

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS DE PROPUESTA DE CIERRE EXSITU PARA LA
REMEDIACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS”**

TOMO I

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

**JOSUE GILMAR LUJAN LOPEZ
ID: 0009-0003-9044-6929**

ASESOR

**Mag. VLADEMIR ALCIDES LOZANO COTERA
ID: 0009-0009-9977-472X**

LIMA- PERÚ

2024

© 2024, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Lujan Lopez, Josue Gilmar

jlujanl@uni.pe

993313364

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, mi familia, amigos y aquellos que siempre fueron una inspiración en mí, por ser el soporte durante todos estos años y ser la motivación que hace superarme día a día.

Por un país donde todos tengamos las mismas oportunidades para surgir en convivencia con el prójimo y la naturaleza.

ÍNDICE

Resumen	5
Abstract.....	6
Prólogo.....	7
Lista de tablas.....	8
Lista de figuras	11
Lista de símbolos y siglas	13
Capítulo I: Introducción.....	15
1.1 Generalidades.....	15
1.2 Descripción del problema de investigación.....	17
1.3 Objetivos del estudio	19
1.3.1 Objetivo General	19
1.3.2 Objetivos Específicos	19
1.4 Antecedentes investigativos	19
Capítulo II: Marco teórico y conceptual	21
2.1 Marco teórico	21
2.1.1 Pasivo Ambiental Minero	21
2.1.2 Generación de Drenaje Ácido.....	22
2.1.3 Riesgo Ambiental	25
2.1.4 Cierre de Pasivos Ambientales Mineros	26
2.2 Marco conceptual.....	27
2.2.1 Tipos de Cierre de PAM	27
2.2.2 Reducción de Humedad	28
2.2.3 Impacto Ambiental.....	29
2.2.4 Criterios de Selección de Metodologías de Impacto Ambiental	34
2.2.5 Evaluación de Impacto Ambiental.....	35
2.2.6 Incertidumbre Económica	39
2.2.7 Certificado de Cierre.....	41

Capítulo III: Línea base del pasivo ambiental minero	42
3.1 Información general de los PAM (EX U.M. Aladino VI)	42
3.1.1 Ubicación	42
3.1.2 Accesibilidad	42
3.1.3 Historia de los PAM	43
3.2 Componentes.....	43
3.3 Condiciones actuales	44
3.3.1 Área de Influencia.....	44
3.3.2 Medio Físico	47
3.3.3 Medio Biológico	54
3.3.4 Medio Socioeconómico	55
Capítulo IV: Objetivos del plan de cierre.....	59
4.1 Actividades de cierre	59
4.1.1 Demolición y Disposición.....	59
4.1.2 Estabilidad Física	60
4.1.3 Estabilidad Geoquímica.....	71
4.1.4 Estabilidad Hidrológica	76
4.1.5 Establecimiento de la Forma del Terreno	79
4.1.6 Revegetación	79
4.1.7 Rehabilitación de Hábitats Acuáticos.....	81
4.1.8 Programas Sociales	82
4.1.9 Plan de monitoreo ambiental en obra	86
4.1.10 Capacitación y educación ambiental en obra	88
4.2 Mantenimiento post-cierre	88
4.2.1 Mantenimiento Físico	89
4.2.2 Mantenimiento Geoquímico.....	89
4.2.3 Mantenimiento Hidrológico	91
4.2.4 Mantenimiento Biológico.....	93

4.3	Monitoreo post-cierre	94
4.3.1	Monitoreo de Estabilidad Física.....	95
4.3.2	Monitoreo de Estabilidad Geoquímica	96
4.3.3	Monitoreo de Estabilidad Hidrológica.....	99
4.3.4	Monitoreo Biológico	99
4.3.5	Monitoreo de Calidad de Suelos.....	102
4.3.6	Monitoreo de Programa Sociales.....	103
Capítulo V: Viabilidad económica de la propuesta.....		106
5.1	Metrados	106
5.1.1	Obras Provisionales y Trabajos Preliminares	106
5.1.2	Instalaciones de Procesamiento y otras Infraestructuras	107
5.1.3	Instalaciones para Manejo de Residuos	108
5.2	Presupuesto.....	115
5.2.1	Actividades de cierre	115
5.2.2	Etap post cierre	127
5.3	Cronograma	127
5.3.1	Actividades de cierre	127
5.3.2	Etap Post cierre	129
Capítulo VI: Evaluación comparativa con metodologías tradicionales		130
6.1	Descripción de las alternativas	130
6.1.1	Alternativa de Cierre Ex Situ.....	130
6.1.2	Alternativa de Cierre In Situ	130
6.2	Evaluación ambiental	130
6.2.1	Actividades de Cierre generador de impactos ambientales	131
6.2.2	Identificación de Impactos Ambientales.....	132
6.2.3	Evaluación de impactos ambientales.....	135
6.2.4	Mitigación de Impactos Ambientales	140
6.2.5	Evaluación ambiental de alternativas	143

6.3	Evaluación del costo	147
6.3.1	Inversión anual en remediación de PAM	147
6.3.2	Estado actual de inversiones.....	149
6.3.3	Evaluación del costo entre alternativas.....	150
6.4	Evaluación del plazo	151
6.4.1	Estado actual de los PAM.....	151
6.4.2	Evaluación del plazo entre alternativas.....	156
6.5	Evaluación temporal del plan de cierre de los PAM.....	157
	Conclusiones	160
	Recomendaciones	162
	Referencias bibliográficas	163

RESUMEN

El presente estudio expone el análisis de la propuesta de remoción y disposición ex situ de residuos mineros (depósito de relaves y desmonte de mina) catalogados como pasivos ambientales mineros, cuya remediación se encuentren a cargo del Estado mediante la empresa Activos Mineros S.A.C. El propósito de esta alternativa es reducir los impactos ambientales y la incertidumbre económica (en costo y plazo) para la obtención del certificado ambiental de cierre de pasivos ambientales mineros, que indica que la remediación ha sido ejecutada con éxito.

El estudio evalúa la alternativa de cierre exsitu de los pasivos ambientales mineros de la Ex Unidad Minera Aladino VI, iniciando por la línea base donde se describen los distintos componentes y se detalla las condiciones actuales de los mismos, encontrando como principal incidencia, la generación de drenaje ácido de los residuos mineros. Luego, se desarrolla una serie de actividades de cierre, mantenimiento y monitoreo postcierre basados en el cumplimiento de los objetivos planteados en la guía de elaboración de planes de cierre del Ministerio de Energía y Minas. Posteriormente, se presenta la viabilidad económica basada en la estimación de los metrados de las actividades de cierre, el presupuesto y el cronograma de la etapa de cierre como de la etapa postcierre. Seguidamente, se realiza una evaluación comparativa de la alternativa de cierre exsitu y la alternativa de cierre insitu, basados en una evaluación ambiental, y evaluación del costo y del plazo.

Finalmente, se ha obtenido como resultado que la alternativa de cierre ex situ genera mayores impactos ambientales en la alteración del aire, modificación del paisaje, incremento de la cobertura vegetal y generación de empleo. La evaluación del costo nos revela que esta alternativa presenta un mayor costo directo debido al movimiento de tierras realizado en la remoción y conformación del depósito de material excedente; sin embargo, este costo nos es significativo respecto a las inversiones anuales en este rubro por parte del Estado. A su vez la evaluación del plazo evidencia una reducción de al menos 40% respecto al plazo de obtención de certificado ambiental de cierre respecto a la alternativa de cierre in situ.

Palabras clave: Pasivo ambiental minero, remediación ambiental, certificado ambiental de cierre, alternativa de cierre ex situ.

ABSTRACT

The present study presents an analysis of the proposal for the ex situ removal and disposal of mining waste (tailings deposits and mine waste) classified as mining environmental liabilities, whose remediation is the responsibility of the State through the company Activos Mineros S.A.C. The purpose of this alternative is to reduce environmental impacts and economic uncertainty (in terms of cost and time) in obtaining the environmental closure certificate for mining environmental liabilities, indicating the successful execution of the remediation.

The study evaluates the ex situ closure alternative for the environmental liabilities of the former Aladino VI Mining Unit, starting with the baseline where various components are described, and the current conditions are detailed. The main incidence identified is the generation of acid drainage from mining waste. Subsequently, a series of closure, maintenance, and post-closure monitoring activities are developed based on the fulfillment of objectives outlined in the closure plans guide of the Ministry of Energy and Mines (MINEM). Following this, economic viability is presented based on measurements of closure activities, budget, and the schedule for both the closure and post-closure stages. Next, a comparative evaluation is conducted between the ex situ closure alternative and the in situ closure alternative, based on environmental assessment, cost evaluation, and time assessment.

Finally, the results indicate that the ex situ closure alternative generates greater environmental impacts in terms of air disturbance, landscape modification, increased vegetation coverage, and job creation. The cost evaluation reveals that this alternative has a higher direct cost due to earthmoving activities involved in the removal and shaping of excess material deposits; however, this cost is not significant in comparison to the annual investments in this sector by the State. Furthermore, the time assessment demonstrates a reduction of at least 40% compared to the time required to obtain the environmental closure certificate in comparison to the in situ closure alternative.

Keywords: Mining environmental liability, environmental remediation, environmental closure certificate, ex situ closure alternative.

PRÓLOGO

El Perú es un país rico en materias primas, debido a ello la actividad minera se ha desarrollado, desde épocas prehispánicas hasta la actualidad. Durante todo este periodo, los impactos generados por los PAM (pasivos ambientales mineros), han afectado el entorno, ya que no contaba con regulación ambiental hasta inicios del siglo XXI.

Si bien existen proyectos de remediación de PAM como parte de las políticas públicas, se tienen proyectos de remediación ambiental que superan los 10 años de etapa post cierre. La importancia de esta tesis radica en recomendar una metodología de cierre ex situ para depósito de relaves como parte del plan de cierre de PAM en residuos mineros para obtener el certificado de cierre ambiental a los 5 años de etapa post cierre, como lo indica la ley 28271.

La comunidad de Cari Cari, ubicada en el distrito de Mañazo, provincia y departamento de Puno, albergan los pasivos ambientales de la ex unidad minera Aladino VI catalogados de muy Alto riesgo, ya que éstos generan drenaje ácido que se vierte hacia cursos de agua que son aportantes de las cuencas hidrográficas. El proyecto de remediación de PAM de la ex U.M. Aladino VI es pionera en el Perú en recomendar una metodología de cierre ex situ; a partir de este proyecto se tienen otros que han emulado esta metodología pudiendo nombrar a Azulmina 1 y 2 (Pasco), Santa Rosa (Huancavelica), Caridad (Lima). El proceso de remediación de Aladino VI viene siendo observado etapa por etapa, hoy se encuentra en la etapa post cierre y genera una gran expectativa para poder validar las actividades de cierre y el mantenimiento y monitoreo post cierre de la metodología de cierre ex situ.

Los proyectos de remediación benefician de manera directa a muchas comunidades que en algunos casos conviven con los pasivos ambientales desde que fueron creadas, y de manera indirecta a poblaciones que utilizan los cursos de agua que vienen siendo contaminados por estos pasivos ambientales mineros. Finalmente, la remediación de estas áreas contribuye a la aceptación social de nuevos proyectos mineros y/o a la expansión de los proyectos antiguos que en estos últimos años han sufrido muchas complicaciones respecto al entorno social.

ASESOR

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Responsable de PAM al 2022	18
Tabla 2	Primer Criterio para determinar la Generación de DAR	23
Tabla 3	Segundo Criterio para determinar la Generación de DAR	23
Tabla 4	Tercer Criterio para determinar la Generación de DAR	24
Tabla 5	Criterio para determinar la Generación de DAR según Test NAG.....	24
Tabla 6	Impactos Ambientales en la minería	30
Tabla 7	Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes Líquidos..	32
Tabla 8	Niveles de Importancia de los Impactos Ambientales	37
Tabla 9	Escala de Valoración de Impactos Ambientales	37
Tabla 10	Rutas y Distancias	43
Tabla 11	Listado de PAM en la Ex U.M. Aladino VI	43
Tabla 12	Unidades fisiográficas.....	47
Tabla 13	Resultados Geoquímicos de PAM	49
Tabla 14	Estimación de Riesgo para los PAM en la Ex U.M. Aladino VI.....	50
Tabla 15	Resumen ensayos estándar y límite de contracción	53
Tabla 16	Resultados Estabilidad Física PAM	54
Tabla 17	Matriz de Identificación de Problemas Socioambientales	56
Tabla 18	Volumen de demolición de estructuras	60
Tabla 19	Condición Actual y Tipo de Cierre de depósitos de relaves	62
Tabla 20	Condición Actual y Tipo de Cierre de desmonte de mina.....	65
Tabla 21	Cuidado y mantenimiento de Canteras.....	66
Tabla 22	Resumen Movimiento de Tierras DME ID 565	69
Tabla 23	Propiedades de Materiales DME ID 565	70
Tabla 24	Resultados de Análisis de Estabilidad Física DME ID 565.....	71
Tabla 25	Coberturas para estabilidad geoquímica.....	72
Tabla 26	Estabilidad geoquímica en residuos mineros	73
Tabla 27	Estabilidad Geoquímica en instalaciones e infraestructuras	75
Tabla 28	Estabilidad Hidrológica en PAM.....	78
Tabla 29	Ubicación de estaciones de monitoreo para calidad de aire	87
Tabla 30	Ubicación de estaciones de monitoreo de ruido ambiental	87
Tabla 31	Ubicación de estaciones de monitoreo de ruido ambiental	88
Tabla 32	Cronograma de mantenimiento Físico	89
Tabla 33	Cronograma de mantenimiento Geoquímico	91
Tabla 34	Cronograma de mantenimiento Hidrológico	92

Tabla 35	Cronograma de mantenimiento Biológico	94
Tabla 36	Hitos topográficos para monitoreo de estabilidad física	95
Tabla 37	Ubicación estaciones de monitoreo para calidad de agua superficial .	97
Tabla 38	Ubicación de estaciones de monitoreo para efluente.....	97
Tabla 39	Ubicación estaciones de monitoreo para calidad agua subterránea ...	98
Tabla 40	Ubicación de estaciones de monitoreo de flora.....	100
Tabla 41	Ubicación de estaciones de monitoreo de aves	101
Tabla 42	Ubicación de estaciones de monitoreo de mamíferos.....	101
Tabla 43	Ubicación de estaciones de monitoreo de anfibios y reptiles	101
Tabla 44	Ubicación estaciones de monitoreo de metales en tejidos vegetales	102
Tabla 45	Indicadores de cumplimiento de los Programas Sociales	104
Tabla 46	Actividades de las obras provisionales y trabajos preliminares.....	106
Tabla 47	Resumen Movimiento de tierras de instalaciones	107
Tabla 48	Proceso de Movimiento de tierras en Relave ID 565	108
Tabla 49	Resumen Movimiento de tierras en depósito de relaves.....	112
Tabla 50	Resumen Movimiento de tierras en desmonte de mina	115
Tabla 51	Presupuesto Propuesta Ex situ PAM Ex U.M. Aladino VI	115
Tabla 52	Presupuesto Etapa Post cierre - Ex situ PAM Ex U.M. Aladino VI	127
Tabla 53	Cronograma de Plan de Cierre - Ex situ PAM Ex U.M. Aladino VI	127
Tabla 54	Cronograma Etapa Post cierre - Ex situ PAM Ex U.M. Aladino VI.....	129
Tabla 55	Actividades de Cierre de Propuesta Ex Situ	132
Tabla 56	Actividades de Cierre de Propuesta In Situ.....	132
Tabla 57	Matriz de identificación – Actividades Preliminares.....	133
Tabla 58	Matriz de identificación – Actividades de cierre ex situ	134
Tabla 59	Matriz de identificación – Actividades de cierre in situ	135
Tabla 60	Evaluación de impactos ambientales – Actividades Preliminares	136
Tabla 61	Evaluación de impactos ambientales – Demolición.....	136
Tabla 62	Evaluación de impactos ambientales – Relaves disposición ex situ..	137
Tabla 63	Evaluación de impactos ambientales – Relaves disposición in situ... 	138
Tabla 64	Evaluación impactos ambientales – Desmonte disposición ex situ ...	138
Tabla 65	Evaluación de impactos ambientales – Desmonte disposición in situ	139
Tabla 66	Evaluación ambiental de alternativas – Depósito de relaves.....	143
Tabla 67	Evaluación ambiental de alternativas – Desmonte de mina	143
Tabla 68	Monto estatal invertido para remediación de PAM.....	148
Tabla 69	Proyectos de Remediación, avance físico y financiero al año 2020 ..	149

Tabla 70	Costo por etapa de cierre entre alternativas	150
Tabla 71	Valor presente de etapa post cierre en ambas alternativas.....	150
Tabla 72	Costo de las alternativas respecto a la inversión anual.....	151
Tabla 73	Plazos de ejecución de planes de cierre.....	153
Tabla 74	Plazos por etapa de cierre entre alternativas	156
Tabla 75	Plazo de las alternativas respecto a la inversión anual	156

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1	Línea de Tiempo de PAM inventariados en el Perú.....	15
Figura N° 2	Atribución de Responsabilidad de Remediación de los PAM.	16
Figura N° 3	Porcentaje de PAM “Sin Gestión” del inventario 2020	18
Figura N° 4	Criterios de riesgos para priorización de PAM.....	25
Figura N° 5	Niveles de riesgo de PAM	25
Figura N° 6	Tipo de Cierre de PAM para Residuos Mineros	28
Figura N° 7	Procesos de reducción de humedad PAM – Relaves Mineros	28
Figura N° 8	Proceso de interacción para Identificar Impactos	30
Figura N° 9	Impactos Ambientales de un PAM de depósito de relaves	31
Figura N° 10	Proceso de aceptación Social	33
Figura N° 11	Etapas para elección de metodología de EIA.....	34
Figura N° 12	Ciclo de vida de una operación minera vs recursos	39
Figura N° 13	Proceso de obtención de certificado de cierre de un PAM	41
Figura N° 14	Mapa de Macro localización.....	42
Figura N° 15	Área de influencia ambiental directa.....	45
Figura N° 16	Área de influencia ambiental indirecta.....	46
Figura N° 17	Sección típica de remoción y perfilado depósito de relaves	63
Figura N° 18	Sección típica de remoción y perfilado desmonte mina.....	66
Figura N° 19	Ubicación zonas de material de préstamo.....	67
Figura N° 20	Conformación Dique de Arranque	68
Figura N° 21	Sección Típica del DME ID 565.....	68
Figura N° 22	Distancia de transporte para remoción de relaves.....	69
Figura N° 23	Zanja de coronación temporal – Tipo I	76
Figura N° 24	Zanja de coronación temporal – Tipo II	76
Figura N° 25	Canal de coronación temporal – Tipo III.....	77
Figura N° 26	Canal de concreto armado – Tipo IV	77
Figura N° 27	Ubicación de estaciones de monitoreo de agua	98
Figura N° 28	Diagrama monitoreo de flora.....	100
Figura N° 29	Ubicación de estaciones de monitoreo biológico	102
Figura N° 30	Ubicación de estaciones de monitoreo de calidad de suelos.....	103
Figura N° 31	Vista en Planta depósito de relaves ID 565.....	111
Figura N° 32	Vista en planta depósito de relaves ID 566	111
Figura N° 33	Vista en Planta desmonte de mina ID 8717.....	113
Figura N° 34	Vista en planta desmonte de mina ID 8801.....	113

Figura N° 35	Vista en Planta desmonte de mina ID 8804-B	114
Figura N° 36	Vista en planta desmonte de mina ID 8804-C	114
Figura N° 37	Vista en planta desmonte de mina ID 15040	114
Figura N° 38	Componentes ambientales impactados.....	131
Figura N° 39	EIA método Leopold.....	144
Figura N° 40	Inversión estatal para remediación de PAM	148
Figura N° 41	Pirámide de remediación.....	151
Figura N° 42	Estado de los PAM de alto riesgo a cargo de AMSAC al 2022...	152
Figura N° 43	Plazo de ejecución de planes de cierre mayor a 5 años.....	155
Figura N° 44	Fotografía mayo del 2019	157
Figura N° 45	Fotografía noviembre del 2020.....	158
Figura N° 46	Fotografía junio del 2023.....	158
Figura N° 47	Etapas post-cierre relaves ID 565	159
Figura N° 48	Etapas post-cierre DME ID 565.....	159

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ABA	:	Acid-Base Accounting
AIAD	:	Área de Influencia Ambiental Directa
AIAI	:	Área de Influencia Ambiental Indirecta
AISD	:	Área de influencia social directa
AISI	:	Área de influencia social indirecta
AMSAC	:	Activos Mineros S.A.C.
BCR	:	Banco Central de Reserva
CENTROMIN	:	Empresa Minera del Centro del Perú
CAPEX	:	Capital Expenditure o gastos de capital
CMVC	:	Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana
DAR	:	Drenaje ácido de Roca
DGAAM	:	Dirección General de Asuntos ambientales mineros
DGM	:	Dirección General de Minería
D.M.E.	:	Depósito de material excedente
D.S.	:	Decreto Supremo
ECA	:	Estándar de Calidad Ambiental
EDA	:	Enfermedad Diarreica Adquirida
E.F.	:	Estabilidad física
E.G.	:	Estabilidad geoquímica
E.H.	:	Estabilidad hidrológica
EIA	:	Estudio de Impacto Ambiental
IBC	:	Internacional Building Code
LMP	:	Límites Máximos Permisibles
MASW	:	Multichannel Analysis of Surface Waves

MEF	:	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAM	:	Ministerio del Ambiente
MINEM	:	Ministerio de Energía y Minas
MINSa	:	Ministerio de Salud
MDS	:	Máxima Densidad Seca
NAG	:	Generación Neta de Acidez
OCH	:	Óptimo Contenido de Humedad
OEFA	:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OPEX	:	Operational Expenditures o Gastos operativos
PAM	:	Pasivo Ambiental Minero
PGA	:	Peak Ground Acceleration
PNN	:	Potencial Neto de Neutralización
R.M.	:	Resolución Ministerial
SUCS	:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
U.M.	:	Unidad Minera
ZAT	:	Zona de almacenamiento temporal

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

A lo largo del territorio peruano, el impacto negativo y acumulativo generado por los pasivos ambientales mineros (PAM) constituye un serio perjuicio a la salud que ha ocasionado múltiples malestares sociales entre las comunidades locales. La inadecuada disposición de relaves y desmontes de mina, así como los métodos inapropiados para la disposición de efluentes peligrosos y materiales contaminantes de las operaciones mineras, ya han causado casos graves de infiltración, drenaje ácido y contaminación de cuerpos acuíferos, así como otros efectos negativos en la biodiversidad y los ecosistemas (Banco Mundial, 2005).

