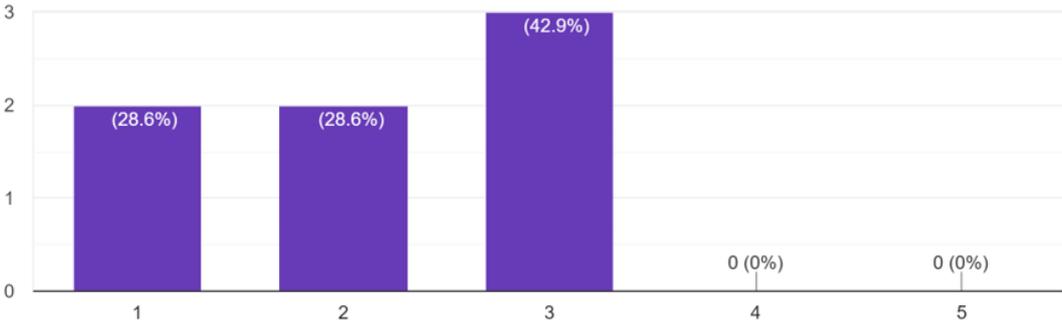
¿Cuál es el nivel de aplicación de la metodología PMI en su proyecto?



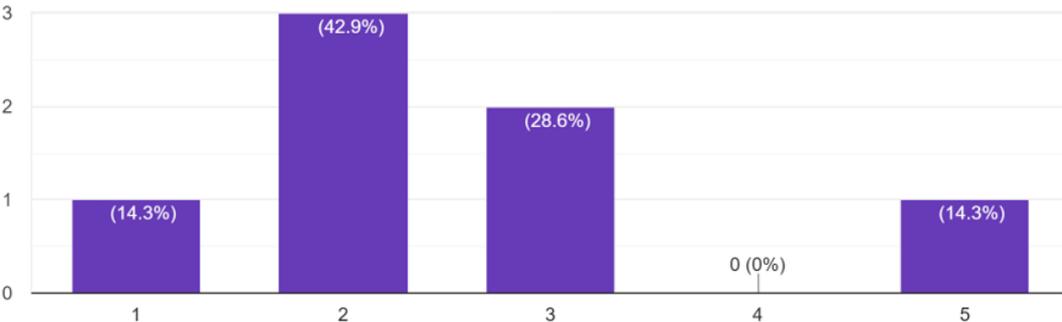
En su experiencia ¿qué áreas de conocimiento del PMI se aplican con mayor frecuencia en su proyecto? (Seleccione todas las que correspondan)



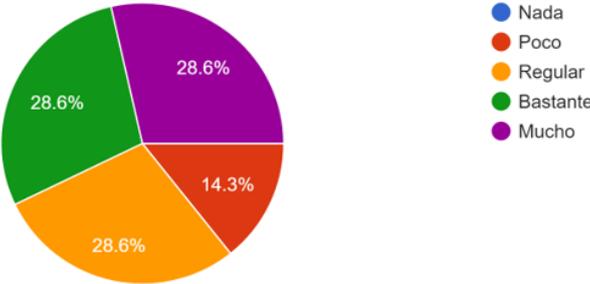
En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Muy ineficiente" y 5 es "Muy eficiente", ¿cómo calificaría la eficiencia de los últimos proyectos en los que ha...ipado en términos de cumplimiento de cronograma?



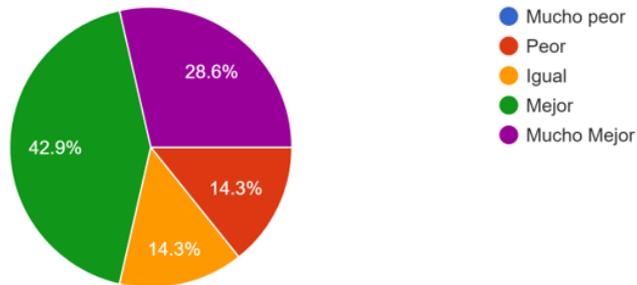
En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Muy ineficiente" y 5 es "Muy eficiente", ¿cómo calificaría la eficiencia de los últimos proyectos en los que h...en términos de cumplimiento de control de costos?



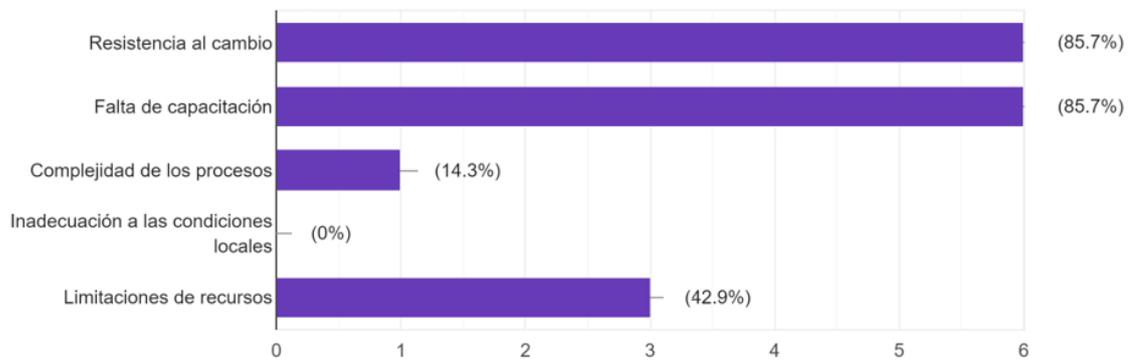
¿Cuánto cree que la aplicación de la metodología PMI ha contribuido al cumplimiento de los objetivos del proyecto?