Ante ello, el Estado peruano empezó a regular e inventariar los pasivos ambientales mineros existentes. Las primeras regulaciones se dieron con el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 059-93-EM en 1993. A inicios del Siglo XXI, se empiezan a crear leyes a favor del medio ambiente como la Ley N° 28090, Ley que Regula el Cierre de Minas o la Ley N° 28271, Ley que Regula los pasivos ambientales de la actividad minera, en 2003 y 2004 respectivamente.

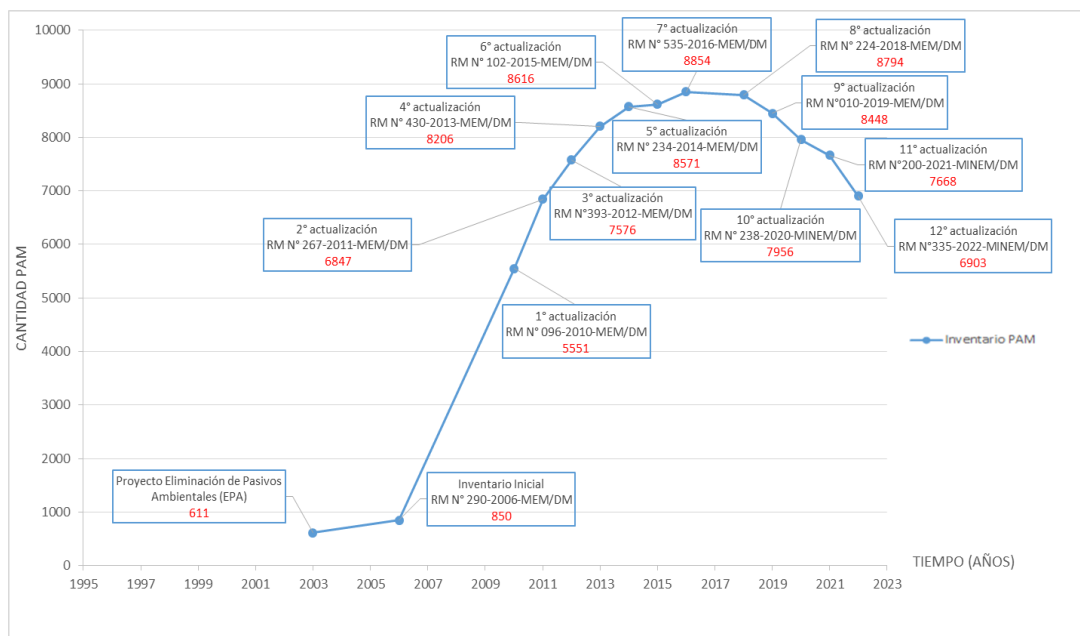


Figura N° 1 Línea de Tiempo de PAM inventariados en el Perú.

Hacia el 2006, mediante Resolución Ministerial R.M. N° 290-2006-MEM/DM se aprobó el inventario inicial de Pasivos Ambientales Mineros. La última actualización se realizó mediante la Resolución Ministerial R.M. N° 335-2022-

MINEM/DM llegando a sumar un total de 6903 pasivos ambientales (ver Figura N° 1) identificados en todo el territorio nacional.

Por otro lado, la Ley 28271, en su artículo 5 – Atribución de Responsabilidades – indica que los responsables de pasivos ambientales que no desarrollen operaciones mineras y mantienen el derecho a la titularidad de la concesión, deberán presentar el Plan de Cierre de Pasivos Ambientales. El Estado asumirá progresivamente los pasivos ambientales en abandono o huérfanos de los titulares no identificados o de aquellos que cancelen su derecho a concesión minera. La Figura N° 2 presenta cómo se atribuye la responsabilidad de remediación de los PAM.

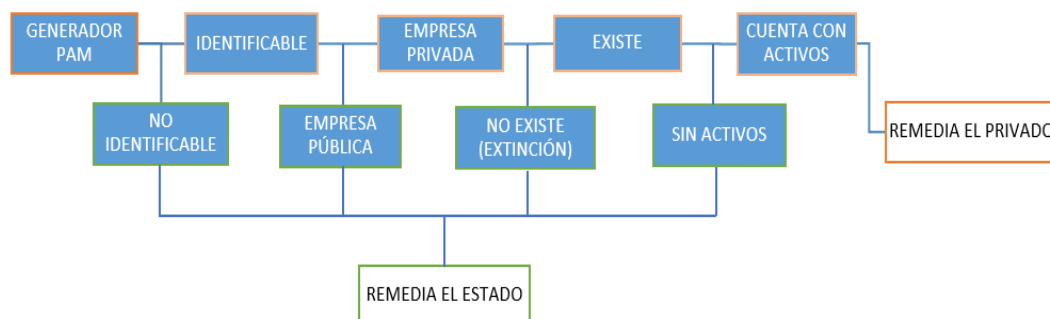


Figura N° 2 Atribución de Responsabilidad de Remediación de los PAM.

Ante esta situación se crea Activos Mineros (AMSAC), empresa estatal dedicada a la remediación ambiental de pasivos mineros metalúrgicos de CENTROMIN Perú S.A. y otras empresas del Estado, en el año 2007. Asimismo, mediante R.M. N° 482-2012-MEM/DM y R.M. N° 094-2013-MEM/DM, el Estado encarga a AMSAC la ejecución de la remediación de 475 pasivos ambientales mineros ubicados en Ancash, Cajamarca, Huancavelica, Ica, Junín, Lima, Pasco y Puno. AMSAC realiza la estructuración, mitigación, plan de cierre, perfil, expediente técnico, ejecución de obras, post cierre y mantenimiento perpetuo, en cumplimiento de la normativa legal vigente.

Esta información nos da cuenta que desde el Estado ya existe una política pública de realizar la remediación de pasivos ambientales mineros, y es por ello, que se buscan soluciones que logren encontrar un equilibrio socioambiental, económico y técnico, tratando de mitigar y/o minimizar los riesgos asociados al abandono de estos pasivos ambientales.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La generación de PAM se dio en su mayoría en el pasado, al no existir leyes y normas ambientales vigentes que se encargaran de regularlo. En el caso de los relaves, en su mayoría han sido dispuestos en zonas que no han sido diseñadas para su recepción. Los mineros desarrollaron un procedimiento de construcción manual conocido actualmente como el método “aguas arriba”, metodología que está prohibida en la actualidad, ya que no contempla el diseño por eventos extremos, tales como inundaciones y terremotos (Romero, Flores y Medina, 2008).

Este tipo de disposición no contemplan los efectos a largo plazo sobre el ambiente, la salud y la seguridad, poniendo riesgo tanto el medio físico, biológico y socioeconómico, teniendo en cuenta que en el Perú existen condiciones extremas como topografía, clima y riesgo sísmico, además de que en muchos casos existe prevalencia de cuerpos minerales sulfurados que producen problemas de contaminación por drenaje ácido.

Para ello, se han elaborado planes de cierre de PAM cuya finalidad es la remediación ambiental de los impactos generados. Sin embargo, en la mayoría de los planes de cierre de PAM se contempla su remediación in-situ, ello hace difícil controlar la generación de impactos ambientales negativos. En consecuencia, esto genera que el plazo de la etapa de post-cierre se amplíe a más de 5 años¹, aumentando los costos y el plazo en el mantenimiento y monitoreo post-cierre.

Además, existe una necesidad de remediar en primera instancia los PAM calificados de riesgo “Muy Alto” y “Alto”, que exponen a las áreas de influencia directa a riesgos ambientales y de salud pública. Según la Contraloría de la República, para el año 2021, de los 7956 PAM (inventario al 2020), se tenía el 60,7% (4831 PAM) sin gestionar, de ellos el 8,1% (391 PAM) son de calificación de “Alto” y “Muy Alto” riesgo (ver Figura N° 3).

¹ El Reglamento de la Ley 28271 indica que la etapa de post cierre estará a cargo del titular del Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros por un plazo no menor de 5 años de concluida la ejecución del Plan de Cierre.

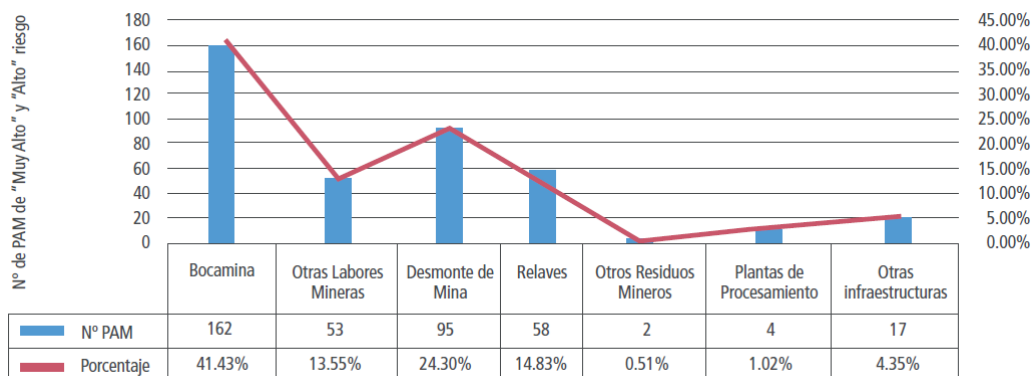


Figura N° 3 Porcentaje de PAM “Sin Gestión” del inventario 2020

Fuente: Contraloría de la República, 2021

El informe N° 171 de la Defensoría del Pueblo, nos dice que a junio del 2015 existían 36 planes de cierre de PAM aprobados desde 2006, sin embargo, ninguno de ellos posee el certificado de cierre final. Al 2022, el informe defensorial N°002-2023 de la Defensoría del Pueblo, nos especifica que del total de PAM identificados (6903), solo el 45% se encuentran gestionados mediante alguna acción orientada a su remediación. Por el contrario, el 55% de los PAM identificados no tienen gestión alguna para su remediación, lo que genera una alarma sobre todo en los PAM que son considerados de riesgos altos y muy altos.

Tabla 1 Responsable de PAM al 2022

N°	Situación	Sector Responsable	N° PAM	Descripción	N° PAM	%
1	PAM con alguna intervención para su remediación	Intervención estatal	1 872	A cargo de la DGM	782	11.33 %
				Encargado a AMSAC por el MINEM	1 088	15.76 %
				A cargo de AMSAC (D.S. 058-2006-EM)	2	0.03 %
		Intervención privada	1 260	A cargo de empresas privadas	1 152	16.69 %
				Otorgados en aprovechamiento	108	1.56 %
2	PAM sin gestionar		3 371	PAM sin gestionar	3 771	54.63 %

Fuente: Defensoría del Pueblo, 2023

Para el caso de los PAM cuya remediación le pertenece a la empresa privada, se han expedido 3 certificados de cierre final de pasivos ambientales mineros (ver Anexo I), en el 2019 el PAM “Rifle Rumimaqui”, en 2021 el PAM “Morococha, Anticona y Manuelita” y en el 2022 el PAM “Casapalca 7”. Para estos casos, se contempló como plazo de mantenimiento y monitoreo post-cierre 5 años, no obstante, para todos los casos se obtuvo el certificado de cierre luego de aproximadamente 10 años de etapa post-cierre.

Todo ello evidencia una incertidumbre respecto al plazo de ejecución del plan de cierre, sobre todo en la etapa de mantenimiento y monitoreo post-cierre; y la necesidad de proponer nuevas alternativas que permitan obtener el certificado de cierre final, asegurando la remediación de los PAM en el Perú.

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1 Objetivo General

- Analizar la propuesta de remoción y disposición ex situ para obtener el certificado de cierre final en la remediación de los pasivos ambientales mineros en el Perú.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer los impactos ambientales positivos y negativos generados mediante la propuesta de remediación ex situ.
- Estimar el costo y el plazo de la implementación de la propuesta de remediación ex situ.

1.4 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La tesis titulada “Evaluación del Riesgo Ambiental Generado por Pasivos Mineros en la Calidad de Agua superficial” (Cervantes y Quito, 2019), la cual se enfoca en la evaluación de riesgo ambiental generado por pasivos mineros en la calidad de agua superficial en la localidad de San Miguel de Viso, distrito de San Mateo de Huanchor, provincia de Huarochirí; con el objetivo de identificar los pasivos, diagnosticar la calidad de agua, estimar el nivel de riesgo y priorizar aquellos pasivos que representen un nivel de riesgo significativo. En consecuencia, se aplicó la guía de evaluación de riesgo ambiental propuesta, estableciendo como fuente de peligro a los pasivos mineros que genera drenaje, donde las sustancias peligrosas presentes en los drenajes representan los escenarios de riesgo a estimar en los entornos humano y natural; y los escenarios de riesgo para el entorno socioeconómico son las actividades agrícolas y conflictos socioambientales.

Asimismo, la tesis “Reaprovechamiento y Remediación Ambiental de los Pasivos Ambientales Mineros Acari. Una Aplicación de la Ley 28271” (Negron, 2015) que tiene por finalidad proponer criterios, al amparo de la Ley 28271, y su reglamento D.S. N° 059-2005 acompañado de una solución sostenible al problema de los

pasivos ambientales mineros de la antigua mina Hierro Acari, con el objetivo que la etapa de cierre de minas, culmine con la generación de un activo minero, que sea fuente de generación de recursos.

De igual forma, la tesis “Recuperación de Suelos de las Riberas de la Laguna Choquene Generados por la Contaminación de Pasivos Ambientales Mineros en el Proyecto Minero Sillustani-MINSUR S.A.” (Ticona, 2018), cuyo objetivo es recuperar los suelos impactados por los pasivos ambientales mineros de las riberas de la laguna Choquene mediante la sustitución de suelos (material contaminante), asegurando su estabilidad física y química.

La tesis titulada “Elaboración de Criterios para la Transformación de Pasivos Mineros en Activos Socio-Ambientales Sostenibles” (Cedrón, 2013), la cual tuvo por objeto establecer los criterios adecuados para que la etapa de cierre de minas culmine con la generación de un activo minero que puede ser una fuente de generación de recursos, proponiendo la creación del Centro de Innovación Tecnológica (Cite) minería y medioambiente en las instalaciones de la mina Colquirumi que culminó sus operaciones en 1990.

La tesis “Propuesta de Tratamiento del Depósito de Relaves de Quiulacocha-Pasco para su Remediación Ambiental, Basada en Experiencias Exitosas en Empresas Mineras” (Ledesma, 2018), la cual tuvo por objeto determinar en qué medida favorece la propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental, basadas en experiencias exitosas en empresas mineras. La propuesta de tratamiento del depósito de relaves, actualmente con relaves secos, será remediado mediante el encapsulamiento con geomembranas y cobertura de tierra orgánica para revegetar con plantas nativas. Para esta etapa se procederá a realizar la cobertura y revegetación.

Finalmente, la tesis “Análisis de las Condiciones de Estabilidad Física para Sistemas de Cobertura con Geosintéticos en el Cierre de Minas” (Quispe, 2020), que tiene por objetivo proponer criterios y herramientas aplicables al diseño y análisis de estabilidad de sistemas de coberturas para cierre de minas. El estudio presenta el análisis de estabilidad de coberturas utilizado en el cierre de depósitos de residuos mineros, como lo son depósito de relaves, botaderos de desmonte y pilas de lixiviación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Pasivo Ambiental Minero

Según la Ley 28271 define a los pasivos ambientales como las instalaciones, efluentes, emisiones, restos, o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras abandonas e inactivas en la actualidad y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema y la propiedad.

Los pasivos ambientales mineros involucran tanto los socavones o labores mineras, así como de los residuos mineros conformados por los botaderos (escombreras) y los relaves (presas de colas) de minas que dejaron de operar o en abandono, que usualmente son llamados huérfanos, siendo los relaves mineros huérfanos, en forma específica, los que generan alteraciones tanto en el medio físico (medio ambiente) como en el medio biológico:

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas (descarga de sedimentos y/o drenaje ácido).
- Contaminación de suelos de la zona de influencia de estos depósitos (erosión de suelos y/o emisión de polvos).
- Impacto visual negativo (alteración del paisaje).
- Riesgo continuo de daños al ecosistema frente a los desastres naturales (inestabilidad geotécnica)

2.1.1.1 Depósito de Relaves

El relave es un producto derivado del proceso de concentración de minerales compuesto por el propio material del yacimiento y agua (residuos), habiéndole extraído la fracción del mineral valioso. Debido a su origen, los relaves son materiales que difieren de los suelos naturales en cuanto a sus propiedades índices y susceptibilidad a la lixiviación y al drenaje ácido o alcalino (Beltrán-Rodriguez, Larrahondo y Cobos, 2018).

Al finalizar el proceso de concentración, el relave sale de la planta en forma de pulpa con un 20 a 35% de concentración de sólidos. Posteriormente, se recupera el agua y se incrementa su consistencia mediante métodos de espesamiento o filtración. En función al porcentaje de sólidos, los relaves pueden clasificarse como relaves en pulpa (30-65%), relaves espesados (65-75%), relaves en pasta (75-

85%) y relaves filtrados (>85%). El espesado o filtrado de relaves se realiza con el propósito de obtener un contenido de agua óptimo para su disposición (Quispe, 2020).

2.1.1.2 Desmante de mina

El desmante de mina, también llamado mineral de bajo valor económico, es el material rocoso generado a través del corte para acceder al mineral con valor económico. Este material generalmente es depositado en zonas de gran superficie. El volumen de desmante obtenido en minas a cielo abierto es mucho mayor en comparación a las minas subterráneas, lo cual se incrementa cuando la zona mineralizada es profunda o el mineral tiene una ley relativamente baja.

Los depósitos de desmante de mina que contienen sulfuros son una de las principales fuentes de generación de drenaje ácido, más aún al estar expuestos a precipitaciones, escurrimientos y filtraciones. Después del vertido del material, la oxidación inicia inmediatamente por el ingreso de oxígeno a través de los espacios vacíos. En minería a tajo abierto, la generación de drenaje ácido se ha incrementado significativamente debido a que el volumen de material de desmante extraído es mayor que en minería subterránea (Aduvire, 2006).

2.1.2 Generación de Drenaje Ácido

Para definir si un componente es generador de drenaje ácido se debe evaluar el potencial de generación ácida. Los principales criterios que se usaron en este estudio fueron los siguientes:

- Pruebas estáticas para determinar las propiedades geoquímicas del material.
- Pruebas cinéticas para determinar el comportamiento geoquímico del material a través del tiempo.

2.1.2.1 Pruebas estáticas

Su objetivo fundamental es la de caracterización del potencial de generación de ácido. Esta prueba define el balance entre los minerales potencialmente generadores de ácido y aquellos potencialmente consumidores de ácido. En teoría, una muestra será generadora de ácido, solo si su potencial para la generación de ácido excede a su potencial de neutralización.

Las pruebas estáticas son el primer paso para determinar el potencial de drenaje ácido, para nuestro caso se realizaron dos tipos de pruebas estáticas: ABA y NAG (Montesinos, 2017).