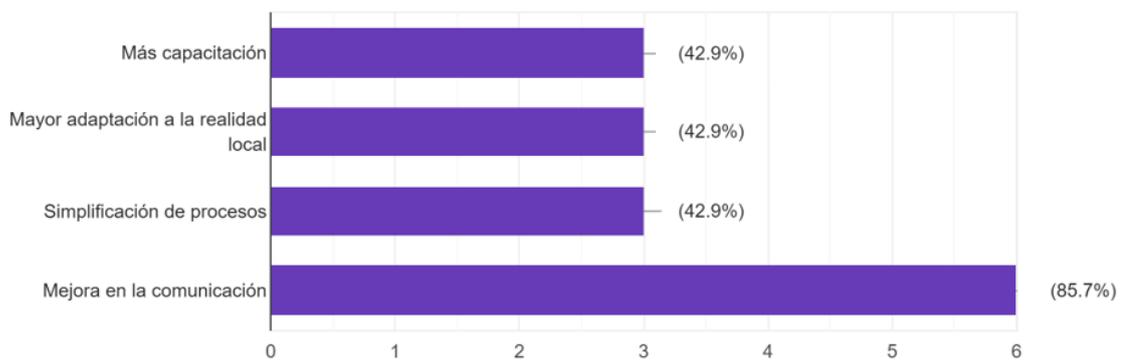
En comparación con otros proyectos en los que no se aplicó la metodología del PMI, ¿cómo evaluaría el desempeño del proyecto?



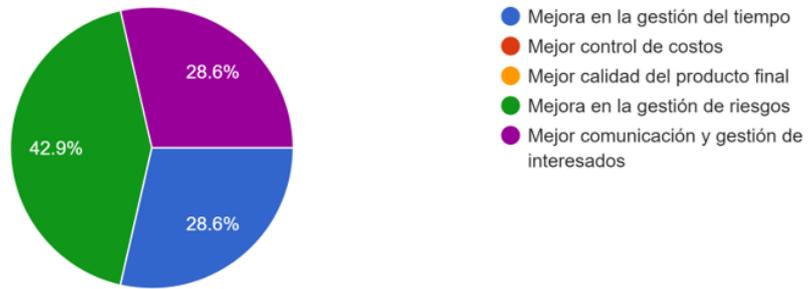
¿Cuáles han sido los mayores desafíos en la implementación de la metodología PMI en su proyecto? (Seleccione hasta 3 opciones)



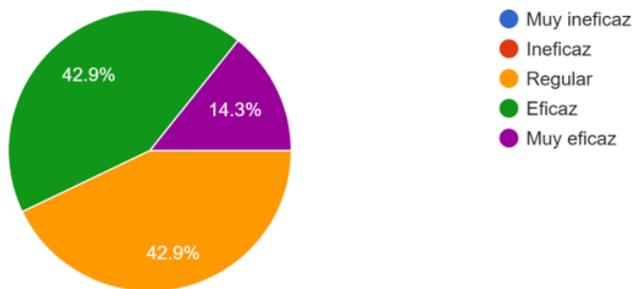
¿Qué mejoras recomendaría para la aplicación de la metodología PMI en futuros proyectos?



¿Qué aspectos de la metodología PMI considera que son menos efectivos?



En general, ¿cómo calificaría la efectividad de la metodología PMI en la gestión de proyectos?



PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 01



Verificación y validación de la colocación del vertido de concreto del piezómetro P1 progresiva 0+ 161.39 -0+163.32, cota inicial 4414.00 msnm, cota final 4414.50 msnm, P2 progresiva 0+ 034.50 – 0+36.00.

Fotografía 02



Validación de la limpieza y el adecuado proceso del perfilado del talud aguas arriba progresivas 0+220-0+479.23.

Fotografía 03



Verificación de la colocación de geotextil 800 g/m², además se identifica el desmontaje del acelerógrafo como restricción futura en la colocación de material Tipo I.

Fotografía 04



Verificación de las uniones de geotextil , además del material Tipo I existente para continuar con el recremento sobre la misma.

Fotografía 05



Verificación de la colocación de curador químico Antisol en muro aliviadero y elaboración de ensayos de mortero fresco.

Fotografía 06



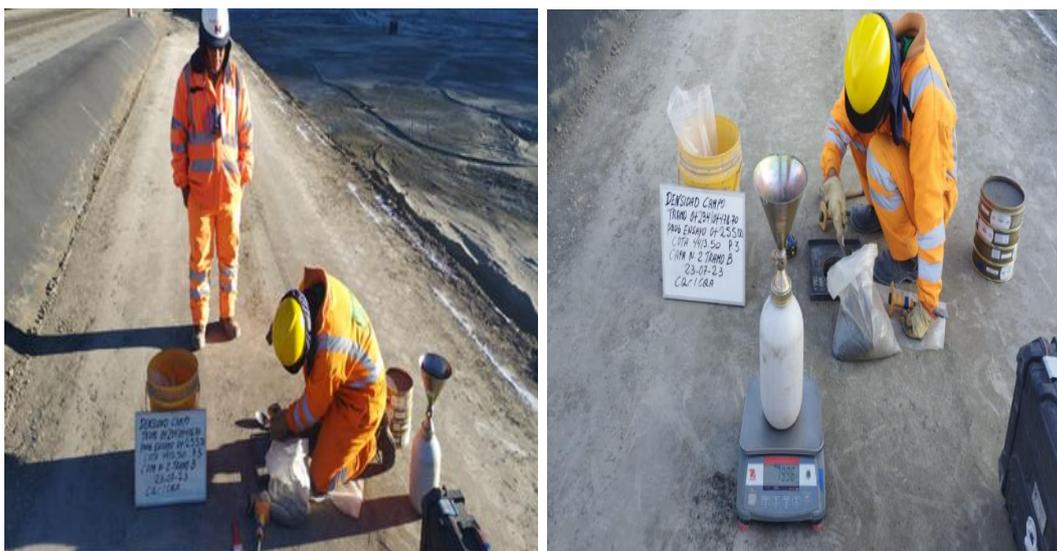
Verificación del alineamiento y verticalidad del encofrado, así mismo la colocación y vibrado de mortero.

Fotografía 07



Inspección de la conformación de plataforma Capa 1, material Tipo I, entre las progresivas 0+051 @ 0+198, cota 4413.25. Aún pendiente el ensayo de densidad para liberación de capa.

Fotografía 08



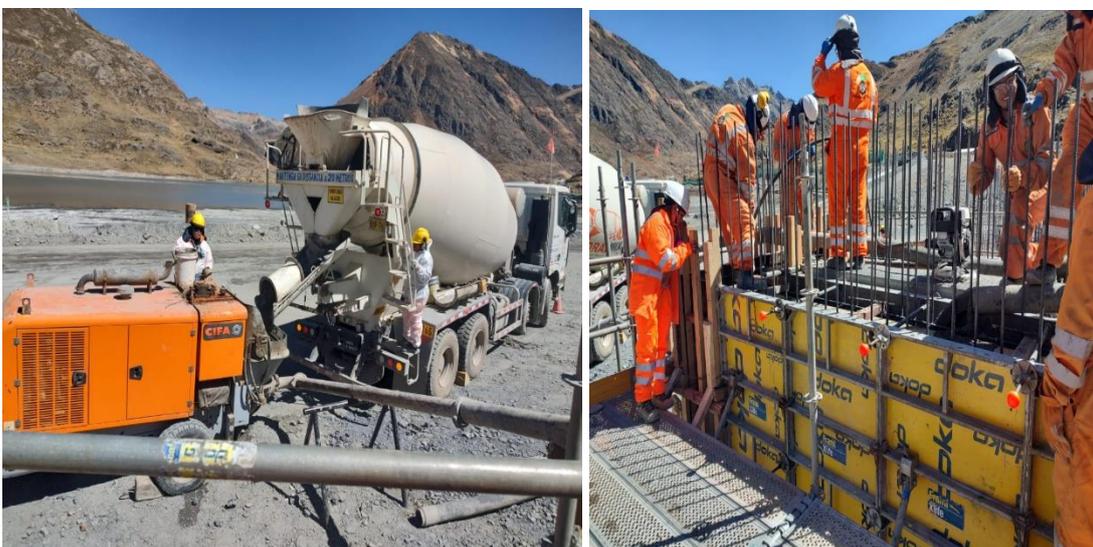
Validación de los ensayos de cono de arena para la aprobación de la Capa 2, Material Tipo I de las progresivas 0+234.00 – 0+478.70, cota 4413.50 msnm, con resultados de 99.5%, 98.6%, pendiente un ensayo.

Fotografía 09



Validación del encofrado del Muro 19, 20 y 21, entre las progresivas 0+205.03 @ 0+228.51 a una altura de 2.5m.

Fotografía 10



Verificación de la colocación de concreto de los Muros N° 21, 22 y 23, entre las progresivas 0+185.15 @ 0+205.03 a una altura de 2.5m, con un total de 33 m3.

Fotografía 11



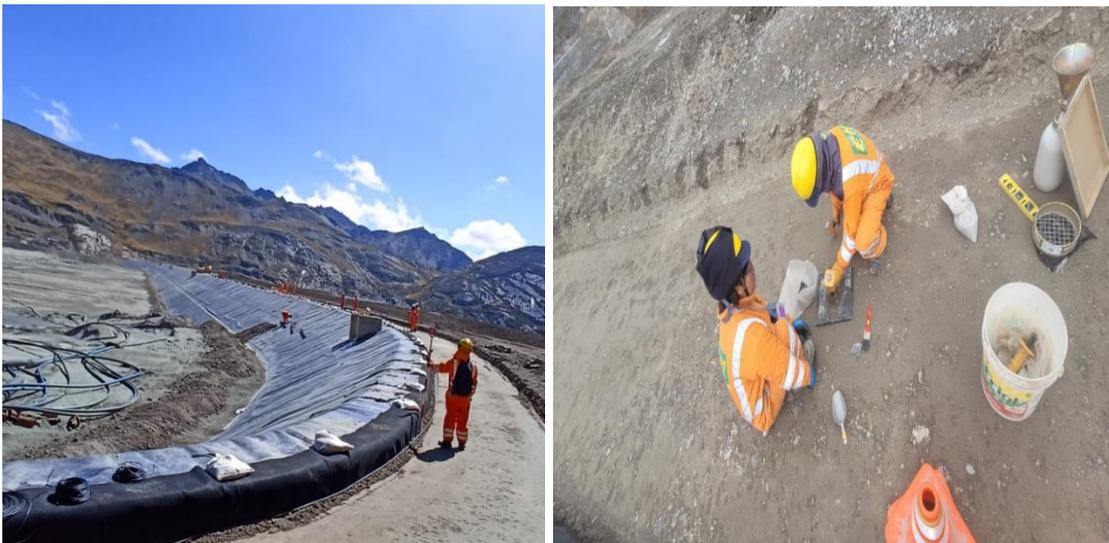
Verificación de los niveles y cotas del encofrado de los Muros 31, 32 y 33, progresivas 0+074.08 – 0+096.48 a una altura de 2.5m.