2.1.2.1.1 Ensayos para estimar el potencial de acidez (Test ABA)

El Test ABA (Sobek, Schuller, Freeman & Smith, 1978) determina los minerales potencialmente generadores de ácido (expresados como potencial de acidez, PA) y los minerales potencialmente consumidores de ácido (expresados como potencial de neutralización, PN). Mediante este ensayo se obtiene:

- Potencial Neto de Neutralización (PNN).
- Ratio PN/PA, denominado Razón de Potencial Neto (RPN).
- Azufre total como sulfato y sulfuro.
- El pH en pasta.

Los criterios considerados para determinar si un material es generador de drenaje ácido de roca (DAR) o no, se detallan en la Tabla 2, la Tabla 3 y la Tabla 4 .

Tabla 2 Primer Criterio para determinar la Generación de DAR

Valores	Interpretación
PNN > +20	No generará drenaje ácido
PNN < -20	Si generará drenaje ácido
-20 < PNN < +20	Incertidumbre, puede o no generar drenaje ácido

Las unidades del PNN están expresadas en Kg. de CaCO₃/TM

POTENCIAL GENERADOR DE ACIDO

ZONA DE INCERTIDUMBRE

NO GENERADOR DE ACIDO

← -20

0

+20 →

Fuente: Price, 1997, 2009

Tabla 3 Segundo Criterio para determinar la Generación de DAR

Valores	Interpretación
PN/PA > 3,0	No generará drenaje ácido
PN/PA < 1,0	Si generará drenaje ácido
1 < PN/PA < 3,0	Incertidumbre, puede o no generar drenaje ácido

Las unidades del PN y PA están expresadas en Kg. de CaCO₃/TM

POTENCIAL GENERADOR DE ACIDO

ZONA DE INCERTIDUMBRE

NO GENERADOR DE ACIDO

← 1

0

+3 →

Fuente: Price, 1997, 2009

Tabla 4 Tercer Criterio para determinar la Generación de DAR

Clasificación	Contenido de Azufre como Sulfuro (% S)	Ratio (PN/PA)
Potencial formador de acidez (Posible)	Mayor a 0.3 %	1:1 o menos
Indeterminado (Incierto)	-	3:1 a 1:1
No forma acidez (Improbable)	Menor A 0.3 %	3:1 o más

Fuente: Price, 1997, 2009

2.1.2.1.2 Ensayos o Test NAG

El ensayo NAG (Generación Neta de Acidez) es una prueba sencilla y complementaria a los ensayos ABA y se basa en la oxidación acelerada de los sulfuros a sulfatos en presencia de peróxido (H_2O_2).

Cabe señalar que el criterio de interpretación, basado en los resultados de la prueba NAG, considera tanto el valor del pH obtenido al finalizar la prueba como la cantidad de ácido generado en el ensayo ($kg\ H_2SO_4/t$), presentando tres (03) clasificaciones indicadas en la Tabla 5.

Tabla 5 Criterio para determinar la Generación de DAR según Test NAG

Resultado de prueba NAG	Clasificación
pH NAG < 4,5 y NAG > 10 Kg. H_2SO_4/t	Alta generación de Acidez
pH NAG < 4,5 y NAG < 10 Kg. H_2SO_4/t	Baja generación de Acidez
pH NAG > 4,5	No genera Acidez

Fuente: Price, 2009

2.1.2.2 Pruebas Cinéticas

Los ensayos cinéticos tienen la finalidad de confirmar el potencial de generación de acidez de los materiales y predecir la calidad de las aguas de drenaje cuando estos son sometidos a condiciones meteorológicas controladas. El más común de los ensayos realizados es el de celdas húmedas (TCH).

A partir de los resultados de las pruebas estáticas se deberá evaluar la necesidad de realizar los ensayos cinéticos a las muestras que presenten un claro potencial de generación de acidez y/o un cierto grado de incertidumbre.

2.1.2.2.1 Celdas Húmedas

El Test de Celda Húmeda (TCH) se emplea para estimar el potencial de generación ácida de la degradación acelerada de una matriz mineral, y se realiza con una muestra fragmentada y preparada que se dispone en la celda hasta ocupar un 75% del volumen total. La muestra se somete a condiciones controladas

de humedad y temperatura utilizando una corriente de aire que producirá, de forma acelerada, la degradación natural que podría ocurrir en condiciones del ambiente, llegando a predecir la calidad de los lixiviados que se obtienen a lo largo del tiempo por acción de los cambios meteorológicos.

2.1.3 Riesgo Ambiental

El reglamento de pasivos ambientales de la actividad minera (Decreto Supremo N° 059- 2005-EM) define riesgo como “Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función de las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos, ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como en el futuro”.

Para identificar y clasificar los PAM según su riesgo se utilizan los criterios mostrados en la Figura N° 4:

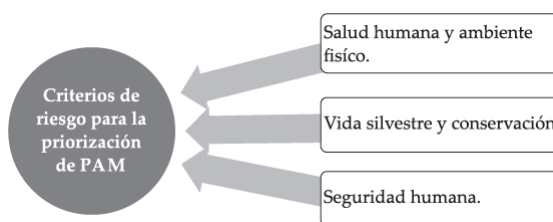


Figura N° 4 Criterios de riesgos para priorización de PAM

Fuente: Defensoría del Pueblo, 2015

La clasificación de los PAM comprende cinco niveles según su riesgo, como se muestra en la Figura N° 5, y de ello depende la prioridad de remediación que se les brinda.



Figura N° 5 Niveles de riesgo de PAM

Fuente: Defensoría del Pueblo, 2015

2.1.4 Cierre de Pasivos Ambientales Mineros

El Cierre de Pasivos Ambientales Mineros puede definirse como el conjunto de actividades a ser implementadas a fin de cumplir con los criterios ambientales específicos y alcanzar los objetivos sociales deseados después de la etapa de identificación y aprobación del Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros. El cierre de pasivos ambientales mineros normalmente incluye el diseño e implementación de diferentes medidas como desmantelamiento, demolición, estabilización física y química e hidrológica, tratamiento de drenaje ácido de mina y lixiviación de metales, recuperación o rehabilitación de terrenos, revegetación y rehabilitación de hábitats acuáticos (MINEM, 2010, p. 6).

2.1.4.1 Plan de Cierre

El Ministerio de Energía y Minas (2010) en su Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros define al Plan de Cierre de Minas como un instrumento ambiental cuya finalidad es la de cumplir los objetivos de cierre de la mina, incluyendo escenarios de cierre temporal, cierre progresivo, cierre final y de actividades postcierre.

Para proyectos mineros nuevos, se inicia con un plan de cierre a nivel conceptual (como parte de EIA), para seguir con un plan de cierre detallado (presentado un año después de la aprobación del EIA y antes del inicio de la etapa de producción). Posteriormente, el plan de cierre deberá ser actualizado periódicamente (tres años después de su primera aprobación y luego cada cinco años). La actualización final del plan de cierre se debe presentar con una anticipación no mayor de cinco años antes del cierre definitivo de las operaciones mineras. Finalmente, se presentarán informes de avance semestrales hasta la emisión del certificado de cierre final.

En el caso de pasivos ambientales mineros, los responsables de los pasivos ambientales presentarán el Plan de Cierre, dentro del plazo máximo de un año a partir de su identificación y notificación por parte de la autoridad competente. El plazo para la ejecución del Plan de Cierre no será mayor a tres años, después de aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales y, excepcionalmente y solo cuando la magnitud del pasivo ambiental lo amerite el plazo podrá ser de hasta cuatro años, según lo apruebe dicho organismo (Ley 28271, 2004).

2.1.4.2 Escenarios de Cierre de Pasivos Ambientales

El Ministerio de Energía y Minas (2010) en su Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros define los escenarios en (1) Remediación o Cierre y (2) Actividades Post-cierre:

- Remediación o Cierre: Contempla todas las actividades de cierre con la finalidad de cumplir con los objetivos del Plan de cierre. Estas actividades comprenden el desmantelamiento, demolición, recuperación y reposición (de diversas instalaciones), estabilidad física y geoquímica, manejo de aguas (para los componentes del cierre), establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitats, revegetación, rehabilitación de hábitats acuáticos (de las áreas afectadas por los PAM) y programas sociales.
- Post Cierre: El postcierre son las actividades realizadas luego del cierre de los PAM y conlleva un programa de mantenimiento y monitoreo de las actividades de cierre efectuadas con la finalidad es la de corroborar el cumplimiento de los objetivos del Plan de cierre. El mantenimiento postcierre contempla el mantenimiento físico, geoquímico, hidrológico y biológico; mientras que, el monitoreo postcierre contempla el monitoreo de la estabilidad física, el monitoreo estabilidad geoquímica, el monitoreo Manejo de Aguas, el monitoreo Biológico y Monitoreo Social.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Tipos de Cierre de PAM

Existen dos tipos de cierre de PAM para los residuos mineros. La Figura N° 6 muestra los tipos de cierre de PAM y las principales actividades a realizar en cada una de ellas.

2.2.1.1 Cierre In Situ

Consiste en la ejecución de las actividades contempladas en el Plan de Cierre donde la ubicación de la disposición final del pasivo no varía, es decir, se realiza el cierre en su ubicación actual.

2.2.1.2 Cierre Ex Situ

Consiste en la ejecución de las actividades contempladas en el Plan de Cierre donde la ubicación de la disposición final del pasivo varía, es decir, contempla la remoción y traslado hacia una zona específica.

Ambos tipos de cierre ya son utilizados para los desmontes de mina; sin embargo, esta tesis analiza la propuesta de realizar la remediación de los PAM mediante un cierre ex-situ que involucra los depósitos de relaves. Esta propuesta podrá dar resultados exitosos respecto al cumplimiento de los objetivos del plan de cierre y la mitigación de impactos ambientales.

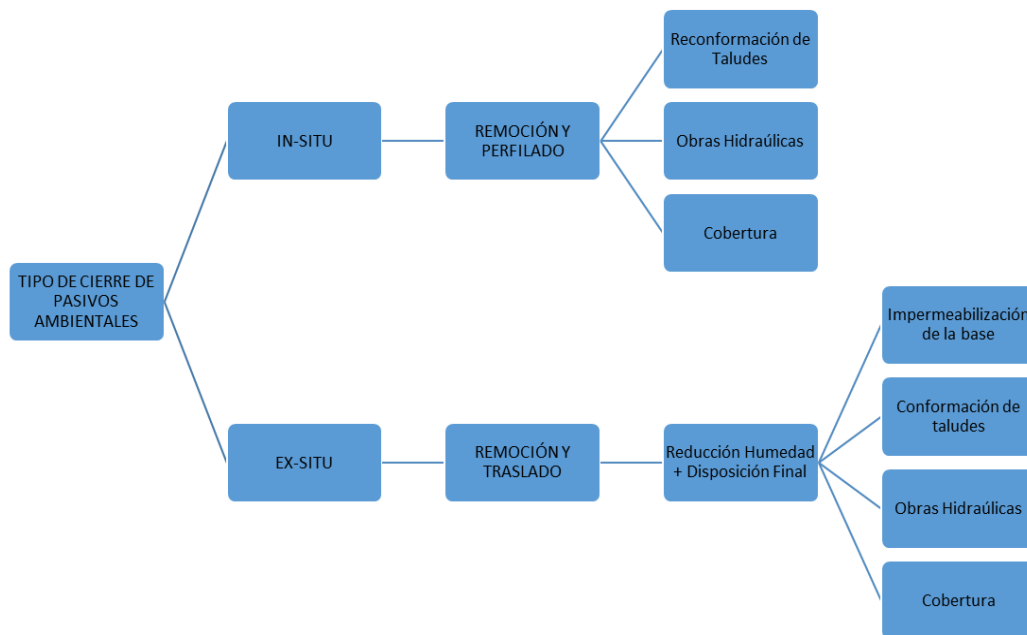


Figura N° 6 Tipo de Cierre de PAM para Residuos Mineros

2.2.2 Reducción de Humedad

La reducción de humedad en los residuos mineros; esencialmente en los relaves, inciden en el aumento de la seguridad de la estabilidad física. Estos procesos se pueden realizar en la misma ubicación del PAM (in situ), como las plataformas de las canchas de relaves; o en alguna área cercana a los PAM (ex situ).

La Figura N° 7 presenta los procesos utilizados para la reducción de humedad en relaves que constituyen un pasivo ambiental.

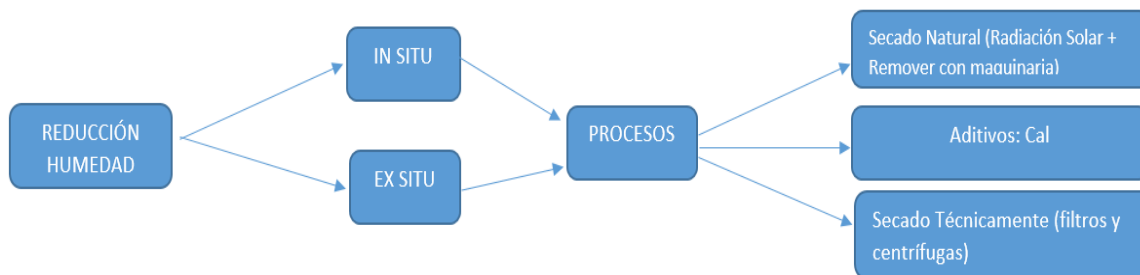


Figura N° 7 Procesos de reducción de humedad PAM – Relaves Mineros

2.2.2.1 Proceso 1 – Secado Natural

Este proceso se realiza mediante el movimiento de los relaves a través de las máquinas, extendiéndolos en grandes áreas, aprovechando la radiación solar de la zona para reducir la humedad de los mismos. Este es un proceso físico donde la reducción de humedad se da principalmente en la fracción gruesa de los relaves.

2.2.2.2 Proceso 2 – Aditivo con cal

Este proceso se realiza mediante una reacción exotérmica, donde la cal absorbe el agua de los relaves, reduciendo su humedad por medio de evaporación e hidratación. Este es un proceso químico donde la reducción de humedad se da principalmente en la fracción fina de los relaves. Adicional a este efecto, la cal ayuda a neutralizar la acidez evitando el drenaje ácido de los residuos mineros.

2.2.2.3 Proceso 3 – Secado Tecnificado

Este proceso se realiza mediante filtración y centrífuga secando los relaves de manera más tecnificada, donde además se puede separar la fracción fina de la fracción gruesa de los relaves. Este proceso requiere de mayores costos de inversión y utiliza procesos más sofisticados.

2.2.3 Impacto Ambiental

Se refiere a cualquier cambio, modificación o alteración de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos, causadas por una o varias acciones humanas.

La definición de impacto ambiental necesita de al menos dos valores. Primero, el cambio que produce en el factor ambiental estudiado (magnitud). Segundo, el valor que tiene este cambio con respecto a la calidad de los elementos ambientales estudiados o de la calidad ambiental (Andía y Andía, 2016).

La Figura N° 8 muestra el proceso de interacción para identificar los posibles impactos ambientales que se producirán por la interacción entre componentes físico-biológicos y socioeconómicos con las actividades que se generan en un proyecto.

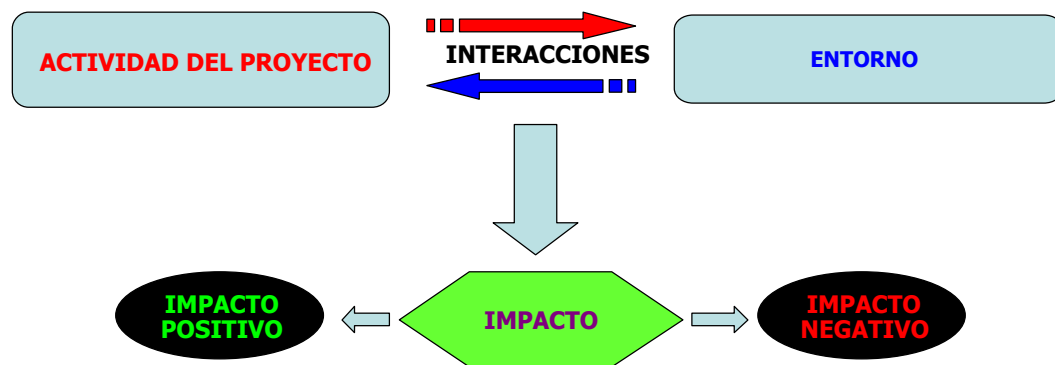


Figura N° 8 Proceso de interacción para Identificar Impactos

Como es bien conocido, los proyectos mineros generan gran cantidad de impactos ambientales. La Tabla 6 resume los impactos generados en un proyecto de minería a través de las distintas componentes ambientales consideradas.

Tabla 6 Impactos Ambientales en la minería

Sistema	Componente	Impactos
Medio Físico	Suelo	Hundimiento del terreno. Erosión sobre botaderos
	Agua	Contaminación química de las aguas Sedimentos Incremento de turbidez Disminución de los caudales Alteración del curso de los cauces
	Aire	Alteración por emisión de gases Emisión de partículas Ruido
	Paisaje	Alteración del relieve Disminución de la calidad visual
Medio biótico	Flora	Remoción de vegetación Deforestación
	Fauna Terrestre	Alteración del hábitat Migración de especies Disminución de especies
Medio Social	Demográfico	Mayor nivel de empleo Incremento en el número de habitantes (flujos migratorios y desplazamiento)
	Económico	Incremento en el nivel de ingresos per cápita Mayor nivel de consumo Valorización de predios Regalías
	Patrimonio Cultural	Cambio de Costumbres

Fuente: Lopez-Sanchez, 2017

2.2.3.1 PAM de Depósito de Relaves

Para el caso de los PAM de depósito de relaves se han identificado como impactos ambientales y sociales la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, la degradación de la calidad de los suelos, la contaminación del aire, la afectación a la salud humana y la pérdida de bienes y funciones ambientales. La Figura N° 9 muestra un esquema de los impactos ambientales de un PAM.

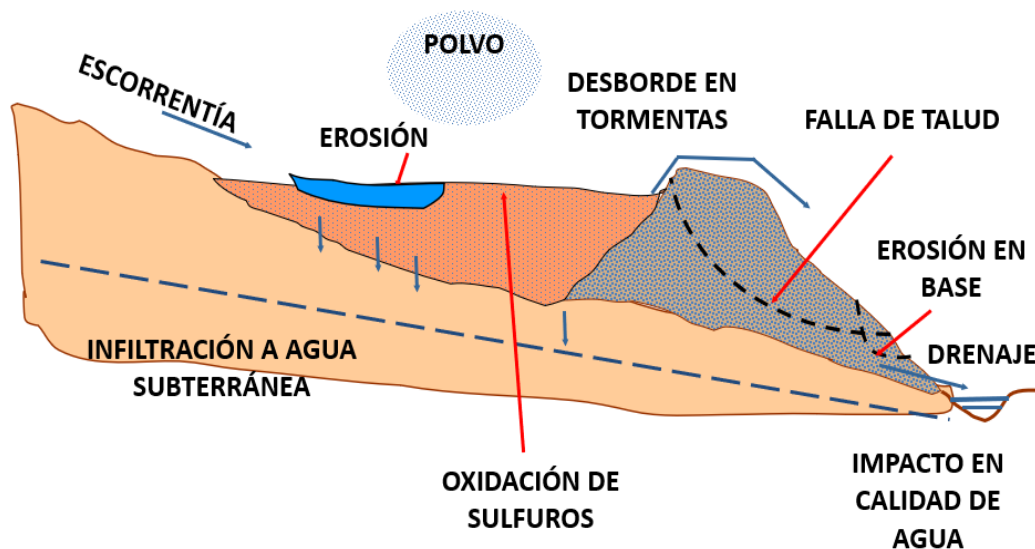


Figura N° 9 Impactos Ambientales de un PAM de depósito de relaves

2.2.3.1.1 Contaminación de Aguas superficiales y subterráneas

Esta contaminación es debida a la generación de drenaje ácido del PAM, cuyo mecanismo de transporte son principalmente el escurrimiento superficial y la infiltración. Las aguas superficiales se pueden contaminar debido a la erosión y descargas de sedimentos hacia los cuerpos acuáticos. Las aguas subterráneas pueden verse afectadas por la infiltración natural de las aguas con las aguas provenientes de los PAM de los depósitos de relaves o cuando existe una conexión hidráulica entre las aguas superficiales y subterráneas (Red Muqui, 2015).

2.2.3.1.2 Degradación de la Calidad de Suelos

Los suelos pueden sufrir un impacto debido a la erosión eólica e hídrica y la inadecuada disposición de los residuos mineros. La erosión eólica e hídrica se debe a que el PAM no posee una cobertura vegetal que impida este proceso (Oblasser y Chaparro, 2008).

2.2.3.1.3 Contaminación del aire

Se origina a través del arrastre de material particulado por la acción del viento, esta dispersión depende de las condiciones climáticas, tamaño del material particulado y de la topografía de la zona (Oblasser y Chaparro, 2008).

2.2.3.1.4 Afectación a la Salud Humana

La afectación a la salud humana se puede dar a través del uso del agua superficial y subterránea contaminada, así como el ingreso de contaminantes a la cadena alimenticia. Finalmente, la inhalación de aire o polvo contaminado genera riesgos a la salud humana.

2.2.3.1.5 Pérdidas de bienes y funciones ambientales

Comprende la pérdida de bosques, biodiversidad, suelos o fuentes de agua en ecosistemas donde se encuentra emplazado el PAM.

2.2.3.2 Indicadores de Impactos Ambientales

Los impactos ambientales son medibles mediante las siguientes herramientas:

2.2.3.2.1 Límites Máximos Permisibles (LMP)

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (D.S. N° 010-2010-MINAM). Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM. La Tabla 7 presenta los límites máximos permisibles.

Tabla 7 Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes Líquidos

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el promedio anual
pH	-	6 - 9	6 - 9
Sólidos totales en suspensión	mg/ L	50	25
Aceites y grasas	mg/ L	20	16
Cianuro total	mg/ L	1	0.8
Arsénico total	mg/ L	0.1	0.08
Cadmio total	mg/ L	0.05	0.04
Cromo Hexavalente	mg/ L	0.1	0.08
Cobre total	mg/ L	0.5	0.4
Hierro disuelto	mg/ L	2	1.6
Plomo total	mg/ L	0.2	0.16

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el promedio anual
Mercurio total	mg/ L	0.0002	0.0016
Zinc total	mg/ L	1.5	1.2

Fuente: MINAM, 2010

2.2.3.2.2 Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Los estándares de calidad fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada (D.S. N° 002-2014-MINAM). Estos estándares están relacionados con el agua, el aire y el suelo.

2.2.3.2.3 Aceptación Social

La aceptación social es el consentimiento social de todos los grupos de interés de los proyectos de cierre de minas. A través de ello se construyen relaciones armoniosas entre las comunidades, la empresa y el estado. La Figura N° 10, muestra el proceso de aceptación social para un proyecto de cierre de PAM.

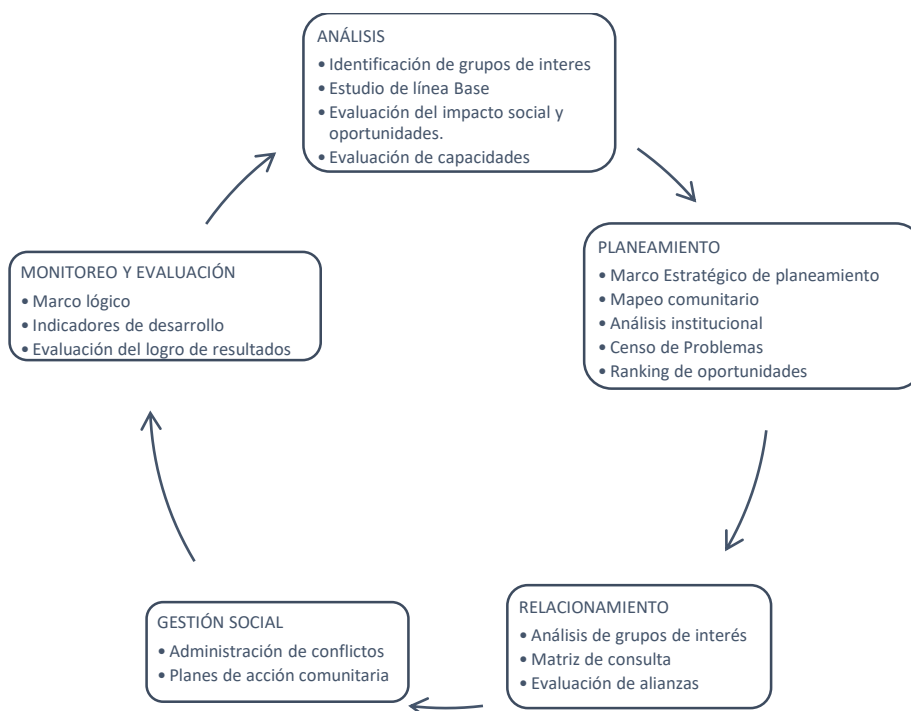


Figura N° 10 Proceso de aceptación Social

Fuente: Adaptado Curso de Especialización en Cierre de Minas y Pasivos ambientales, 2006

2.2.4 Criterios de Selección de Metodologías de Impacto Ambiental

Elegir una adecuada metodología para la evaluación de impacto ambiental implica tomar en consideración una serie de criterios que nos ayuden a obtener los resultados más adecuados al momento de tomar decisiones en el proyecto. Según Carter (1998), previo a la sección de la metodología de evaluación de impacto ambiental se deben considerar los siguientes criterios:

- El marco normativo vigente, tomando en cuenta todas precisiones sobre los estudios de impacto ambiental.
- El tipo de proyecto, considerando la magnitud y la complejidad del mismo.
- El objetivo de la evaluación de impacto ambiental.
- Las etapas de concepción, desarrollo y finalización del proyecto, donde cada etapa debe ser calificada y evaluada para un correcto desempeño del proyecto.
- La relación entre los requerimientos de cada metodología y la disponibilidad de estos requerimientos.
- La relación entre los costos económicos y los requerimientos y equipamientos necesarios.
- El aseguramiento de la independencia de los resultados que se obtengan en relación con la percepción de los evaluadores.

En síntesis, la Figura N° 11 presenta las etapas para una correcta elección de la metodología de evaluación de impacto ambiental para nuestro proyecto.



Figura N° 11 Etapas para elección de metodología de EIA

Fuente: Adaptado de Técnicas de evaluación de impacto Ambiental, 2014

2.2.5 Evaluación de Impacto Ambiental

2.2.5.1 Método Leopold

Es una metodología que consiste en generar una matriz de doble entrada, donde en el eje horizontal se colocan las acciones o actividades del proyecto; mientras que, en el eje vertical se colocan las condiciones ambientales existentes que guardan relación con las acciones del proyecto.

Cada relación se define por dos variables, la magnitud y la importancia del impacto. Primero, se realiza una evaluación subjetiva de la magnitud del impacto, en una escala de 1 al 10, siendo el signo positivo (+) un impacto positivo y el signo negativo (-) como un impacto negativo. Segundo, se realiza una evaluación subjetiva de la importancia o intensidad del impacto, en una escala de 1 al 10 (Leopold et. al., 1973).

La designación de los valores de magnitud e importancia nos permite identificar qué actividades generan mayores impactos y por ende mayores efectos sobre el entorno que nos rodea.

2.2.5.2 Metodología Conesa

Una vez identificados los impactos y actividades de un proyecto, se debe diseñar la matriz de importancia. Los elementos de una matriz de importancia identifican la importancia del impacto ambiental generado por una actividad sobre un componente ambiental. Para la determinación de la matriz se aplicó la Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (Conesa, 2010).

2.2.5.2.1 Naturaleza o Carácter (N)

El signo del impacto hace referencia a la naturaleza del impacto.

- Impacto positivo: Si es beneficioso y se indica (+1)
- Impacto negativo: Si es perjudicial y se indica (-1)

2.2.5.2.2 Intensidad (In)

Este término se refiere al grado de incidencia sobre el factor.

- Si existe una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, la intensidad es alta.
- Si la destrucción es mínima, la intensidad será baja.

- Los valores comprendidos entre estos términos reflejarán situaciones intermedias.

2.2.5.2.3 Extensión (Ex)

La extensión es el atributo que refleja la fracción del medio afectada por la acción del proyecto. Se refiere, en sentido amplio, al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor.

2.2.5.2.4 Momento (Mo)

Es el plazo de manifestación del impacto (alude al tiempo que transcurre desde la ejecución de la acción y el comienzo o aparición del efecto sobre el factor del medio considerado).

2.2.5.2.5 Persistencia (Pe)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción.

2.2.5.2.6 Reversibilidad (Rv)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

2.2.5.2.7 Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana; o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras.

2.2.5.2.8 Sinergia (SI)

Se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de sus efectos individuales.

2.2.5.2.9 Acumulación (AC)

Se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

2.2.5.2.10 Efecto (EF)

Se refiere a la relación causa-efecto.

2.2.5.2.11 Importancia del impacto (I)

Es el valor que mide la importancia del efecto de una acción sobre un componente ambiental. Es el resultado de la formulación que integra todos los atributos propios de los impactos ambientales.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto de V. Conesa (2010, p.254), en función del valor asignado a los símbolos considerados. La fórmula para determinar el índice de importancia es el siguiente:

$$I = \pm N * (3*In + 2*Ex + Mo + Pe + Rv + SI + AC + EF + PR + MC)$$

La aplicación de la fórmula puede tomar valores entre 13 y 100, de modo que se han establecido rangos cualitativos para evaluar este resultado, según se observa en la Tabla 8.

Tabla 8 Niveles de Importancia de los Impactos Ambientales

Grado de Impacto	Valor del Impacto Ambiental (VI)
Leve	$ VI < 25$
Moderado	$25 \leq VI < 50$
Alto	$50 \leq VI < 75$
Muy Alto	$ VI \geq 75$

Fuente: Adaptado Conesa, 2010

La Tabla 9 presenta la escala de valores para los diferentes criterios en la cuantificación de la importancia de los impactos ambientales.

Tabla 9 Escala de Valoración de Impactos Ambientales

Atributo	Valoración	Valor	Atributo	Valoración	Valor
Naturaleza (N)	Impacto beneficioso	+1	Efecto (EF) Relación causa-efecto	Indirecto o secundario	1
	Impacto perjudicial	-1		Directo o primario	4
Sinergia (SI) (Potenciación de la manifestación)	Sin sinergismo o simple	1	Intensidad (In)	Baja o mínima	1
	Sinergismo moderado	2		Media	2
	Muy Sinérgico	4		Alta	4
Extensión (Ex) (Área de influencia)	Puntual	1		Muy alta	8
	Parcial	2	Momento (Mo)	Total	12
	Amplio o extenso	4		Largo plazo	1

Atributo	Valoración	Valor	Atributo	Valoración	Valor
Persistencia (Pe) (Permanencia del efecto)	Total	8	(Plazo de manifestación)	Medio plazo	2
	Crítico	(+4)		Corto plazo	3
	Fugaz o efímero	1		Inmediato	4
	Momentáneo	1		Crítico	(+4)
	Temporal o transitorio	2	Reversibilidad (Rv) (Reconstrucción por medios naturales)	Corto plazo	1
	Pertinaz o persistente	3		Medio plazo	2
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios humanos)	Permanente o constante	4		Largo plazo	3
	Recuperable de manera inmediata	1		Irreversible	4
	Recuperable a corto plazo	2	Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	Simple	1
	Recuperable a mediano plazo	3		Acumulativo	4
	Recuperable a largo plazo	4	Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	Irregular (Aperiódico y esporádico)	1
	Mitigable, sustituible y compensable	4		Periódico o regularidad intermitente	2
	Irrecuperable	8		Continuo	4

Fuente: Conesa, 2010

2.2.5.3 Marco Ambiental y Social del Banco Mundial

La política ambiental y social del Banco Mundial (2016), establece los requerimientos del Banco Mundial para la financiación de proyectos de inversión.

Para que los proyectos de inversión puedan ser respaldados por el Banco Mundial deben cumplir con los 10 estándares ambientales y sociales:

- Evaluación y Gestión de Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales.
- Trabajo y Condiciones Laborales.
- Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la contaminación.
- Salud y Seguridad de la Comunidad.
- Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el uso de la Tierra y reasentamiento involuntario.
- Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos.
- Pueblos indígenas.
- Patrimonio Cultural.
- Intermediarios Financieros.

- Participación de las partes interesadas y Divulgación de la información.

Todos los proyectos que cumplen con estos estándares son aplicables para el financiamiento del Banco Mundial, previa implantación de un plan de compromiso ambiental y social, donde se describen las acciones a realizar para cumplir con los requisitos expuestos anteriormente.

2.2.6 Incertidumbre Económica

Decimos que hay incertidumbre cuando la información que manejamos no está completa, es falsa o presenta un sesgo considerable. Engloba la falta de fiabilidad de una variable económica, como puede ser el plazo de ejecución o los costos de un proyecto (Troya, 2018).

La estimación de costos asociados a la industria minera requiere una discriminación entre el CAPEX y el OPEX. La Figura N° 12, muestra el ciclo de vida de una operación minera y los recursos empleados en cada etapa.

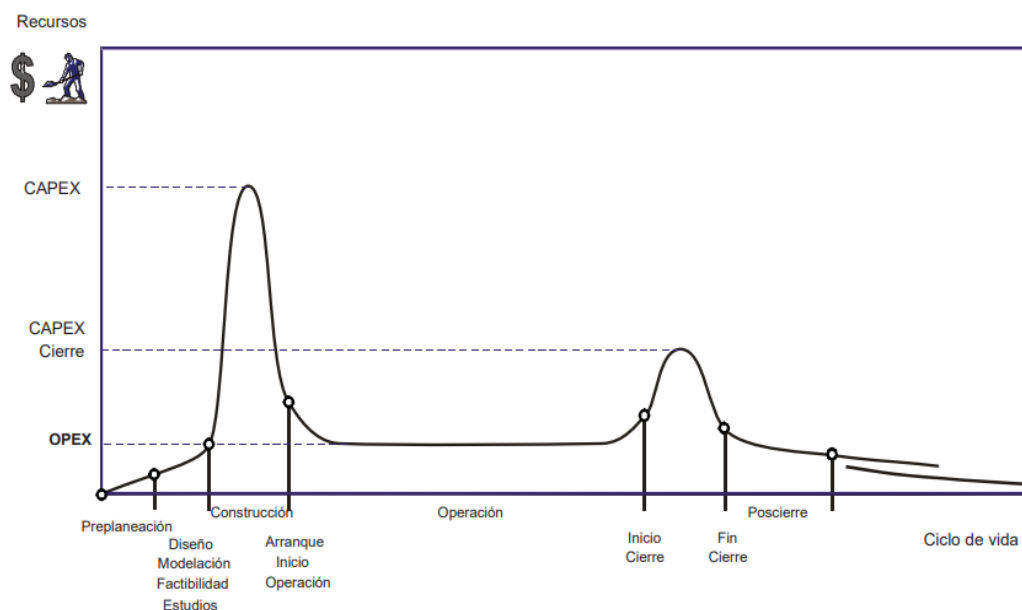


Figura N° 12 Ciclo de vida de una operación minera vs recursos

Fuente: Schwarz, 2011

2.2.6.1 CAPEX (Capital Expenditures)

Se refiere a los costos de capital y está conformado por los costos derivados del planeamiento de proyectos y su ejecución como inversiones de la organización que permitirán obtener una mejor posición (posición de menor riesgo) frente al medioambiente y a la seguridad de los colaboradores de la organización. Las

cuentas principales que componen el CAPEX en proyectos mineros son las siguientes:

- Costos de planeamiento.
- Inversiones de proyectos ambientales y de seguridad.
- Costos asociados a la gestión de proyectos.
- Costos de cierre de mina.
- Reserva de riesgo para emergencias.

Los costos asociados al cierre involucran los desembolsos previstos en el Plan de Cierre como costo de cierre definitivo. Es decir, la ejecución de los proyectos de cierre planeados y aprobados por el regulador que requieren ser específicamente aplicados para cada componente de cierre o instalación asociada. Estos costos incluyen:

- Costo de obras de remediación ambiental (geoquímica-física-social).
- Costo de sistemas activos de tratamiento para el cierre de mina.
- Costo de sistemas pasivos de tratamiento para el cierre de mina.
- Costo de restauración de suelos, revegetación, reforestación e impacto paisajístico.
- Costo de proyectos socioambientales de cierre de mina.

(Schwarz, 2011).

2.2.6.2 OPEX (Operational Expenditures)

Se refiere a los costos operativos y está conformado por los costos de operación para mantener el negocio en el día a día operativo. Las cuentas que conforman el OPEX son las siguientes:

- Costos de control, monitoreo y medición.
- Costos regulatorios (fiscalizaciones, tasas, licencias, permisos y autorizaciones). Costos de auditoría/revisión.
- Costos de capacitación y entrenamiento.

Los costos asociados al control, monitoreo y medición involucran necesariamente las siguientes partidas de costo:

- Costo de muestreo.
- Costo de análisis de laboratorio y ensayos.

- Costo de inspectores y logística de inspección.
- Costo de analistas de SMA.
- Costo de aseguramiento y control de calidad (QA/QC).
- Costo de calibración y mantenimiento de equipo de monitoreo.

(Schwarz, 2011).

2.2.7 Certificado de Cierre

Documento expedido por el Ministerio de Energías y Minas, a través de la Dirección General de Minería donde se certifica el cumplimiento de los objetivos del Plan de cierre y asegurando la remediación del pasivo ambiental minero.

La Figura N° 13, muestra el proceso de obtención de un certificado de cierre para un PAM.

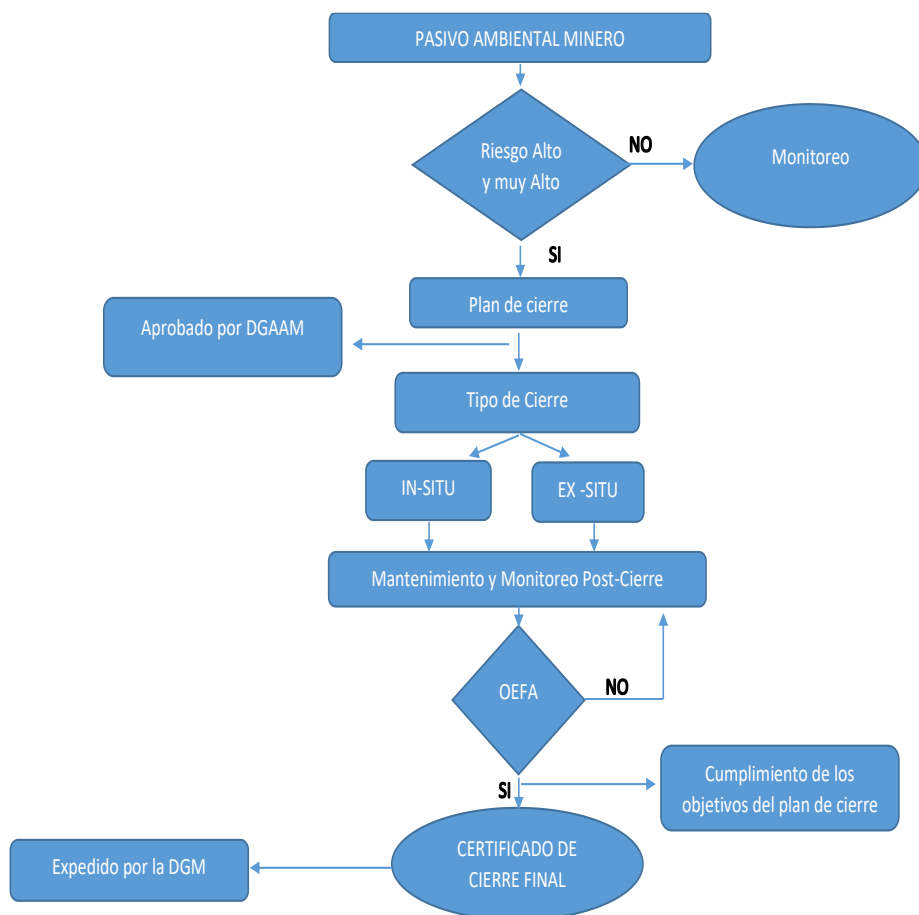


Figura N° 13 Proceso de obtención de certificado de cierre de un PAM

CAPÍTULO III: LÍNEA BASE DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO

En este capítulo se expondrá las condiciones actuales en la que se encuentran los PAM de la Ex U.M. Aladino VI, que mediante Resolución Ministerial N° 252-2016-MEM/DM, el Ministerio de Energía y Minas encarga inicialmente a AMSAC la remediación de 14 Pasivos Ambientales Mineros generados por la actividad minera en la ex U.M. Aladino VI; teniendo dicha información como línea base para la propuesta de solución ex situ planteada en la presente investigación.

3.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LOS PAM (EX U.M. ALADINO VI)

3.1.1. Ubicación

Los PAM de la Ex U.M. Aladino VI, se localizan en la comunidad Cari Cari, en el distrito de Mañazo, provincia y departamento de Puno, con las coordenadas UTM 357 591 E y 8 248 163 N y Datum WGS 84; Zona 19 Sur, entre 4050 y 4150 m. s.n.m. La Figura N° 14, muestra la ubicación de los PAM de la Ex U.M.



Figura N° 14 Mapa de Macro localización

Fuente: MINEM, 2019

3.1.2. Accesibilidad

Desde Lima a Juliaca existen 1270 Km desde Juliaca al distrito de Mañazo hay una distancia de 50 km, desde la localidad de Mañazo a la zona donde se ubican

los pasivos de la ex Unidad Minera Aladino VI, existe una distancia de 6 km. La Tabla 10 presenta las rutas, distancias y tiempo de viaje para arribar a la zona.