Fotografía 12



Verificación del vertido de concreto de los Muros 31, 32 y 33, progresivas 0+074.08 – 0+096.48 a una altura de 2.50 m, un total de 41 m³.

Fotografía 13



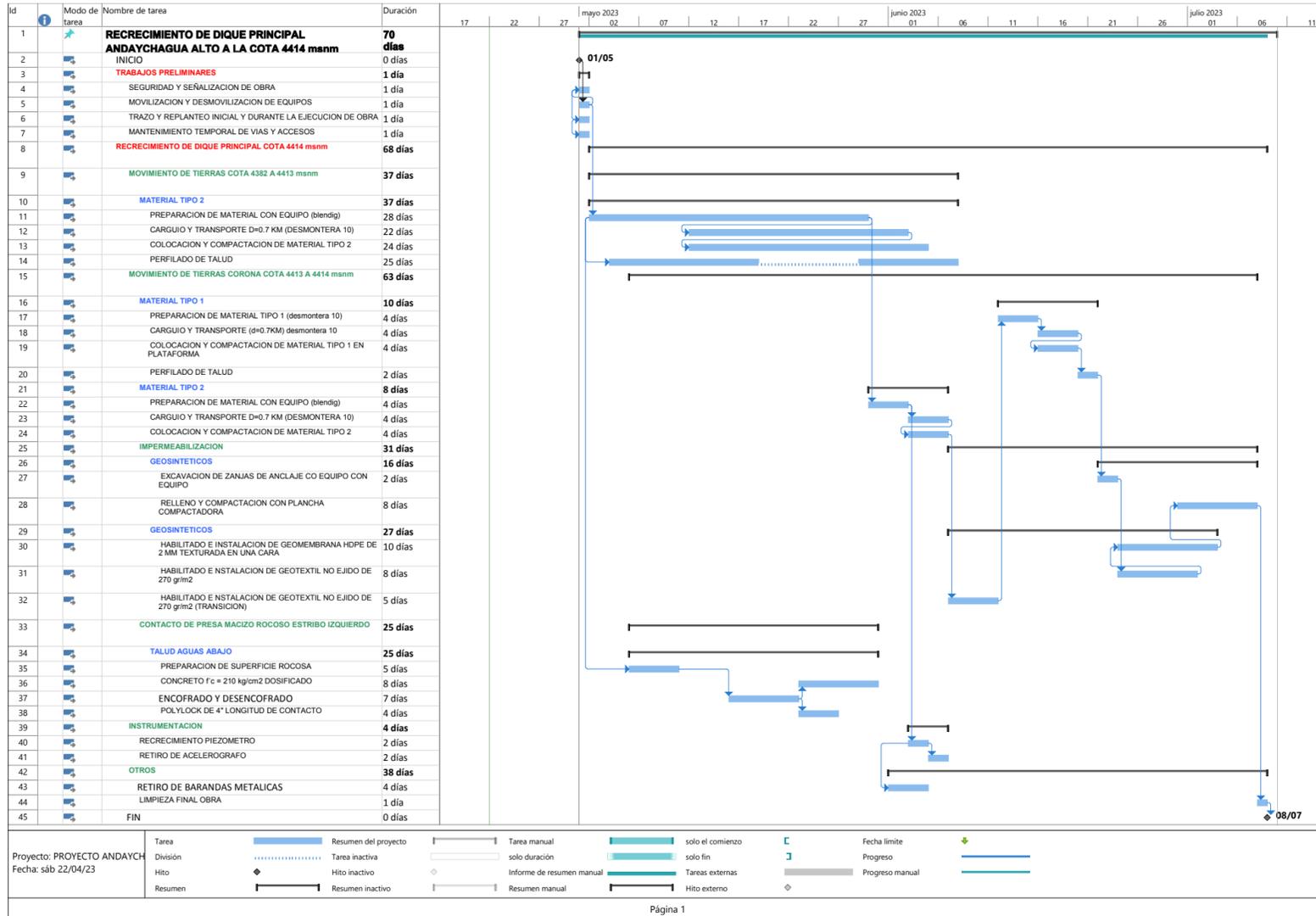
Liberación por topografía de Estribo Izquierdo 0+001.00 a 0+003.70, Cota=4410.00 a 4411.00 msnm. Liberación con cono de arena capa N°01 relleno de zanja de anclaje 0+164.00 - 0+232.00.

Fotografía 14



Liberación por topografía de Zanja de anclaje Capa 2 Progresivas 0+233.00 a 0+007.85,
Cota=4414.00 msnm Encontrándose dentro de su tolerancia establecida +/- 3 cm.