Tabla 10 Rutas y Distancias

Ruta	Tramo	Distancia (Km)	Vía Utilizada	Tipo de Vía	Tiempo de viaje
1	Lima-Juliaca	1270	Aérea	Aérea	1h 30 min
	Juliaca-Cabanillas	32	Terrestre	Carretera asfaltada	35 min
	Cabanillas-Mañazo	18	Terrestre	Carretera asfaltada	20 min
	Mañazo-ex Unidad Minera Aladino VI	6	Terrestre	Trocha carrozable	8 min
2	Lima-Juliaca	1270	Aérea	Aérea	1h 30 min
	Juliaca-Puno	43	Terrestre	Carretera asfaltada	53 min
	Puno-Mañazo	44.1	Terrestre	Carretera asfaltada	1h 01 min
	Mañazo-ex Unidad Minera Aladino VI	6	Terrestre	Trocha carrozable	8 min

Fuente: MINEM, 2019

3.1.3. Historia de los PAM

En la Ex U.M. Aladino VI se realizaron trabajos de explotación minera subterránea generador de los PAM, sin embargo, a la fecha no se ha podido identificar al responsable de la actividad minera ni el periodo en que se desarrolló la actividad minera. Por tanto, no se tiene identificado ni documentado el nombre de la empresa y/o titular minero.

3.2 COMPONENTES

La Tabla 11 presenta los pasivos ambientales mineros a remediar, según el inventario de PAM del Ministerio de Energía y Minas actualizado al 2022.

Tabla 11 Listado de PAM en la Ex U.M. Aladino VI

N°	ID	Tipo de Componente	Subtipo de componente	Generador del Pasivo	Responsable del Pasivo
1	564	Labor Minera	Bocamina	No Identificado	AMSAC
2	565	Residuo Minero	Relaves	No Identificado	AMSAC
3	566	Residuo Minero	Relaves	No Identificado	AMSAC
4	567	Infraestructura	Plantas de Procesamiento	No Identificado	AMSAC
5	8716	Infraestructura	No determinado	No Identificado	AMSAC
6	8717	Residuo Minero	Desmonte de Mina	No Identificado	AMSAC
7	8800	Labor Minera	Bocamina	No Identificado	AMSAC
8	8801	Residuo Minero	Desmonte de Mina	No Identificado	AMSAC
9	8802	Labor Minera	Pique	No Identificado	AMSAC
10	8803	Labor Minera	Bocamina	No Identificado	AMSAC
11	8804	Residuo Minero	Desmonte de Mina	No Identificado	AMSAC

N°	ID	Tipo de Componente	Subtipo de componente	Generador del Pasivo	Responsable del Pasivo
12	8805	Labor Minera	Bocamina	No Identificado	-
13	8806	Infraestructura	Plantas de Procesamiento	No Identificado	AMSAC
14	8807	Labor Minera	Bocamina	No Identificado	AMSAC
15	15029	Labor Minera	Chimenea	No Identificado	AMSAC
16	15030	Residuo Minero	Desmante de Mina	No Identificado	AMSAC
17	15031	Labor Minera	Tajo	No Identificado	AMSAC
18	15033	Labor Minera	Trinchera	No Identificado	AMSAC
19	15034	Residuo Minero	Desmante de Mina	No Identificado	AMSAC
20	15035	Residuo Minero	Desmante de Mina	No Identificado	AMSAC
21	15036	Labor Minera	Chimenea	No Identificado	AMSAC
22	15038	Labor Minera	Media Barreta	No Identificado	AMSAC
23	15039	Labor Minera	Bocamina	No Identificado	AMSAC
24	15040	Residuo Minero	Desmante de Mina	No Identificado	AMSAC
25	15041	Labor Minera	Chimenea	No Identificado	AMSAC

Fuente: MINEN,2022

El alcance de esta tesis va dirigido a la disposición de los depósitos de relaves (ID 565 e ID 566), de los desmontes de mina y otros, que serán emplazados en el Depósito de Material Excedente (DME) ID 565 proyectado, para el análisis de propuesta ex situ en la remediación de PAM. Por lo tanto, se expondrá las condiciones actuales de estos PAM.

3.3 CONDICIONES ACTUALES

3.3.1 Área de Influencia

3.3.1.1 Área de Influencia Ambiental

El área de influencia es el espacio geográfico donde las actividades mineras generan algún tipo de impacto sobre el medio físico, biológico y socioeconómico. Para nuestro caso, consiste en el espacio geográfico afectado por los pasivos ambientales mineros de la ex U.M. Aladino VI, en ese sentido se establece un área de influencia directa e indirecta.

3.3.1.1.1 Área de Influencia Ambiental Directa (AIAD)

Se define como área de influencia ambiental directa, al espacio físico que es ocupado por los pasivos ambientales mineros y las áreas afectadas o impactadas directamente y cercanas a los pasivos, originando perturbaciones en diversos grados sobre el ambiente y sus componentes físicos y biológicos.

Para ello, se han analizado distintos criterios para establecer el AIAD.

Fisiografía, delimitada por planicies y colinas que se caracterizan por presentar áreas topográficamente onduladas a ligeramente onduladas.

Hidrología, delimitada en la margen izquierda de la cuenca media-alta de la quebrada Chactani, en la cuenca del río Ilpa, en la vertiente del Lago Titicaca.

Suelos, se consideran los suelos con concentraciones elevadas de metales pesados en zonas cercanas a los pasivos. Además, abarca las zonas impactadas debido al cambio del uso de suelo.

Vegetación y flora terrestre, delimitado por las zonas que sufrieron pérdida de la cobertura vegetal debido al emplazamiento de los pasivos.

Sedimentos acuáticos, delimitado por los cuerpos de agua donde se ha generado un impacto negativo por acumulación de metales pesados en sedimentos en la quebrada Chactani y sus aportantes.

Paisaje natural, delimitado por zonas que presentaron un impacto paisajístico negativo debido a la presencia de los pasivos y es percibido por los pobladores. La Figura N° 15, muestra la delimitación del área de influencia ambiental directa.



Figura N° 15 Área de influencia ambiental directa

3.3.1.1.2 Área de Influencia Ambiental Indirecta (AIAI)

El área de AIAI es el espacio físico en el que un componente ambiental que ha resultado afectado directamente, afecta a su vez a otro u otros componentes ambientales, aunque sea con una intensidad mínima.

El AIAI está delimitado por la cuenca de la quebrada Chactani, curso principal de agua en la zona de estudio y probable cuerpo receptor directo de los principales componentes. Esta quebrada está ubicada en la cabecera de la cuenca del río Ilpa. La quebrada Chactani, aguas abajo de la zona de estudio toma el nombre de quebrada Tocsalla, tributaria del río Quipache, el mismo que pasa a llamarse Vilque, y luego Yunco; finalmente, este último con el Pongone, forman el río Ilpa. La Figura N° 16, muestra la delimitación del área de influencia ambiental indirecta.



Figura N° 16 Área de influencia ambiental indirecta

3.3.1.2 Área de Influencia Social (AIS)

Es el espacio físico geográfico, socioeconómico y cultural en el cual la presencia de los pasivos ha generado impactos directos e indirectos sobre una población. El

impacto socioeconómico es todo cambio generado sobre determinados aspectos de la vida de una población.

3.3.1.2.1 Área de Influencia Social Directa (AISD)

El AISD está delimitada por la comunidad donde se ubican los PAM de la Ex U.M. Aladino VI; es decir, la Comunidad Campesina de Cari Cari.

3.3.1.2.2 Área de Influencia Social Indirecta (AISI)

El AISI está delimitada por el distrito donde se ubican los PAM de la ex U.M. Aladino VI; es decir, el distrito de Mañazo, perteneciente a la provincia de Puno, región de Puno.

3.3.1.3 Área de Estudio

El área de estudio está determinada por la suma del Área de Influencia Ambiental (directa e indirecta) con el Área de Influencia Social (directa e indirecta); es decir, el distrito de Mañazo.

3.3.2 Medio Físico

3.3.2.1 Tenencia de la Tierra

El área donde están emplazados los PAM de la ex Unidad Minera Aladino VI se encuentra en terreno de propiedad de la Comunidad Campesina de Cari Cari.

3.3.2.2 Fisiografía

Las unidades fisiográficas fueron evaluadas a nivel semidetallado, en las cuales se identificaron tres grandes paisajes:

- La planicie, conformada por la planicie aluvial.
- La colina, que se caracteriza por presentar áreas topográficamente onduladas a ligeramente onduladas que han sido categorizadas por su material litológico predominante.
- Las áreas antropogénicas que representan a los pasivos ambientales mineros.

Tabla 12 Unidades fisiográficas

Gran Paisaje	Paisaje	Subpaisaje	Símbolo	Superficie	
				Ha	%
Planicie	Planicie aluvial	Terraza Aluvial	Pa	8,17	12,02
Colinas	Colina de rocas areniscas feldespáticas con limoarcillitas	Pedimento	Pd	22,27	32,77
		Colina ondulada que presentan granodiorita-diorita	CoAf	3,13	4,61

Gran Paisaje	Paisaje	Subpaisaje	Símbolo	Superficie	
				Ha	%
	Colina de rocas areniscas cuarzosas con limoarcillitas	Colina ondulada que presentan calizas, cuarcitas	CoAl	14,97	22,03
Antropogénicas	Viviendas		Vi	0,24	0,35
	Almacén de agua		Al-Ag	0,03	0,04
	Cultivo		Cu	5,87	8,64
	Áreas afectadas por actividad minera		An	9,35	13,76
Lecho de Río			LR	6,93	5,78
Total				67,96	100

Fuente: MINEM, 2019

3.3.2.3 Estudio Geológico

Los residuos mineros, como desmontes de mina y depósito de relave, se ubican en las laderas desde altas al fondo de la quebrada Chactani; se encuentran sobre roca y depósitos cuaternarios. Los PAM excavados en roca (Bocaminas, chimeneas, piques y media barreta), están localizadas en diferentes niveles de la montaña, siguiendo o intersectando la estructura mineralizada. El basamento rocoso está constituido por calizas de la formación Ayabaca de alta resistencia y limolitas rojas fracturadas y alteradas del Grupo Puno. Las calizas Ayabaca y limolitas Puno, están afectadas por fallamiento tipo sobreescurreimiento, fallas normales transversales, alteración hidrotermal, skarn, brechamiento y mineralización. Los intrusivos subvolcánicos, están fuera del área de estudio, portador de las soluciones mineralizadas por relleno de fracturas.

Los depósitos cuaternarios son materiales acumulados por acción de la geodinámica externa, por la actividad aluvial, fluvio-glaciar, fluvial, coluvial y antrópica. Se considera la presencia de suelos residuales producto de alteración fisicoquímica de las rocas.

3.3.2.4 Estudio Edafológico

Se ha identificado los suelos por su uso actual como tierras privadas, terrenos cultivados, praderas naturales, matorrales y áreas improductivas.

3.3.2.5 Geoquímica

Esta caracterización está orientada a obtener información de la estabilidad química de los PAM a largo plazo. La evaluación se da mediante el potencial de generación ácida empleando varios criterios basados en la relación ácido/base y otros de predicción del comportamiento a largo plazo. La Tabla 13 resume los resultados obtenidos y la tendencia a generar drenaje ácido.

Tabla 13 Resultados Geoquímicos de PAM

N°	ID	Componente	PNN	% S como Sulfuro	Tendencia a Generación de DAR
1	565	Relaves	-87,5	2	Generador
2	566	Relaves	-181,6	4,61	Generador
3	567	Plantas de Procesamiento	-87,72	1,81	Generador
4	8716	Infraestructura	6,62	0,11	No Generador
5	8717	Desmante de Mina	-24,65	2,39	Generador
6	8801	Desmante de Mina	-67,5	10	Generador
7	8804-A	Desmante de Mina	-18,29	0,19	No Generador
	8804-B		-181,6	4,61	Generador
	8804-C		-181,6	4,61	Generador
8	8806	Plantas de Procesamiento	138,75	1	No Generador
9	15030	Desmante de Mina	477,83	0,11	No Generador
10	15034	Desmante de Mina	148,17	0,06	No Generador
11	15035	Desmante de Mina	244,61	0,01	No Generador
12	15040	Desmante de Mina	11,46	2,83	Generador

Fuente: MINEM, 2019

De acuerdo a los resultados obtenidos correspondientes a los depósitos de relaves ID 565 e ID 566, se confirma la generación de drenaje ácido debido principalmente a la hidrólisis y oxidación de los sulfuros que controlan el pH, sulfatos, calcio y movilidad de los metales.

3.3.2.6 Riesgos Naturales

Los fenómenos de geodinámica externa son desencadenados por acciones meteorológicas (cambios térmicos bruscos, precipitaciones, entre otros), acción antrópica y sismos.

En desmontes de mina, tienen riesgos bajos a medios para zonas inestables por caída de bloques y sectores afectados con erosión superficial. En los depósitos de relave, el riesgo en erosión eólica es bajo, sobre inundación y/o saturación por relaves movedizos el riesgo es medio a alto, y en escorrentía superficial como en contaminación geoquímica hay riesgo alto. La Tabla 14 resume la estimación de riesgos para los PAM de las Ex U.M. Aladino VI.

Tabla 14 Estimación de Riesgo para los PAM en la Ex U.M. Aladino VI

Grupo de componentes PAM evaluados	Peligro Descrito	Nivel de Peligro	Nivel de Vulnerabilidad	Riesgo
Desmontes de mina en laderas del cerro	Inestabilidad, caída de bloques en talud frontal	Bajo	Bajo	Bajo
	con alta contaminación geoquímica	Alto	Alto	Alto
	Erosión superficial por escorrentía estacional	Bajo	Bajo	Bajo
Depósitos de relave	Inundación y/o empozamiento por saturación en la parte alta	Medio	Medio	Medio
	Formación de relaves movedizos por saturación de lluvias en la cima	Medio	Medio	Medio
	Escorrentía superficial descontrolada, ocasionando erosión y acumulación de partículas en las partes bajas	Alto	Alto	Alto
	Contaminación geoquímica del terreno y medio ambiente	Alto	Alto	Alto
	Erosión eólica en temporada de fuertes vientos	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: MINEM, 2019

3.3.2.7 Sismicidad

Para todas las estructuras se recomienda utilizar el análisis probabilístico para un periodo de retorno de 475 años. Teniendo en cuenta que los valores de los ensayos MASW indican un emplazamiento en un suelo tipo C (suelo muy denso o roca blanda) según IBC, por ello la PGA corresponde a 0,28 g.

3.3.2.8 Clima y Meteorología

El clima de la región es lluvioso y frío, entre tanto, el régimen de precipitación anual se caracteriza por ser moderadamente húmedo durante el verano (diciembre, enero, febrero, y marzo) y un invierno frío y seco (mayo a agosto); asimismo, la precipitación en esta región tiene un promedio anual de 777,1 mm, decreciendo en dirección NE-SO; además, las precipitaciones pluviales se intensifican desde diciembre hasta marzo.

En lo que respecta a la temperatura, esta fue caracterizada por las estaciones meteorológicas mencionadas anteriormente, siendo la media anual de 6,8 °C, la máxima media de 17,8 °C, y finalmente, la temperatura mínima media de -10,1 °C. En todos los meses del año, la temperatura mínima media es menor de 0 °C, presentando los valores más bajos desde mayo hasta octubre.

Por otro lado, la humedad relativa es variable, presentándose los meses más húmedos (de 60,2% a 57,6%) desde diciembre hasta abril, y los más secos desde julio hasta noviembre (53,5%). Por último, para la evaluación del viento se ha considerado la estación Lampa; su dirección predominante es el SE, siendo su velocidad media de 2,34 km/h, calificándose como “ventolina” de acuerdo a la escala de Beaufort.

3.3.2.9 Calidad de Aire

De la evaluación de calidad de aire en la ex U.M. Aladino VI, se concluyó que las concentraciones de material particulado PM₁₀, PM_{2,5}, plomo y gases (H₂S, SO₂, NO₂, O₃, CO, benceno) cumplen con lo establecido en el ECA de aire, en las estaciones evaluadas, en temporada húmeda y seca, debido a que es una zona en la cual hay escaso tránsito de vehículos y no se realizan actividades que puedan generar material particulado y/o gases.

3.3.2.10 Calidad de suelos

Del análisis de los puntos de nivel de fondo se puede indicar que ningún parámetro analizado se encuentra por encima del ECA suelos. Además, se evaluaron cuatro (04) parámetros orgánicos (hidrocarburos la fracción F1, F2, F3 y los benzo(a) pirenos) en siete puntos de muestreo, y en ninguno de estos puntos presentó concentraciones por encima del ECA suelos. Dentro de esta evaluación se evaluaron ocho (08) metales: As, Cd, Cr, Ba, Pb, Hg, Cr VI y CN libre, de los cuales solo dos (02) elementos (As y Pb) indicaron concentraciones por encima del ECA suelos en los primeros 10 cm de profundidad, y por lo cual, se recomienda el retiro de unos 30 cm de espesor de suelo para su remediación y posterior revegetación.

3.3.2.11 Ruido Ambiental

Para evaluar la calidad de ruido en la zona de estudio en las temporadas seca y húmeda y se establecieron 4 estaciones de muestreo (tomándose mediciones en horario diurno y en horario nocturno). De los resultados se concluyó que los niveles de presión sonora diurna y nocturna se encuentran debajo de los ECA.

3.3.2.12 Hidrología

Los PAM se encuentran en la cuenca de la quebrada Chactani (10,0 km²), en la margen izquierda de la cuenca baja, sobre las denominadas Cuenca A, Cuenca B e Intercuenca A. Se presenta curso de agua permanente solo en la quebrada

Chactani y se dan cursos de agua estacional en las cuencas A y B. De acuerdo con la evaluación de los parámetros geomorfológicos, la cuenca Chactani tiene un coeficiente de compacidad (Índice de Gravelius) de 1,25; lo que indica forma semialargada. El factor de forma es 0,37 indicando la presencia de sectores con fuerte pendiente y forma de cuenca ligeramente alargada; y pendiente de curso principal de 15,4%, lo que favorece a la rápida respuesta a precipitaciones. El tiempo de concentración es de 76,8 min, ello indica el tiempo que le toma a la precipitación más lejana en alcanzar la salida de la cuenca. Los caudales máximos de la cuenca, de 200 y 500 años de periodo de retorno, son 35,9 y 46,3 m³/s.

3.3.2.13 Hidrogeología

El nivel freático en la zona baja se encuentra entre 3 y 4 m, entre los 4050 y 4085 m s.n.m.; hacia el sureste en los afloramientos calcáreos tiende a profundizar por su mayor permeabilidad, encontrándose drenado por la antigua bocamina.

En general, el medio hidrogeológico del área no presenta mayores descargas naturales, a excepción de las calizas; sin embargo, las limolitas y arcillitas basales son poco transmisivas, y levemente las areniscas; estas últimas se encuentran fuera del área. Los depósitos aluviales y fluviales presentan saturación de agua y tienen descargas difusas, las que forman áreas hidromórficas aguas abajo.

3.3.2.14 Calidad de Agua Superficial y Efluentes

El agua en la zona donde se desarrolló el proyecto presenta un carácter neutro, y los parámetros físico químicos casi en su totalidad presentan valores dentro de la norma. Los cuerpos de agua no presentan contaminación por metales pesados.

No existe contaminación por plaguicidas, cabe indicar que no se observaron actividades de agricultura en la zona, solo pastoreo de animales. No existe afectación de los cursos de agua por parámetros microbiológicos y parasitológicos. No existe generación de fluentes industriales debido a lo componentes mineros.

Se concluye que la calidad de agua en la zona del proyecto es buena.

3.3.2.15 Calidad de Aguas Subterránea

Las estaciones muestreadas indicaron un pH casi neutro, en temporadas húmeda y seca; sin embargo, en la temporada seca se presenta un valor de pH ligeramente

mayor. Respecto a los parámetros inorgánicos, los resultados de las estaciones muestreadas reportan que se cumple con los valores máximos permisibles para agua subterránea, a excepción del Manganeseo y Molibdeno.

3.3.2.16 Geotecnia

La evaluación geotécnica está orientada a verificar la constitución y características principales del material antrópico conformado por desmonte de mina (botaderos de desmonte) y residuos de la planta concentradora (depósitos de relaves) con la finalidad de recomendar su remediación.

La Tabla 15 resume los ensayos estándar realizados a los PAM, tomando en cuenta que, por encima de los valores de límites de contracción indicados, se producirán cambios de volumen, cambios que en el tiempo ya han ocurrido según se ha observado en el relave.