CRONOGRAMA DEL PROYECTO



PROTOCOLOS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

	SISTEMA GESTIÓN DE CALIDAD						FORMATO:	REG-EH-CQC-06-49			
	MURO ALIVIADERO						REVISION:	0			
	REGISTRO DE VERIFICACION, INSPECCION Y RECEPCION DE MATERIALES						FECHA:	20/06/2023			
						PAGINA:	1 de 1				
							Fecha Recepción:				
Documentos adjuntos: - Guía de remisión <input type="checkbox"/> - Orden de compra <input type="checkbox"/> - Certificado de calidad <input type="checkbox"/> - Ficha Técnica <input type="checkbox"/> - Dossier de Calidad <input type="checkbox"/> - Otros: _____											
ITEM	MATERIAL	CANT.	UNIDAD MEDIDA	PROVEEDOR	CERTIFICADO DE CALIDAD N°	LOTE	GUIA DE REMISIÓN	COMENTARIOS			
01											
02											
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
Requerimiento de Almacenamiento:											
Condición de la Recepción:							Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>				
Observaciones: _____											
Elaborado por:			Revisado por:			Aprobado por la Supervisión SRK			VP Bº Proyectos		
Firma:		D:	Firma:		D:	Firma:		D:	Firma:		D:
Area CQC		M:	Ing. Residente		M:	Ing. Supervisor CGA		M:	Ing. De Proyectos		M:
Nombre / Función:			Nombre / Función:			Nombre / Función:			Nombre / Función:		
		A:			A:			A:			A:



**REGISTRO
CONTROL DE CALIDAD**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39

FORMATO: REG-EH-CQC-06-25
 REVISIÓN: 2
 FECHA: 20/06/2023
 PAGINA: 1 de 1

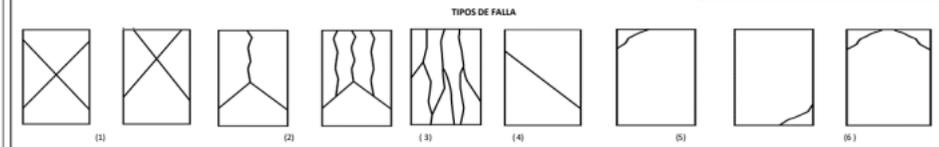
PROYECTO : RECRECIMIENTO DEL MURO ALIVIADERO ANDAYCHAGUA A LA COTA 4412.20 MSNM
 CLIENTE : VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A.
 CONTRATISTA : ECOSEM HUAYHUAY
 SUPERVISION : SRK CONSULTING PERU
 RESPONSABLE : ING. IVAN VICENTE ARTICA
 ESPECIFICACION TECNICA : IFORME TECNICO REV 0: INGENIERIA PARA EL ALIVIADERO DE EMERGENCIA EN LOS DEPOSITOS DE RELAVES ANDAUCHAGUA ALTO Y BAJO

REGISTRO N° : MA-CQC-RCTCC-000
 ELABORADO POR :
 FECHA :
 UBICACIÓN :
 TIPO DE CONCRETO :
 DISEÑO DE MEZCLA :

Número Testigo	Fecha de muestreo	Ubicación / Estructura	F'c kg/cm2 (Diseño)	Edad (días)	Fecha de ensayo	Altura de Probeta (mm)	Diámetro Probeta (mm)	Masa de la probeta (gr)	Área de Probeta (mm ²)	Esbeltez h/d	Factor de Esbeltez	Lectura Dial (kN)	Resistencia (kg/cm2)	Resistencia Cilindrica (MPa)	Tipo de Falla	Resistencia promedio	%	Conformidad (Cumple, No Cumple)
P-001																		
P-002																		
P-003																		
P-004																		
P-005																		
P-006																		

DOCUMENT CONTROL - SITE
APROBADO
 By: Alexander M. Date: 30/06/23

- Tipos de Falla:**
(ASTM C 39)
- 1: Conos bien formados en ambas bases
 - 2: Cono en una base con grietas verticales
 - 3: Grietas verticales columnares
 - 4: Corte(Diagonal)
 - 5: Fractura a un lado de la base superior o inferior
 - 6: Fractura en todo el perímetro de una base



OBSERVACIONES:

.....

.....

Elaborado por:	
Firma:	D:
Area CQC	M:
Nombre / Función:	A:

Revisado por:	
Firma:	D:
Ing. Residente	M:
Nombre / Función:	A:

Aprobado por Supervisión SRK	
Firma:	D:
Ing° Supervisor CQA	M:
Nombre / Función:	A:

Vº Bº Proyectos	
Firma:	D:
Ing. De Proyectos	M:
Nombre / Función:	A:



**SISTEMA GESTIÓN DE CALIDAD
MURO ALIVIADERO**

CONTROL DE CALIDAD - INSPECCIÓN ANTES DEL VACIADO

CÓDIGO: REG-EH-CQC-06-17
 REVISIÓN: 2
 FECHA: 20/06/2023
 PÁGINA: 1 de 1

PROYECTO	: RECRECIMIENTO DEL MURO ALIVIADERO ANDAYCHAGUA ALTO A LA COTA 4412.20 MSNM	REGISTRO N°	: MA-CQC-IAV-001
CLIENTE	: VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A	ELABORADO POR	: _____
CONTRATISTA	: ECOSEM HUAYHUAY	FECHA	: _____
SUPERVISIÓN	: SRK CONSULTING PERU	PROGRESIVAS	: _____
RESPONSABLE	: ING. IVAN VICENTE ARTICA	UBICACIÓN	: _____
ESTRUCTURA	: MURO ALIVIADERO	PLANO DE REFERENCIA	: _____
ESPECIFICACION TECNICA	: _____		

	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	COMENTARIO		
1. UBICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACUERDO A PLANO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		13. EQUIPO DE VACIADO	Mixer <input type="checkbox"/> Bomba <input type="checkbox"/>
2. LA FUNDACION SE ENCUENTRA LIBERADA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
3. LA SUPERFICIE SE ENCUENTRA SIN EMPOZAMIENTO DE AGUA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14. REQUIERE PUENTE DE AHERENCIA	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
4. LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
5. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE CONCRETO EXISTENTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15. EL ELEMENTO TENDRÁ LLAVE DE JUNTA EN MURO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
6. ENCOFRADO LIBERADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
7. EQUIPO DE COLOCACIÓN DE CONCRETO EN BUENAS CONDICIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		16. EL WATER STOP SE ENCUENTRA ALINEADO Y FUJO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
8. HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS REQUERIDOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
9. ALINEAMIENTO Y ELEVACIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14. RESISTENCIA DE MORTERO REQUERIDO:	f'c=310 kg/cm3
10. NIVELES DE VACIADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
11. PROTECCIÓN CONTRA EL CLIMA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
12. DISTRIBUCION DE ACERO LIBERADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

OBSERVACIONES: _____



Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por la Supervisión SRK		Vº Bº Proyectos	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
Área CQC	M:	Ing. de Calidad	M:	Ing. Supervisor CQA	M:	Ing. De Proyectos	M:
Nombre / Función:	A:	Nombre / Función:	A:	Nombre / Función:	A:	Nombre / Función:	A:

	SISTEMA GESTION DE CALIDAD			CODIGO:	REG-EH-CQC-06-21		
	MURO ALIVIADERO			REVISION:	2		
	CONTROL DE CALIDAD - INSPECCION DEL ACERO DE			FECHA:	20/06/2023		
	REFUERZO			PAGINA:	1 de 1		
PROYECTO :	RECRECIMIENTO DEL MURO ALIVIADERO ANDAYCHAGUA ALTO A LA COTA 4412.20 MSNM			REGISTRO N° :	MA-CQC-IA-001		
CLIENTE :	VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A			ELABORADO POR :			
CONTRATISTA :	ECOSEM HUAYHUAY			FECHA :			
SUPERVISION :	SRK CONSULTING PERU			PROGRESIVAS :			
RESPONSABLE :	ING. IVAN VICENTE ARTICA			UBICACIÓN :			
ESTRUCTURA :	MURO ALIVIADERO			PLANO DE REFERENCIA :			
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA :							
VERIFICACION DEL ACERO DE REFUERZO							
PUNTOS DE CONTROL	VERIFICACION			COMENTARIOS			
	Cumple	No Cumple	No Aplica				
LIBRE (Corrosión, concreto, grasa)							
CALIDAD DEL ACERO (ASTM, grado, marca)							
DIAMETRO DE LA VARILLA (pulg), indicar si es liso o corrugado							
LONGITUD DE TRASLAPE (mm)							
CORRECTA UBICACIÓN DE TRASLAPES							
LONGITUD DE GANCHO (mm)							
RADIO DE DOBLEZ (mm)							
ESPACIAMIENTO ENTRE BARRAS (mm)							
EL ALAMBRE DE AMARRE SE ENCUENTRA FIJO							
SOPORTES PARA RECUBRIMIENTO CONTRA BASE (mm)							
SOPORTE PARA RECUBRIMIENTOS LATERAL (mm)							
VERTICALIDAD (Plomada)							
HORIZONTALIDAD (Nivel)							
OBSERVACIONES:							
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 70%;"> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> </div> <div style="width: 25%; border: 1px solid red; padding: 5px; text-align: center;">  <p>DOCUMENT CONTROL - SITE</p> <p>APROBADO</p> <p>By: Alexander M. Date: 30/06/23</p> </div> </div>							
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por la Supervisión SRK		Vº Bº Proyectos	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
Area CQC	M:	Ing. Residente	M:	Ingº Supervisor CQA	M:	Ing. De Proyectos	M:
Nombre / Función:	A:	Nombre / Función:	A:	Nombre / Función:	A:	Nombre / Función:	A:



SISTEMA GESTION DE CALIDAD

MURO ALIVIADERO

CONTROL DE CALIDAD - INSPECCION DE ENCOFRADO

FORMATO : REG-EH-CQC-06-22

REVISION : 2

FECHA : 20/06/2023

PAGINA : 1 de 1

PROYECTO	: RECRECIMIENTO DEL MURO ALIVIADERO ANDAYCHAGUA ALTO A LA COTA 4412.20 MSNM	REGISTRO N°:	MA-CQC-IE-001
CLIENTE	: VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A	ELABORADO POR:	_____
CONTRATISTA	: ECOSEM HUAYHUAY	FECHA:	_____
SUPERVISOR	: SRK CONSULTING PERU	PROGRESIVAS:	_____
RESPONSABLE	: ING. IVAN VICENTE ARTICA	UBICACION:	_____
ESTRUCTURA	: MURO ALIVIADERO	PLANO DE REFERENCIA:	_____
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	: _____		

VERIFICACIÓN DEL ENCOFRADO

PUNTOS DE CONTROL	VERIFICACIÓN			COMENTARIOS
	C	NC	NA	
MATERIAL DEL ENCOFRADO: _____				
VERIFICACION TOPOGRAFICA				
LIMPIEZA DE FORMAS DE ENCOFRADO				
FORMA Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO (mm)				
APLICACIÓN DE DESMOLDANTE: _____				
ASEGURAMIENTO DE SOLERAS				
APUNTALAMIENTO Y FIJACIÓN				
ALINEAMIENTO				
VERTICALIDAD				
RECUBRIMIENTO MINIMO: _____				
JUNTAS DE CONTROL NIVELADAS				
HERMETICIDAD DEL ENCOFRADO				
ELEMENTO (TIPO): _____				
DIMENSIÓN DEL ELEMENTO : _____				
CALIDAD DEL ELEMENTO				
DISTANCIA ENTRE ELEMENTOS EN DIRECCION DEL EJE(mm)				
UBICACIÓN DEL ELEMENTO DE ACUERDO AL PLANO				
VERTICALIDAD (Plomada)				
HORIZONTALIDAD (Nivel)				
CORRECTA FIJACION DEL ELEMENTO				
SOLDADURA				
LIMPIEZA (libre de concreto, partículas extrañas, etc)				