Tabla 15 Resumen ensayos estándar y límite de contracción

Componente	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Límite de Contracción (%)	Humedad (%)
Depósito de relaves ID 565	C-13	M-1	1,20 – 3,00	CL	16	31
	C-10	M-1	0,60 – 1,50	GC	18	32
	C-9	M-1	0,00 – 3,00	CL-ML	19	28
Depósito de relaves ID 566	C-19	M-1	1,00 – 3,00	CL	13	34
	C-14	M-1	0,40 – 2,50	SC	14	33
	C-18	M-1	1,00 – 3,80	CL	19	40
	C-16	M-1	0,40 – 4,00	CL	14	35
Desmonte de Mina 565	C-4	M-1	0,00 – 0,15	CL-ML	11	26
	C-4	M-2	0,30 – 1,20	ML	26	49
Desmonte de Mina 8801	C-28	M-1	0,00 – 1,70	GM	20	38
	C-26	M-1	0,00 – 0,40	ML	19	40
Desmonte de Mina 8804	C-43A	M-1	0,00 – 1,00	GM	23	38
Desmonte de Mina 8717	C-30	M-1	0,05 – 1,20	GM	20	37
	C-31A	M-1	0,00 – 1,20	GC	14	35
Desmonte de Mina 15030	C-36	M-1	0,90 – 1,50	GM	21	43
Desmonte de Mina 15034	C-34	M-1	0,00 – 1,20	GM	16	32
Desmonte de Mina 15035	C-33A	M-1	0,00 – 1,20	SP-SM	10	24

De igual manera, se han realizado los análisis de estabilidad física para los PAM, a través del método de equilibrio límite. Para ello, se utilizó el método Spencer, evaluando la condición estática y pseudoestática. La Tabla 16 resume los factores de seguridad obtenidos para cada condición de los PAM.

Tabla 16 Resultados Estabilidad Física PAM

Componente	Factor de Seguridad		Observación
	Estático	Pseudoestático (Kh = 0,14)	
Desmonte de Mina ID 8717	1,25	0,93	Inestable
Desmonte de Mina ID 8801	1,90	1,41	Estable
Desmonte de Mina ID 8804	1,31	0,96	Inestable
Desmonte de Mina ID 15030	2,47	2,01	Estable
Desmonte de Mina ID 15034	2,67	2,06	Estable
Desmonte de Mina ID 15035	4,48	3,70	Estable
Desmonte de Mina ID 15040	3,31	2,13	Estable
Depósito de Relaves ID 565	3,43	1,80	Estable
Depósito de Relaves ID 566	3,31	2,16	Estable

El Desmonte de Mina ID-8717, ID-8804 físicamente son inestables. Mientras que, los Desmontes de Mina ID-8801, ID-15030, ID-15034, ID-15035 y 15040 físicamente son estables.

El Depósito de Relaves ID-565 e ID-566 físicamente son estables, sin embargo, debido a los fuertes vientos estacionales, el material fino de la superficie es removido y trasladado a los alrededores. El depósito de Relaves ID-565 se encuentra cerca de la quebrada Chactani, y la escorrentía superficial en temporada de lluvias provoca estancamiento e inundación en la superficie plana de las zonas altas, que da origen a suelos movedizos; parte de esta agua se infiltra y el resto activa formando pequeñas quebradas, cárcavas y surcos que trasladan arenas, limos, arcilla y disolviendo los químicos metalúrgicos involucrados (contaminación geoquímica); afectándose el terreno natural, terrazas y cauce de la quebrada Chactani, perjudicando el medio ambiente.

3.3.3 Medio Biológico

3.3.3.1 Flora

En el área de influencia se caracterizaron siete (07) formaciones vegetales: Pajonal, Afloramiento rocoso, Césped de arroyo, Sucesión Pajonal-Matorral,

Matorral, Flora ribereña y Pastizal. En el área de influencia se caracterizaron siete (07) formaciones vegetales: Pajonal, Afloramiento rocoso, Césped de arroyo, Sucesión Pajonal-Matorral, Matorral, Flora ribereña y Pastizal.

3.3.3.2 Fauna

Durante la época seca se registró 6 individuos de la especie *Liolaemus cf. annectens* perteneciente a la familia *Liolaemidae*, orden *squamata*; en la época húmeda se registraron 12 individuos pertenecientes a 41 especies, 4 familias y 2 órdenes taxonómicos. No hay registro de especies endémicas.

3.3.3.3 Hidrobiología

La productividad primaria basada en algas de vida libre (fitoplancton) presentó una densidad de 240 organismos o células/L en 5 taxas durante la época seca; mientras que, en época húmeda, la densidad incrementó considerablemente a 347 603 organismos o células/L en 28 taxas. Respecto al grupo de algas bentónicas (perifiton), durante la época seca se reportó una densidad de 464 894 organismos/cm² en 9 taxas; mientras que, en la época húmeda, la densidad fue 2 121 117 organismos/cm², siendo esta última notoriamente superior al reporte de época seca.

Respecto al grupo de macroinvertebrados bentónicos, no hubo registro de organismos durante la época seca; sin embargo, durante la época húmeda, debido a la reactivación de las quebradas menores, que a su vez son aportantes de la quebrada Chactani, el grupo de macroinvertebrados bentónicos se hizo presente.

No hubo registro de organismos zooplanctónicos y peces en ambos periodos de evaluación.

3.3.4 Medio Socioeconómico

3.3.4.1 Aspectos Demográficos

Durante el periodo 1993-2017, la población total de la Comunidad Campesina de Cari-Cari aumenta de 280 a 800 habitantes. Cuenta con un (01) establecimiento de salud (Centro de Salud de Categoría I-3, según las categorías establecidas por el MINSA). Esta comunidad cuenta con un total de tres (03) instituciones educativas, las cuales corresponden a la Educación Inicial - Jardín, Primaria y Secundaria. Cabe señalar que en la Comunidad Campesina de Cari-Cari, el 86,37% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, y el 11,17% usa velas. El 2,46% no dispone de alumbrado. En la Comunidad Campesina de Cari-Cari, el

85,10% de las viviendas cuentan con conexión a red pública de agua dentro de la vivienda. Finalmente, el porcentaje de viviendas con servicio higiénico conectado a un pozo negro o letrina es el 76,32%.

3.3.4.2 Problemática Social

La problemática social en la comunidad campesina Cari Cari, gira entorno a la existencia de los PAM y la percepción que genera tenerlos cerca a la comunidad. La Tabla 17 presenta los principales problemas que detecta la población local dentro de su territorio, indicando las causas, sus indicadores y las posibles alternativas de solución

Tabla 17 Matriz de Identificación de Problemas Socioambientales

Definición	Causas	Indicadores	Propuesta de Solución
Pasivos Ambientales Mineros de la Ex Unidad Minera Aladino	Abandono de la Unidad Minera	Contaminación ambiental (agua y suelo)	Remediación y cierre de Pasivos Ambientales Mineros de forma definitiva
Baja Productividad en actividad pecuaria	Pasivos Ambientales Mineros afecta los pastos y el agua	Pagan poco / Bajos costos	Proyecto de captación, mejora de ganado y manejo de ganado
Falta de Servicios Higiénicos	Abandono de la Comunidad por autoridades locales	Falta de letrinas e incidencias de enfermedades estomacales (EDA)	Proyecto de Infraestructura / Proyecto de Servicios Higiénicos (Red Pública)

Fuente: MINEM, 2019

3.3.4.3 Encuesta de percepción Social

En el año 2018, se realizó una ficha técnica donde se realiza una encuesta que ayuda a conocer la percepción social de la población del AISD, donde los resultados se colocan a continuación:

- La encuesta se aplicó a 73 personas; del total de los encuestados el 47,95% son varones y el 52,05%, mujeres; y de los cuales, el 20,55% son jóvenes que se ubican entre los 17 y 29 años de edad; 58,90%, se ubican en el grupo etario entre 30 y 59 años, y un 20,55%, son personas mayores a 60 años.
- El nivel educativo preponderante entre la población la primaria completa (26,03%), seguida de la primaria incompleta (17,81%) y secundaria completa (17,81%). Del total de la población, 46,58% dice trabajar, en comparación al 53,42% que señala no trabajar.

- Se aprecia, así mismo que el 30,14% de la población se dedica principalmente a las actividades domésticas (su casa), en comparación al 17,81% que se dedica a la actividad ganadera y al 16,44% que dedica a la actividad agrícola.
- Del total de los encuestados, 90,41% señala tener ingresos inferiores a 750,00 soles, en tanto que 6,85% indica que obtiene ingresos familiares mensuales entre 1000 y 1500 soles.
- Se observa, por otro lado, que el 97,26% de los representantes de los grupos de interés y de la población en general, sí tiene conocimiento sobre la realización y ejecución de un cierre de PAM de la Ex U.M Aladino VI; frente al 1,37%, que dice no tener conocimiento.
- Se presenta, asimismo, respecto a la opinión de los encuestados sobre el cierre de PAM de la Ex U.M Aladino VI, que el 93,15% dice sí estar de acuerdo, frente al 6,85% que señala no estar de acuerdo ni de acuerdo.
- Respecto a si la población apoyaría el Plan de Cierre del PAM y las actividades de remediación, el 94,52% dice que sí apoyaría, frente al 5,48% que no sabe o no opina. La población que estaría de acuerdo con que se facilite el acceso a los terrenos donde se ubican los PAM asciende a 67,12%, en relación al 13,70% que se muestra en contra.
- De los impactos negativos generados por el PAM, el 64,84% de los encuestados considera que éste ha ocasionado “contaminación del agua”; el 26,92%, considera que ha generado “contaminación ambiental”, frente al 20,33%, que percibe que se ha “contaminado el suelo”.
- Frente a estos impactos negativos, el 33,73% menciona la importancia de “implementar la remediación / Cierre del PAM”; el 26,04% opina, por otro lado, “ofrecer a la población puestos de trabajo”, frente al 24,26% de encuestados, que recomienda “cumplir con las leyes y normas ambientales”.
- En relación a los impactos positivos o beneficios que generarían la implementación de la remediación del PAM, el 35,14% de la población considera que “mejorará la calidad ambiental en la comunidad”, frente al 28,38%, que considera que la remediación “mejorará la salud de la población”.
- Para aprovechar los beneficios de la remediación de los PAM, el 39,02% de los encuestados sugiere “generar mecanismos de información a la

población”, el 34,96% recomienda “priorizar la contratación de trabajadores de la comunidad”, frente al 15,45% que recomienda “conformar un comité de monitoreo ambiental participativo”.

- Finalmente, para el 95,59% de los encuestados, la población de la comunidad estará “mejor” en el caso de que se implemente la remediación del PAM, en tanto que para el 75,34% de los encuestados, la población de la comunidad estará “peor” en el caso de que no se implemente la remediación del PAM; y para el 20,55%, la comunidad “seguirá igual”.

En el Anexo III condiciones actuales se enlista una serie de planos donde se visualizan las ubicaciones de estaciones de muestreos, áreas de influencia social, ubicaciones de componentes, entre otros.

CAPÍTULO IV: OBJETIVOS DEL PLAN DE CIERRE

La finalidad de los planes de cierre de PAM es la de remediar los impactos generados; y para tal fin, se deberá cumplir con los objetivos planteados en la Guía de Elaboración de Planes de Cierre de PAM del MINEM:

- Lograr que los taludes de los desmontes de mina, depósitos de relave, sean estables y no se produzca su colapso (estabilidad física)
- Asegurar el manejo y tratamiento del agua superficial y subterránea en las áreas rehabilitadas, para que el agua sea de buena calidad antes de descargarla al medio ambiente
- Monitorear el éxito de la rehabilitación de las áreas que se utilizaron en la operación minera con la finalidad de integrarlas progresivamente en el entorno o ecosistema del lugar (monitoreo postcierre)
- Devolver las áreas utilizadas en la operación un aspecto similar al paisaje que existía antes de los trabajos de la mina (impacto visual positivo)
- Volver a generar espacios que permitan el establecimiento de especies de flora nativa y la presencia de especies de fauna silvestre (biodiversidad)
- Cumplir con lo establecido en la ley peruana, normas vigentes nacionales e internacionales.
- Protección de la salud humana y el medio ambiente, mediante el empleo de tecnologías que permitan el logro y mantenimiento de la estabilidad física y química del lugar.
- Sostenibilidad económica a largo plazo en los alrededores donde se realizan las operaciones mineras.

Por todo ello, y ante la necesidad de remediar y mitigar los impactos generados por los pasivos ambientales mineros se han destinado una serie de actividades de cierre (propuesta de cierre ex situ) que aborda la estabilidad física, la estabilidad geoquímica, la estabilidad hidrológica, el establecimiento de la forma del terreno, la revegetación, la rehabilitación de hábitats acuáticos y los programas sociales en el área de influencia de la ex unidad minera Aladino VI.

4.1 ACTIVIDADES DE CIERRE

4.1.1 Demolición y Disposición

En esta etapa se considera la demolición de todas las estructuras de concreto, muros de ladrillo, arcilla y adobe pertenecientes a la infraestructura ID 8716 y las

plantas de procesamiento ID 567 y 8806. La Tabla 18 muestra la estimación de volumen en la demolición de estructuras.

Tabla 18 Volumen de demolición de estructuras

ID	Descripción	Volumen de demolición (m³)
567	Planta Procesamiento	238
8806	Planta Procesamiento	5
8716	Infraestructuras relacionas al proyecto	441
Total		684

Fuente: MINEM, 2019

Los escombros provenientes de la demolición serán trasladados hacia el DME ID 565 proyectado.

4.1.2 Estabilidad Física

La estabilidad física de los PAM debe garantizar que la solución propuesta sea sostenible en el tiempo bajo diferentes condiciones adversas como los sismos o lluvias de gran intensidad, buscando la seguridad de los componentes evaluados.

4.1.2.1 Instalaciones de Procesamiento

La planta de procesamiento de minerales fue una instalación industrial con la finalidad de obtener el concentrado de minerales. Para los componentes ID 567 y 8806, se requerirá una demolición total y eliminación del material demolido, por lo que no se requerirá trabajos de estabilidad física. Primero se realizará el traslado hacia el depósito temporal ubicado dentro del Relave ID 565, para finalmente ser trasladado hacia el DME ID 565 Proyectado, luego de haber realizado la preparación de su base.

4.1.2.2 Otras Infraestructuras

El componente ID 8716 requerirá una demolición total y eliminación del material demolido; por lo que no requerirá trabajos de estabilidad física. Se traslada hacia zona de acopio temporal en relave ID 565, para finalmente ser trasladado hacia el DME ID 565 Proyectado. Se cobertura y se revegeta la zona y se incluye zanjas de coronación.

4.1.2.3 Depósitos de Relaves

Los trabajos de estabilización física para los componentes consistirán en la remoción total de relaves, así como también los suelos contaminados aledaños a los componentes, incluyendo el perfilado de taludes hasta alcanzar geometrías compatibles con el terreno natural circundante, siendo estos materiales dispuestos en el DME ID 565 Proyectado.

Durante las actividades mineras realizadas por el ex U.M. Aladino VI, se generaron dos (02) áreas impactadas con material de relave, producto del desecho de la planta de procesamiento, luego de que los metales valiosos fueron recuperados.

Depósito de Relave ID 565, se ubica en la margen izquierda de la quebrada Chactani, en el fondo del valle Tuta Yami, en las coordenadas 357808 E, 8248352 N, y a una cota promedio de 4060 m.s.n.m., fuera de la planta concentradora y descansa sobre suelo residual. Asimismo, presenta una topografía que va entre 6 a 11% de pendiente, ocupando unos 66900 m², y un volumen promedio de 54500 m³. Este depósito de relaves tiene seis plataformas con cotas promedio que van desde 4052 a 4074 m.s.n.m.

Depósito de Relave ID 566, se ubica en la margen izquierda de la quebrada Chactani, en las coordenadas 357691 E, 8248135 N, y a una cota promedio de 4092 m.s.n.m. Asimismo, presenta una fuerte topografía que va entre 23 a 45% de pendiente, ocupando unos 1650 m², y un volumen promedio de 1870 m³.

4.1.2.3.1 Estabilización física de los Depósitos de Relaves

Para asegurar la estabilidad de los taludes naturales, se asumen las condiciones más desfavorables durante el período postcierre, como eventos sísmicos y climáticos en el proceso del diseño. Por ello, los estudios se orientan a la estabilidad contra deslizamientos, corrimientos o problemas de derrumbes, ya sean superficiales o profundos.

El proceso del cierre de los depósitos de relaves consiste en establecer las actividades de remoción total que ayuden a mejorar sus impactos en el ambiente, buscando un equilibrio físico, hidrológico y geoquímico; es decir, determinar la superficie final donde los depósitos de relaves se trasladarán y depositarán; además, determinar las obras hidráulicas necesarias para prevenir la contaminación y/o erosión de la superficie final a la remoción, y las coberturas en función de la tipología del material a coberturar para minimizar la generación de

drenaje ácido. La Tabla 19 muestra la condición actual de los depósitos de relaves y las actividades de remediación a realizar.

Tabla 19 Condición Actual y Tipo de Cierre de depósitos de relaves

ID	PAM	Análisis de Estabilidad	Actividades de Remediación
565	Depósito de Relaves	Inestable	Remoción Total al "Depósito de material excedente ID 565 Proyectado" Secado del material de relave.
566		Inestable	Remoción Total al "Depósito de Material Excedente ID 565 Proyectado"

Los depósitos de relaves ID 565 e ID 566, muestran un estado inestable, por lo cual se proyectarán obras civiles, hidráulicas y geoquímicas para su cierre; a continuación, se describe el tipo la estabilización física que se realizará mediante trabajos de movimiento de tierras en corte (remoción total), hasta alcanzar la configuración y superficie final.

4.1.2.3.2 Remoción total, secado y reubicación de Depósitos de Relaves (Tipo R1)

Para definir el tipo de actividad a realizar con los depósitos de relaves se han tomado en consideración los siguientes criterios:

- Estar ubicada en la margen izquierda del cauce de una quebrada.
- Pertenecer a una zona vulnerable a crecidas de las aguas de la quebrada, y lavado del material generador; este criterio es muy importante si se trata de un depósito de relaves generador de drenaje ácido.
- Causar una contaminación visual con un paisaje no acorde a la zona.
- Reducción y recuperación de grandes áreas de contaminación.
- Este tipo de cierre comprende extraer todo el material que conforma dicho depósito de relaves, limpiando completamente la zona, perfilando y revegetando el área si las condiciones lo permiten.

Por tanto, los depósitos de relaves ID 565 e ID 566, serán removidos y trasladados hacia el Depósito de Material Excedente ID 565 proyectado. La Figura N° 17, muestra una sección típica de un depósito de relaves, el cual será removido y trasladado a un depósito de material excedente.

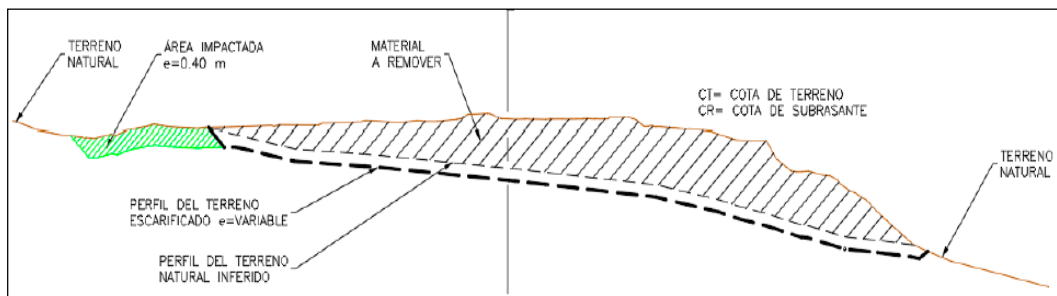


Figura N° 17 Sección típica de remoción y perfilado depósito de relaves

Durante la remoción de los relaves, se debe tener un control operacional que verifica la humedad, y por tanto, se podrán presentar dos escenarios posibles:

- Si el contenido de humedad del relave es **menor o igual** al óptimo contenido de humedad (OCH), se traslada el material hacia el DME proyectado.
- Si el contenido de humedad del relave es **mayor al OCH**, se tiene que reducir la humedad hasta cumplir con el primer escenario.

El procedimiento por seguir para conseguir reducir la humedad, el traslado y disposición final de los relaves; así como, el de colocar cobertura a las áreas de remoción es el siguiente:

1. Acondicionar una plataforma para secado, la cual será una de las terrazas del depósito de relaves existente. Si se usa un área adyacente a ellos, el acondicionamiento de la base se debe realizar mediante la colocación de una capa de material impermeable.
2. Retirar el relave con poca humedad que se encuentra en la plataforma del depósito y trasladarlo a la zona de disposición final (D.M.E. ID 565 Proyectado). Se ha estimado un volumen de 35 000 m³ de material seco, cuya remoción será desde la parte central de cada plataforma, dejando como contingencia los bordes de los taludes a manera de dique de contención.
3. Excavar zanjas drenantes mediante una distribución de espina de pescado para drenar la porción del relave saturado con el fin de evacuar las aguas de escurrimiento en pozas de almacenamiento por cada plataforma (fuera del área de trabajo), para su eliminación y/o utilización en el proceso de conformación del nuevo depósito.

4. Remover la porción de relave que ha perdido humedad por escurrimiento y evaporación, trasladarlo a la zona de secado, y esparcir el material con una excavadora para facilitar la pérdida de humedad. Esta maquinaria trabajará de forma permanente sobre accesos temporales proyectados sobre el relave, y esta conformación será con el material producto de la remoción de los desmontes de mina.
5. Verificar el contenido de humedad del relave utilizando el equipo medidor rápido de humedad *Speedy*. Si se verifica que la humedad está en un rango $\pm 2\%$ del OCH, se podrá ordenar su traslado y colocación en la zona de disposición final. Caso contrario se continúa con el proceso de secado.
6. Una vez retirado el material de relave de la plataforma se debe proceder a retirar el material acumulado en los diques. Este proceso se repite hasta llegar al contacto del relave con el terreno natural.
7. Una vez encontrado el contacto del relave con el terreno natural, se retira una capa de suelo del terreno natural (20 a 40 cm) y se somete al mismo procedimiento de secado. Se coloca una capa de cal espolvoreando la superficie. A continuación, se coloca la capa de cobertura (arcilla, material granular, tierra de cultivo y colocación de pastos nativos).
8. Se debe ejecutar ensayos de próctor estándar y/o modificado por cada tipo de material existente, con una frecuencia indicada por el Supervisor y/o volumen de material removido.

4.1.2.4 Desmonte de Mina

Como consecuencia de las actividades mineras realizadas en la ex U.M. Aladino VI, se generaron desmontes de mina, provocando áreas impactadas, con volúmenes y restos mineros de gran consideración y de características diversas en su mineralogía, que fueron ocasionados principalmente por la explotación de las labores subterráneas.

La estabilización física de desmonte de mina tiene como objetivo asegurar la estabilidad de los taludes asumiendo las condiciones más desfavorables durante el período post cierre, como eventos sísmicos y climáticos en el proceso del diseño.

Tabla 20 Condición Actual y Tipo de Cierre de desmonte de mina

ID	PAM	Análisis de Estabilidad	Actividades de Remediación
8717	Desmonte de mina	Inestable	El cierre físico consiste en la remoción total del material de desmonte, así como la reubicación hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado.
8801		Estable	Debido al tipo de material retirado, el área impactada se impermeabilizará con una capa de arcilla, así mismo debido a la existencia de vegetación en el entorno del PAM, y con el objetivo de mejorar el impacto visual paisajístico, se cubrirá dicha área con material granular, topsoil y se realizará la siembra con especies nativas. Finalmente se construirá una zanja de coronación temporal, que protegerá la zona remediada del componente, a fin de evitar la erosión producida por las escorrentías.
15040		Estable	
8804-B		Inestable	Los desmontes generadores ID 8804-B e ID 8804-C se removerán hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado. Así mismo el área impactada del desmonte ID 8804-B se impermeabilizará con una capa de arcilla, seguido de una capa granular, una capa de topsoil y se realizará la siembra con especies nativas. Se ponen en
8804-C		Inestable	menção que existe una superposición entre el área impactada del desmonte ID 8804-C con la del D.M.E. ID 565 Proyectado, por lo que su cierre geoquímico se verá reflejado en el cierre de este último.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.4.1 Remoción total y reubicación de Desmonte de mina (Tipo D1)

Para definir el tipo de actividad a realizar con los desmontes de mina se han tomado en consideración los siguientes criterios:

- Estar ubicada en el cauce de una quebrada.
- Pertenecer a una zona donde no es posible hacer las obras de protección de las escorrentías; este criterio es muy importante si se trata de un desmonte de mina generador de drenaje ácido.
- Causar una contaminación visual con un paisaje no acorde a la zona.
- Elevado costo de remediación in situ.

Este tipo de cierre comprende extraer todo el material que conforma dicho desmonte de mina limpiando completamente la zona, perfilando y revegetando el área si las condiciones lo permiten. Los desmontes de mina serán removidos y trasladados hacia el desmonte de mina D.M.E. ID 565 Proyectado. La Figura N° 18, muestra una sección típica de un desmonte de mina.

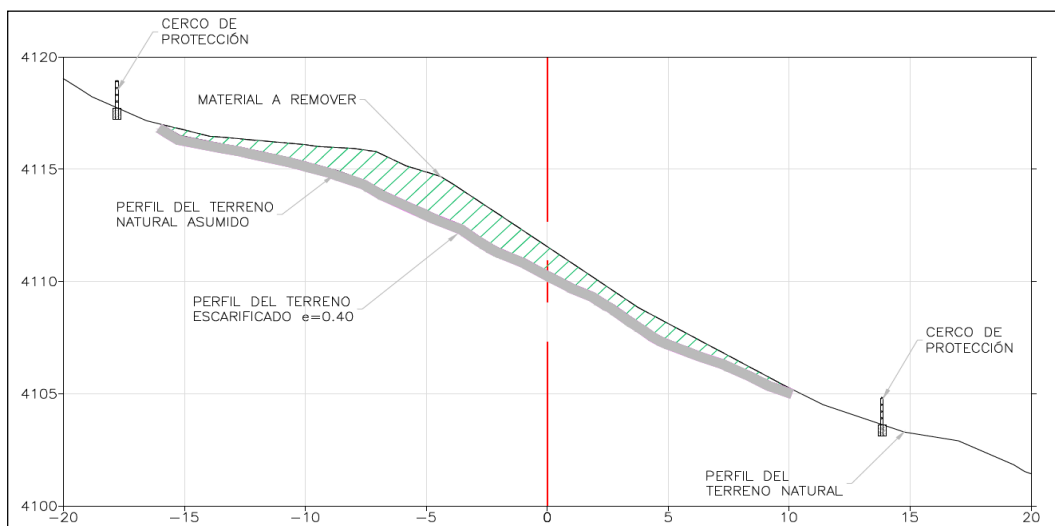


Figura N° 18 Sección típica de remoción y perfilado desmonte mina

4.1.2.5 Área de Material de Préstamo

Durante la evaluación de campo en las ex U.M. Aladino VI se determinó que para la utilización de materiales como agregados se adquirirán a proveedores autorizados, sin embargo, se contemplan los criterios de cierre y remediación de las canteras de topsoil a utilizar. En el siguiente cuadro se describen las medidas de cuidado

Tabla 21 Cuidado y mantenimiento de Canteras

Cantera	Área (m ₂)	Volumen (m ³)	Medidas de Cuidado	Tipo de Mantenimiento
Canteras de Topsoil	120860	24172	Evitar posibles empacamientos en la zona removida.	Inspecciones visuales, relleno de grietas y fisuras y aplicación periódica de fertilizantes
Cantera de Arcilla	24075	18750	Perfilar las laderas de la cantera, para evitar posibles derrumbes o desprendimientos. No se profundizará la cantera más allá de lo recomendado, para que su recuperación sea gradual.	

La cantera de arcilla se encuentra por debajo de la proyección del D.M.E. ID 565, por lo que preliminarmente a la acumulación se deberá realizar un corte de 1,00 m de material orgánico y maleza hasta llegar a la capa de material arcilloso, extrayéndose el volumen necesario para el cierre total de los componentes y acumulándolos temporalmente en 02 zonas. La figura N° 19, muestra las ubicaciones de depósitos temporales tanto para arcillas o como para topsoil.

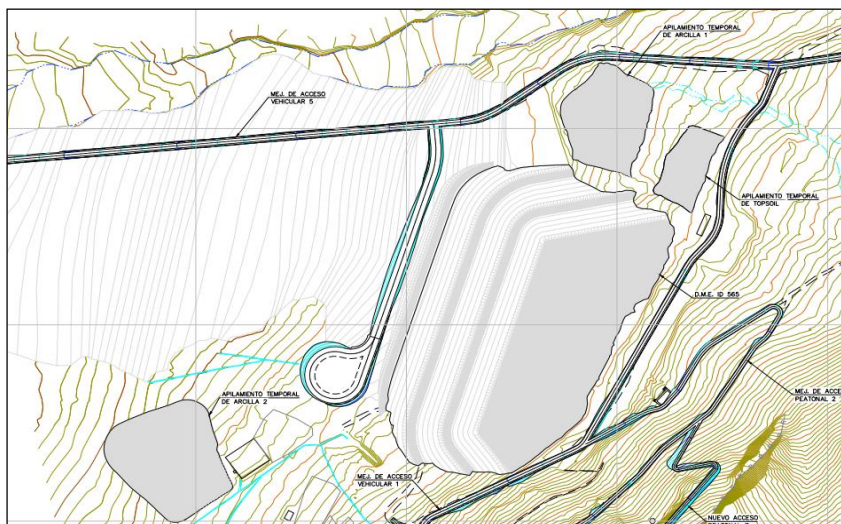


Figura N° 19 Ubicación zonas de material de préstamo

4.1.2.6 Depósito de Material Excedente ID 565

El “DME ID 565 proyectado” será estabilizado físicamente mediante trabajos de movimiento de tierras en el área de emplazamiento. La configuración de la estructura será mediante el método de taludes, banquetas y plataformado. Asimismo, considera la cobertura con material impermeable (arcilla), material granular y topsoil. El área del DME se revegetará con especies nativas del lugar.

El procedimiento para la conformación del DME ID 565 es el siguiente:

- **Limpieza y desbroce de la cobertura vegetal**, estos suelos deben ser removidos en su totalidad (apilándose estos en el depósito temporal de topsoil); para luego ser reutilizados estos en la cobertura de las áreas remediadas y proyectadas.
- **Remoción y limpieza total del suelo afectados**, estos suelos deben ser removidos en su totalidad (incluido el área de relaves dispersos y su escarificado); este material será acopiado en las áreas de los depósitos de relaves existentes para luego ser transportados al DME ID 565 proyectado para su cobertura final.
- **Conformación del dique de arranque**, se procederá a conformar el DME ID 565 proyectado con material de afirmado proveniente de canteras, desde la subrasante de los cortes de la cimentación, previamente adecuado para el empotramiento de la estructura de arranque, en capas de 0,50 m, y será compactado hasta alcanzar el grado de compactación

de 95% de la MDS y $\pm 2\%$ del OCH, hasta alcanzar la cota y talud de diseño. La Figura N° 20, muestra una sección del dique de arranque.

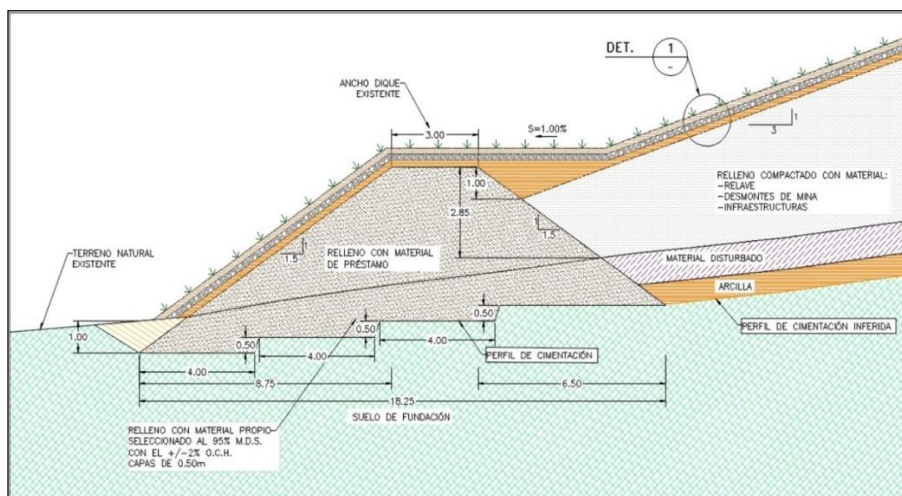


Figura N° 20 Conformación Dique de Arranque

Fuente: MINEM, 2019

- **Conformación del depósito de relaves proyectado**, se procederá a conformar el DME ID 565 proyectado con el material proveniente de los cortes, material relave, desmontes e infraestructuras; se conformará en capas de 0,50 m y será compactado hasta alcanzar el grado de compactación adecuado, así como la configuración final de diseño (cotas y taludes de diseño). La Figura N° 21, muestra una sección típica del DME ID 565.

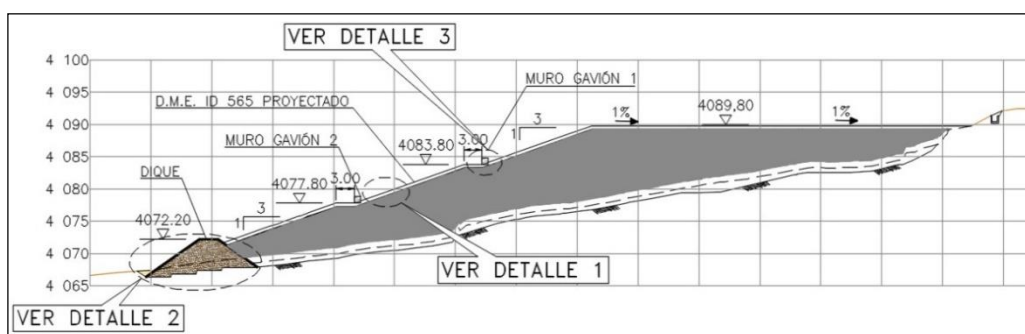


Figura N° 21 Sección Típica del DME ID 565

Fuente: MINEM, 2019

- **Estabilización hidrológica y geoquímica**, perimétricamente, se construirán canales de coronación, muros de gaviones, y se colocará una

cobertura. Para el caso del D.M.E. ID 565 Proyectado, se usará adicionalmente una capa de cobertura Tipo I.

La Tabla 22 presenta el resumen de movimientos de tierra para el DME ID 565 proyectado.

Tabla 22 Resumen Movimiento de Tierras DME ID 565

ID	Componente	Área (m ²)	Volumen de Corte (m ³)	Volumen de Diseño (m ³)	Talud H:V	Cota final
565	DME Proyectado	24075	42612	145863	3:1	4089

Fuente: Elaboración Propia

Para los trabajos de conformación del D.M.E. ID 565, se proyectará la construcción de accesos para tránsito de equipos pesados, de transporte de material y de movimiento de tierras; el cual tendrá ancho de plataforma de 3 m, con pendientes de hasta 13% y radios de giro de 8 m. La Figura N° 22, muestra las distancias de transporte de los relaves hacia el DME ID 565.

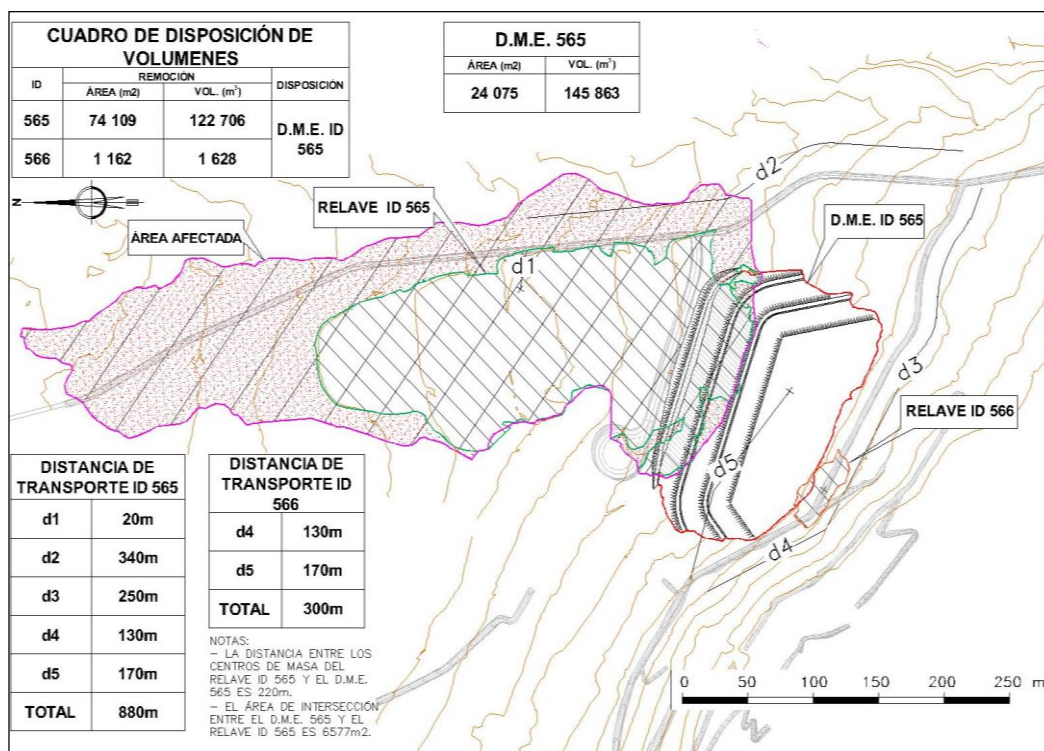


Figura N° 22 Distancia de transporte para remoción de relaves

4.1.2.6.1 Análisis de Estabilidad DME ID 565

Para evaluar la estabilidad de los taludes del DME ID 565- Proyectado se ha realizado cálculos de estabilidad de taludes por el método de equilibrio limite el

cual ha sido aplicado a las secciones más críticas del depósito, y los parámetros de resistencia han sido definidos según el modelo geotécnico del DME.

Para definir los parámetros se han tomado en cuenta los ensayos de campo, los resultados de laboratorio y las correlaciones sustentadas en la literatura existente. La presenta los parámetros de los materiales en el DME ID 565.

Tabla 23 Propiedades de Materiales DME ID 565

ID	Componente	Estrato	γ_{total} (KN/m ³)	C' (KPa)	ϕ' (°)
565	DME Proyectado	Material del DME	18	5	30
		Dique de arranque	20	0	34
		Terreno fundación	15	35	10.5
		Basamento Rocoso (limolitas)	23.5	100	30
		Enrocado	19	0	40

Para el presente análisis mediante el software Slide, se ha utilizado el Método de Spencer empleando dovelas para el cálculo de superficies de falla. La superficie de falla crítica es definida como aquella que proporciona el menor factor de seguridad, y fue encontrada en forma interactiva modificando las condiciones de búsqueda de la misma evaluándose superficies de falla circulares y por bloque.

Los criterios de diseño están basados en las recomendaciones de la guía ambiental para la estabilidad de taludes de depósitos de desechos de mina del MINEM y de las agencias United States Society of Dam (USSD), United States Bureau of Reclamation (USBR). En el análisis se consideraron los siguientes factores mínimos de seguridad:

- Mínimo factor de seguridad estático a largo plazo igual a 1,5;
- Mínimo factor de seguridad estático a corto plazo igual a 1,3;
- Mínimo factor de seguridad Pseudo-estático igual a 1,0.

El análisis de estabilidad física se efectúa considerando:

- El análisis de estabilidad física de taludes ha considerado las condiciones más críticas representadas por la sección de mayor pendiente del terreno y mayor altura.
- Los análisis de estabilidad física de taludes en condición estática y pseudo-estática se realizaron considerando un modelo geotécnico estratificado,

constituido por material de: DME, dique, enrocado, material de fundación (arcilla), basamento rocoso (limolitas) y cobertura (arcilla y topsoil).

- El análisis de estabilidad ha considerado la existencia de superficies de falla tipo circular y bloque para evaluar la estabilidad del talud del DME ID 565-Proyectado, donde corresponda.
- Para el caso del coeficiente sísmico se ha tomado como el 50% de la PGA. Lo que corresponde a 0,14 g.

En la Tabla 24 se presenta los resultados de la estabilidad física del DME ID 565.

Tabla 24 Resultados de Análisis de Estabilidad Física DME ID 565

Componente	Descripción Talud	Tipo de Falla	Condición	Factor Seguridad	
				Estático	Pseudoestático
DME Proyectado ID 565	Ancho de banco: 3,0 m	Circular	Estabilidad Global	1,92	1,24
	Altura inter banco: 6,0 m	Circular	Bancos Intermedios	1,93	1,27
	Altura total: 21,0 m	Bloque	Estabilidad Global	1,75	1,15
	Talud inter banco: 3,00:1 (H:V) Talud global:3,33:1 (H:V)	Circular	Estabilidad Dique	2,59	1,88

Para el caso de las coberturas, Quispe (2020) concluye que el uso de geomallas o geoceldas es necesario para sistemas de coberturas sobre taludes más empinados a 2,0H:1V.

4.1.3 Estabilidad Geoquímica

La estabilidad geoquímica de los PAM se garantiza mediante la estabilidad física, hidrológica, así como una cobertura que minimice el contacto de alguno de los agentes formadores de DAR con los materiales almacenados en el DME ID 565.

4.1.3.1 Coberturas para la estabilidad geoquímica

Para la selección del tipo de coberturas se considera la calidad del material a ser cubierto. Los tipos alternativos de coberturas son:

TIPO I: Utilizada cuando los PAM son potenciales generadores de DAR, y tiene la finalidad de impermeabilizar la superficie de relleno. Se utilizará para terrenos con taludes iguales o menores a 2H : 1V o 27° y que posean poca superficie.

Esta cobertura consiste en impermeabilizar el material residual por una primera capa de material impermeable (arcilla), la cual deberá estar compactada, a fin de

garantizar el encapsulamiento total del material residual, seguido de una segunda capa de material granular (filtro, piedra chancada o roca caliza) y finalmente una tercera capa de suelo orgánico (tierra de cultivo).