C = CONFORME; NC = NO CONFORME; NA = NO APLICA

COMENTARIOS / OBSERVACIONES: _____

DOCUMENT CONTROL - SITE
APROBADO
 By: Alexander M. Date: 30/06/23

Elaborado por:

Firma:	D:
Area CQC	M:
Nombre / Función:	A:

Revisado por:

Firma:	D:
Ing. Residente	M:
Nombre / Función:	A:

Aprobado por la Supervisión SRK

Firma:	D:
Ing° Supervisor CQA	M:
Nombre / Función:	A:

Vº Bº Proyectos

Firma:	D:
Ing. De Proyectos	M:
Nombre / Función:	A:

	SISTEMA GESTION DE CALIDAD		CODIGO:	REG-EH-CQC-06-24																
	MURO ALIVIADERO		REVISION:	2																
	CONTROL DE CALIDAD - INSPECCION DE REPARACIÓN DE WATER STOP		FECHA:	20/06/2023																
			PAGINA:	1 de 1																
PROYECTO :	RECRECIMIENTO DEL MUO ALIVIADERO ANDAYCHAGUA ALTO A LA COTA 4412.20 MSNM	REGISTRO N° :	MA-CQC-IWS-020																	
CLIENTE :	VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A	ELABORADO POR :																		
CONTRATISTA :	ECOSEM HUAYHUAY	FECHA :																		
SUPERVISION :	SRK CONSULTING PERU	PROGRESIVAS :																		
RESPONSABLE :	ING. IVAN VICENTE ARTICA	UBICACIÓN :																		
ESTRUCTURA :	MURO ALIVIADERO	PLANO :																		
ESPECIFICACIÓN TECNICA :																				
VERIFICACION DE REPARACIÓN DE WATER STOP																				
PUNTOS DE CONTROL	VERIFICACION			COMENTARIOS																
	Cumple	No Cumple	No aplica																	
METODO DE REPARACIÓN: (PUNTUAL) <input type="checkbox"/> (POR TRAMO) <input type="checkbox"/>																				
TIPO DE WATER STOP: (PVC 6") <input type="checkbox"/> (CAUCHO NEOPRENO 6") <input type="checkbox"/>																				
LIMPIEZA DEL WATER STOP																				
WATER STOP CUENTA CON CERTIFICADO DE CALIDAD																				
DISTRIBUCION DEL WATER STOP POR PARTES IGUALES ENTRE LOS TRAMOS A CONECTAR (TRASLAPE MÍNIMO DE REPARACIÓN 10 CM)																				
WATER STOP UBICADO EN EL EJE DE LA SECCIÓN (3.25 CM)																				
TRES PUNTOS DE SUJECCIÓN																				
SUPERFICIE LIMPIA, SECA Y LIBRE DE CONTAMINANTES																				
CONTINUIDAD DEL WATER STOP REPARADO																				
ASEGURAMIENTO DEL WATER STOP CON ALAMBRE N°08																				
VERTICALIDAD (Plomada)																				
HORIZONTALIDAD (Nivel)																				
SOLDADURA DEL WATER STOP: CEMENTO VULCANIZANTE CV-02																				
VERIFICACION DE REPARACIÓN CON SELLADOR HIDROFÍLICO: SIKASWELL S-2																				
SUPERFICIE LIMPIA, SECA Y LIBRE DE CONTAMINANTES																				
SIKASWELL-2 CUENTA CON CERTIFICADO DE CALIDAD																				
AREA DEMARCADA PARA COLOCACIÓN DE SIKASWELL-2 (CONERTURA MINIMA DE 10 CM PARA SELLADO DE AMBOS LADOS EN HORMIGON ARMADO Y 15 CM PARA HORMIGON NO REFORZADO)																				
PARA ALTURA DE VERTIDO MENOR A 50 CM SE DEJÓ ENDURECER DURANTE 2-3 HORAS																				
PARA ALTURA DE VERTIDO MAYOR A 50 CM SE DEJÓ ENDURECER MINIMO 2 DIAS																				
PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA HASTA EL COLOCADO DE MORTERO																				
																				
OBSERVACIONES:																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">Elaborado por:</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Revisado por:</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Aprobado por la Supervisión SRK</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Vº Bº Proyectos</td> </tr> <tr> <td>Firma: Area CQC</td> <td>Firma: Ing. Residente</td> <td>Firma: Ingº Supervisor CQA</td> <td>Firma: Ing. De Proyectos</td> </tr> <tr> <td>Nombre / Función:</td> <td>Nombre / Función:</td> <td>Nombre / Función:</td> <td>Nombre / Función:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">D: M: A:</td> </tr> </table>					Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por la Supervisión SRK	Vº Bº Proyectos	Firma: Area CQC	Firma: Ing. Residente	Firma: Ingº Supervisor CQA	Firma: Ing. De Proyectos	Nombre / Función:	Nombre / Función:	Nombre / Función:	Nombre / Función:	D: M: A:	D: M: A:	D: M: A:	D: M: A:
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por la Supervisión SRK	Vº Bº Proyectos																	
Firma: Area CQC	Firma: Ing. Residente	Firma: Ingº Supervisor CQA	Firma: Ing. De Proyectos																	
Nombre / Función:	Nombre / Función:	Nombre / Función:	Nombre / Función:																	
D: M: A:	D: M: A:	D: M: A:	D: M: A:																	

	CÓDIGO:	REG-EH-CQC-06-41	PROTOCOLO TOPOGRÁFICO - CONCRETO		
	REVISIÓN:	2	PRESA DE RELAVES - ANDAYCHAGUA ALTO		
	FECHA:	20/06/2023	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		
	PÁGINA:	1 DE 2			
PROYECTO:	RECRECIMIENTO DE MURO DEL ALIVIADERO ANDAYCHAGUA ALTO A LA COTA 4412.20 m.s.n.m.				
CLIENTE:	VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.				
CONTRATISTA:	ECOSEM HUAYHUAY				
SUPERVISIÓN:	SRK CONSULTING (PERU) S.A.				
UBICACIÓN:	MURO DEL ALIVIADERO 1, 2 Y 3			FECHA:	
TRAMO LIBERADO:	INICIO:	FINAL:	N° CORRELATIVO:	TOP-ALI-E2-CON-000	
COTA DE MURO:	INICIO:	FINAL:			
EQUIPO:	ESTACION TOTAL LEICA		MODELO:	TS06 Plus-3 R500	
EQUIPO CALIBRADO:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SERIE:	1364230	
			CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	1364230-11032023	
			CADUCIDAD DE CALIBRACIÓN:	11	09
				23	
1.- Puntos de Control Topográfico	<input checked="" type="checkbox"/>		3.- Colocación de Niveles y/o Coordenadas (*ver tabla)	<input checked="" type="checkbox"/>	
	ESTE	NORTE	COTA		
	ANDAYCHAGUA 01	390,949.507	8,700,787.377	4,431.929	
	ANDAYCHAGUA 02	391,410.585	8,700,753.769	4,445.750	
2.- Ubicación de Puntos de Control / Auxiliares	<input checked="" type="checkbox"/>		4.- Trazo y Replanteo de Eje y hombro	<input checked="" type="checkbox"/>	
			5.- Otros:	N/A	
PLANO DE REFERENCIA - SECCIÓN					
SECCIÓN TÍPICA					
LONGITUD:	0.00	m	ÁREA LIBERADA:	0.00	m ²
			VOL. LIBERADA:	0.00	m ³
COMENTARIOS:					
SISTEMA DE COORDENADAS UTM, DATUM DE REFERENCIA WGS 84					
 					
DOCUMENT CONTROL - SITE					
APROBADO					
By: Alexander M. Date: 30/06/23					
TOPÓGRAFO CQC:	ING. DE CALIDAD CQC:	TOPÓGRAFO CQA:	ING. SUPERVISOR CQA:		
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:		

	SISTEMA GESTIÓN DE CALIDAD			CODIGO: REG-EH-CQC-06-42			
	MURO ALIVIADERO			REVISIÓN: 0			
	REGISTRO DE JUNTAS EN ESTRUCTURAS			FECHA: 20/06/2023			
				PAGINA: 1 de 1			
PROYECTO :	RECRECIMIENTO DE MURO ALIVIADERO ANDAYCHAGUA ALTO A LA COTA 4412.20 MSNM			REGISTRO N° :			
UBICACIÓN :	ECOSEM HUAYHUAY			CANTERA:			
CONTRATISTA :	SRK CONSULTING PERU			TÉCNICO:			
SUPERVISIÓN :	IVAN VICENTE ARTICA			FECHA DE ENSAYO:			
RESPONSABLE :	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:			MATERIAL:			
				PLANO:			
REGISTRO DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN							
UBICACIÓN	Progresivas / Ejes:						
	Zona / Lugar:						
	Tramo:						
CARACTERÍSTICAS DE LA JUNTA							
01. TIPO	Junta de control <input type="checkbox"/>	Junta de Dilatación <input type="checkbox"/>	Junta de Construcción <input type="checkbox"/>				
02. ANCHO (mm)							
03. PROFUNDIDAD (mm)							
04. LONGITUD (mm)							
LIBERACION PARA LA INSTALACIÓN							
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN		C	NC	NA	COMENTARIOS		
1	Se realizó la limpieza de restos de concreto de la junta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
2	El ancho de la junta se encuentra de acuerdo al Plano.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
3	El corte de la junta es uniforme y firme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4	Material de Relleno de Junta: N° Lote :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
5	Material de Sello de Junta: N° Lote :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
6	Colocación de imprimante sobre la superficie de concreto Nombre : N° Lote :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<p>LEYENDA : C: CONFORME NC: NO CONFORME N/A: NO APLICA</p> <p>COMENTARIOS/OBSERVACIONES:</p>							
					 <p>DOCUMENT CONTROL - SITE</p> <p>APROBADO</p> <p>By: Alexander M. Date: 30/06/23</p>		
Elaborado por: Firma: _____ D: _____ Área CQC Nombre / Función: _____ M: _____ A: _____		Revisado por: Firma: _____ D: _____ Ing. de Calidad Nombre / Función: _____ M: _____ A: _____		Aprobado por la Supervisión SRK Firma: _____ D: _____ Ing. Supervisor CQA Nombre / Función: _____ M: _____ A: _____		VP BP Proyectos Firma: _____ D: _____ Ing. De Proyectos Nombre / Función: _____ M: _____ A: _____	