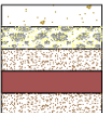
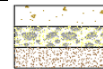
TIPO II: Utilizada cuando los PAM son potenciales generadores de DAR, y tiene la finalidad de impermeabilizar la superficie de relleno. Se utilizará para terrenos con taludes iguales o menores a $2H : 1V$ o 27° y que posean gran superficie, que requieran reconformar los taludes con banquetas.

Esta cobertura consiste en impermeabilizar el material residual por una primera capa de material impermeable (arcilla), seguido de una segunda capa de material granular (filtro, piedra chancada o roca caliza) y finalmente una tercera capa de suelo orgánico (tierra de cultivo).

TIPO III: Utilizada cuando los PAM que no son generadores de DAR, y tiene la finalidad de impermeabilizar la superficie de relleno. Se utilizará para terrenos con taludes iguales o menores a $2H : 1V$ o 27° . Esta cobertura consiste en la aplicación de una capa de suelo orgánico (tierra de cultivo).

La Tabla 25 muestra los tipos de cobertura y un esquema para asegurar la estabilidad geoquímica de los componentes.

Tabla 25 Coberturas para estabilidad geoquímica

Cobertura	Características		Componentes
TIPO I	Relleno Generador	 TIERRA DE CULTIVO ($e=0,20$) MATERIAL GRANULAR ($e=0,20$) ARCILLA ($e=0,20$) MATERIAL GENERADOR DAR ARCILLA ($e_{min}=0,20$)	DME Proyectado
TIPO II	Superficie en remoción generador	 TIERRA DE CULTIVO ($e=0,20$) MATERIAL GRANULAR ($e=0,20$) ARCILLA ($e=0,20$)	Relaves y desmonte de mina
TIPO III	Superficie en remoción no generador	 TIERRA DE CULTIVO ($e=0,20$)	Desmonte de mina

Fuente: MINEM, 2019

Para el caso de las coberturas Tipo II, para superficie de suelos removidos con presencia de DAR, se debe colocar caliza (2" de espesor). Esta capa carbonatada se encargará de mitigar o reducir la acidez en el componente.

4.1.3.2 Características de las capas de cobertura

Material Orgánico o Topsoil: La capa de este material será de 0,20 m de espesor. Debido a la profundidad de las raíces de las especies a sembrar; este material

será el sustento de las especies vegetales seleccionadas para el diseño del sistema de revegetación sobre los diversos componentes cerrados.

Material Granular: tiene la función de filtro y drenaje de las aguas que pudieran atravesar la capa de tierra de cultivo o topsoil; por medio de un sistema de captación, se derivarán las aguas fuera del depósito de desmonte impermeabilizado, evitando su acumulación en la zona remediada.

Arcilla: es un material constituido por agregados de silicatos de aluminio hidratados; es de color blanco en estado puro y al mezclarse con el agua forma un material muy plástico. La aplicación de este material es para asegurar la impermeabilización del material generador de drenaje ácido, los cuales han sido determinados según los análisis de PNN. La capa de este material será de 0,20 m de espesor.

4.1.3.3 Estabilidad Geoquímica de residuos mineros

Para garantizar la estabilidad geoquímica en el tiempo del cierre de los residuos emplazados se han considerado los siguientes criterios los cuales se aplicarán al PAM en función del tipo de cierre propuesto para garantizar la estabilidad física del PAM. Los criterios son:

- Criterio 1. Caracterización geoquímica del residuo (DAR)
- Criterio 2. Tipo de cierre del residuo que garantice la estabilidad física
- Criterio 3. Presencia de agua superficial o subsuperficial
- Criterio 4. Talud del terreno de emplazamiento de los residuos.

En la Tabla 26 se presentan las actividades a realizar para la adecuada estabilidad geoquímica de los componentes de residuos mineros.

Tabla 26 Estabilidad geoquímica en residuos mineros

ID	Componente	Condición actual	Actividades de cierre	Tipo de Cierre	
565	Relave	Generador (DAR)	El cierre físico consiste en la remoción total del material de relave. Debido al tipo de material retirado, el área impactada se impermeabilizará con una capa de arcilla.	II	Arcilla
566			Así mismo debido a la existencia de vegetación en el entorno del PAM, se cubrirá dicha área con material		+ Material Granular + Top Soil + Revegetación

ID	Componente	Condición actual	Actividades de cierre	Tipo de Cierre	
			granular, topsoil y se realizará la siembra con especies nativas.		
8717	Desmante de Mina	Generador (DAR)	El cierre físico consiste en la remoción total del material de desmante. Debido al tipo de material retirado, el área impactada se impermeabilizará con una capa de arcilla, así mismo debido a la existencia de vegetación en el entorno del PAM, y con el objetivo de mejorar el impacto visual paisajístico, se cubrirá dicha área con material granular, topsoil y se realizará la siembra con especies nativas.	II	Arcilla + Material Granular + Top Soil + Revegetación
8801					
15040					
8804 - B			El cierre físico consiste en la remoción total del material de desmante. El área impactada del desmante ID 8804-B se impermeabilizará con una capa de arcilla, seguido de una capa granular, una capa de topsoil y se realizará la siembra con especies nativas. Se ponen en mención que existe una superposición entre el área impactada del desmante ID 8804-C con la del D.M.E. ID 565 Proyectado, por lo que su cierre geoquímico se verá reflejado en el cierre de este último.		
8804 - C					
565	DME	Generador (DAR)	El cierre físico inicia con la limpieza y desbroce de la cobertura vegetal, removidos en su totalidad. Luego de ello inicia la construcción del sistema de subdrenaje sobre el área arcillosa con el objetivo de evitar la infiltración subsuperficial. Se conforma el dique de arranque, y luego D.M.E. ID 565 con el material proveniente de los cortes, material relave (seco), desmontes e infraestructuras; siguiendo la configuración final de diseño (cotas y taludes de diseño). Se culmina con la construcción de dos canales de coronación. El recubrimiento de toda el área con arcilla (acopiado), material granular, topsoil y se realizará la siembra con especies nativas.	I	Arcilla en Base + Material Generador + Arcilla + Material Granular + Top Soil + Revegetación

4.1.3.4 Estabilidad Geoquímica de instalaciones de Procesamiento y otras infraestructuras

Para el caso de las instalaciones de procesamiento y otras infraestructuras se utilizan los mismos criterios que para los residuos mineros. Debido a ello, se evaluó geoquímicamente el macizo rocoso de las instalaciones de procesamiento a través de muestras representativas en las dos (02) plantas de procesamiento y una (01) infraestructura como se menciona el ítem 3.3.2.5. En la Tabla 27 se presentan las actividades a realizar para la estabilidad química de las instalaciones de procesamiento e infraestructuras.

Tabla 27 Estabilidad Geoquímica en instalaciones e infraestructuras

ID	Componente	Condición actual	Actividades de cierre	Tipo de Cierre	
8716	Infraestructura A, D y E	No Generador	El cierre físico consiste en la demolición de las Infraestructuras. Debido al tipo de material retirado es no generador, así como la existencia de vegetación en el entorno del PAM, se cubrirá con topsoil y se realizará la siembra con especies nativas.	III	Top Soil + Revegetación
	Infraestructura B y C		El cierre físico consiste en la demolición de las Infraestructuras. Debido a que las áreas impactadas están superpuestas con el D.M.E. ID 565 Proyectado, su cierre geoquímico e hidrológico se verá reflejado en el cierre de este último.	-	Incluido en el cierre del DME ID 565 Proyectado.
567	Planta de procesamiento	Generador (DAR)	El cierre físico consiste en la demolición de las Infraestructuras. Al encontrarse las áreas impactadas superpuestas con el área del D.M.E. ID 565 Proyectado, su cierre geoquímico e hidrológico se verá reflejado dentro de las actividades de cierre del D.M.E.	-	Incluido en el cierre del DME ID 565 Proyectado.
8806	Planta de procesamiento	No Generador	El cierre físico consiste en la demolición de las Infraestructuras. Debido a la existencia de vegetación en el entorno del PAM, se cubrirá dicha área con topsoil y se realizará la siembra con especies nativas.	III	Top Soil + Revegetación

4.1.4 Estabilidad Hidrológica

El sistema de manejo de aguas comprende las obras hidráulicas que ayudan a garantizar la estabilización hidrológica de la zona donde se efectúan las actividades de cierre; las obras de derivación y drenaje de aguas superficiales consisten en canales de coronación, cajas colectoras, obras de descarga, dren en gavión y otras que deben estar ubicadas y dimensionadas de tal manera que corrijan los cursos actuales de las aguas de escorrentía evitando problemas de erosión e inundación en caso de presentarse eventos hidrológicos extremos.

En general, se han dividido las obras hidráulicas de estabilidad hidrológica en dos grupos.

Las zanjas de tipo temporal, las cuales constan de zanjas de coronación (Tipo I y II) de tierra o roca y canales de coronación (Tipo III) con periodo de retorno de diseño de 25 años, y que servirán en su mayoría para proteger de excesiva escorrentía las áreas que quedarán descubiertas. La Figura N° 23, Figura N° 24 y Figura N° 25, muestran las secciones típicas de zanjas temporales

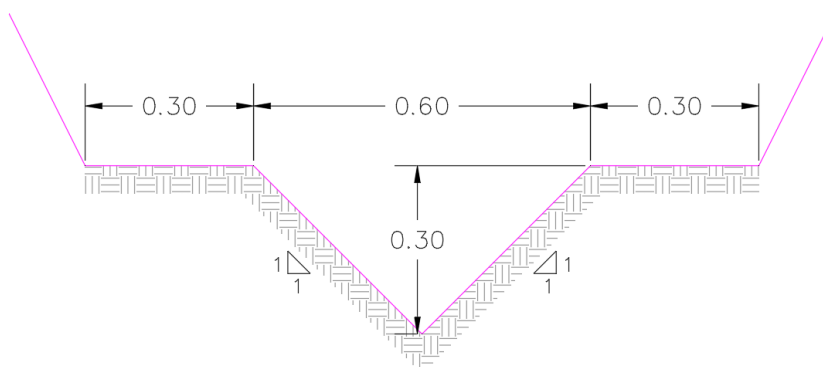


Figura N° 23 Zanja de coronación temporal – Tipo I

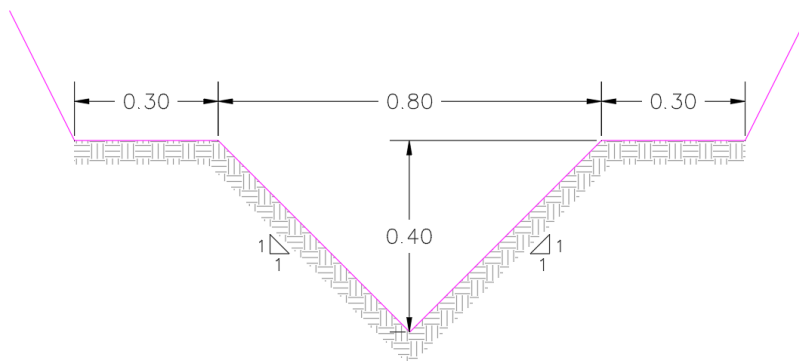


Figura N° 24 Zanja de coronación temporal – Tipo II

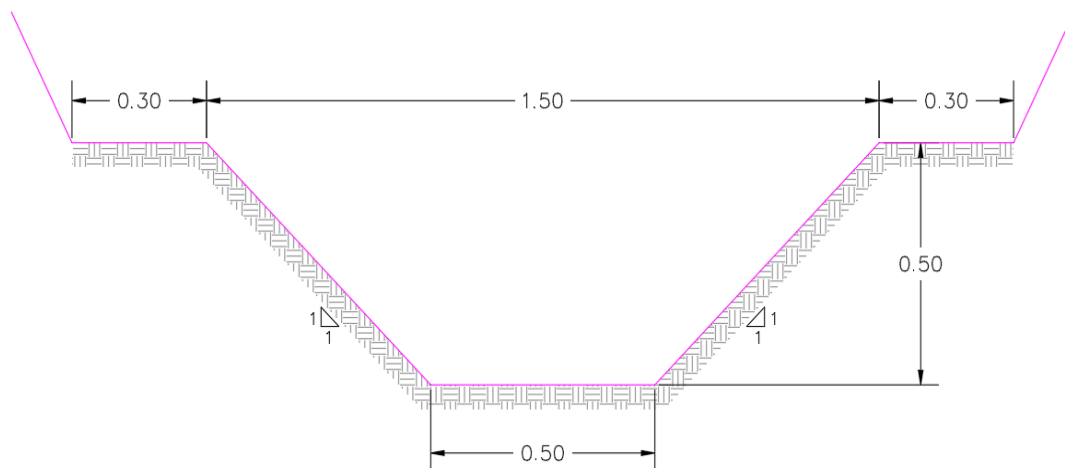


Figura N° 25 Canal de coronación temporal – Tipo III

Las zanjas de tipo permanente son aquellas obras hidráulicas que servirán para evacuar las aguas de desmontes, relaves que han sido removidos y D.M.E, para ellos serán necesarias obras de carácter permanente, como canales de coronación, el periodo de retorno de diseño es de 200 años para estas obras.

La Figura N° 26, muestra la sección típica de una zanja de coronación permanente cuyo material es de concreto armado.

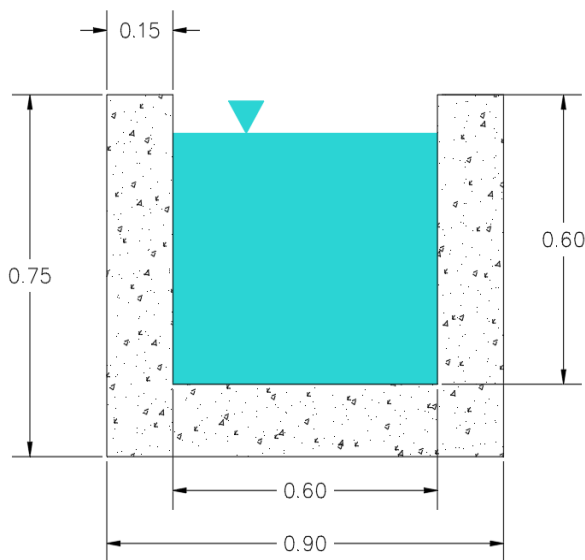


Figura N° 26 Canal de concreto armado – Tipo IV

4.1.4.1 Criterios de estabilización hidrológica por PAM

Desmonte de Mina: La estabilidad física de las zonas donde se encuentran los desmontes comprende la remoción total y traslado hacia el DME proyectado. La obra de estabilidad hidrológica contempla proteger las zonas con revegetación por

medio de zanjas de tierra, a fin de permitir la adaptación de la especie vegetal al terreno.

Depósito de Relaves y D.M.E.: La estabilidad física de las zonas donde se encuentran los relaves comprende la remoción total hacia el depósito de relave proyectado. Para el caso de la remoción del Área afectada se contempla proteger las zonas con revegetación, pero por estar en una cuenca cerrada, no es necesario realizar obras de estabilidad hidrológica permanente, mientras que para el caso del relave proyectado se consideran obras de carácter permanente, tales como canales de coronación de concreto, así como estructuras de entrega. El sistema de manejo de aguas está adecuado a los criterios de estabilidad física de taludes y de las coberturas, se ha considerado un apropiado sistema de drenaje que permita evacuar el agua que precipita directamente sobre los taludes evitando así los problemas de erosión que pueden afectar los trabajos de cobertura y revegetación colocados sobre la superficie del depósito de relave, luego de las obras de estabilización física.

Otras Infraestructuras: La estabilidad física de las zonas donde se encuentran las infraestructuras comprende la demolición y eliminación de materiales. Para este caso no se contempla la ejecución de obras de drenaje, debido a que el área que ocupaban será el área de emplazamiento del depósito de relaves proyectado.

La Tabla 28 presenta las actividades a realizar para la estabilidad hidrológica de los componentes.

Tabla 28 Estabilidad Hidrológica en PAM

ID	Componente	Actividades de cierre	Tipo de Cierre	
565	Depósito de Relaves	Depósito de relaves conformado por material generador, se plantea para las actividades de cierre: Incluir un canal de coronación aguas arriba	IV	Canal de Coronación
566		Depósito de relaves conformado por material generador, se plantea para las actividades de cierre: Incluir una zanja de coronación aguas arriba.	III	Canal de Coronación
8717	Desmonte de Mina	Desmonte de mina, se propone como actividades de cierre: Incluir una Zanja de Coronación aguas arriba	I	Zanja de Coronación
8801		Desmonte de mina, se propone como actividades de cierre: Incluir una Zanja de Coronación aguas arriba.	I	Zanja de Coronación

ID	Componente	Actividades de cierre	Tipo de Cierre	
15040		Desmonte de mina, se propone como actividades de cierre: Incluir una Zanja de Coronación aguas arriba (incluida en la cuneta del acceso vehicular mejorado.	II	Zanja de coronación
8804 - B		Desmonte de mina, se propone como actividades de cierre: Incluir una Zanja de Coronación aguas arriba.	I	Zanja de coronación
8804 - C		Formará como parte de las actividades de cierre del DME ID 565.	-	-
8716	Infraestructura	Infraestructuras (05), se plantea como actividades de cierre: Coberturar y revegetar	-	-
567	Planta de procesamiento	Infraestructura utilizada como planta de procesamiento, su cierre se contempla con el DME ID 565.	-	-
8806		Infraestructura artesanal. Se plantea como actividades de cierre: Incluir zanjas de coronación sobre las áreas revegetadas.	I	Zanja de coronación

4.1.5 Establecimiento de la Forma del Terreno

La ejecución de obras comprenderá entre sus actividades una serie de medidas que buscarán el establecimiento de las formas naturales del terreno. Entre las actividades a realizar para el establecimiento de las formas del terreno, se tiene la estabilización de taludes, el perfilado y nivelación del terreno y las obras de drenaje.

En cuanto a las restricciones al uso de las tierras, posterior a su rehabilitación, estarán condicionadas principalmente al tiempo necesario de remediación ambiental que necesiten para alcanzar o acercarse a sus propiedades iniciales características; de tal forma que el grado de estabilidad física, geoquímica, hidrológica y biológica alcanzado sea compatible con el esperado y sobre todo con el uso de la tierra que tenía antes de la actividad minera.

Cabe señalar que se restringirá el acceso de personas y las actividades de pastoreo; a través de medidas de aislamiento físico como barreras naturales o cercos perimetrales, y señalización, mientras dure y se garantice lo anteriormente descrito.

4.1.6 Revegetación

La cobertura y revegetación están entre las actividades finales contempladas dentro del proceso de remediación del PAM. Su propósito es restituir la cubierta

vegetal de forma permanente a suelos desnudos o degradados, contribuyendo a la restauración del paisaje de las zonas alteradas por los pasivos ambientales mineros, además de evitar la erosión del suelo. Es importante señalar que la implementación de la revegetación depende del uso que se le va a dar a la tierra, además de ayudar a prevenir el drenaje ácido mediante la colocación de una cobertura impermeabilizante.

Los objetivos del sistema de cobertura y revegetación son:

- Mitigar o prevenir la erosión de los taludes y plataformas de los PAM.
- Prevenir la descarga de sedimentos a los cursos de agua.
- Prevenir la posible falla de los taludes.
- Reducir la infiltración de agua y la generación de drenaje ácido.

La distribución natural de las plantas es controlada principalmente por el clima, y como factores secundarios, tenemos a los provenientes del suelo. La apropiada selección de especies para la revegetación es de vital importancia para establecer exitosamente una comunidad de plantas deseada.

La elección de las especies para revegetar debe tener en cuenta los siguientes principios básicos:

- Uso final de la tierra después de las operaciones mineras.
- Capacidad de adaptación y establecimiento de las especies bajo las condiciones de crecimiento de la zona de estudio (capacidad de obtener semillas o esquejes, velocidad de crecimiento, nivel de certeza de la plantación, período de lluvias, etc.).
- Adaptabilidad a climas extremos (tolerancia a la sequía, temperaturas extremas y vientos fuertes).
- Adaptabilidad a las condiciones del suelo (relaciones agua - suelo, tolerancia a la salinidad, pH desfavorable, toxicidad, deficiencia de nutrientes).
- Protección de la cuenca hidrográfica contra la erosión (estructura y velocidad de crecimiento bajo tierra, velocidad de extensión de la cobertura vegetal).
- Adaptabilidad a condiciones diversas (persistencia, compatibilidad con otras especies, resistencia a enfermedades y plagas, costo de mantenimiento).

No se cuenta con información sobre el uso del suelo y la presencia de especies de flora, antes del inicio de las actividades que han dado origen a los pasivos ambientales mineros. Sin embargo, por las condiciones climáticas, edáficas y topográficas del área de influencia e información posterior se infiere que, en su mayoría de ellos, estaba conformada por pastos y un menor número carecía de cubierta vegetal debido a su ubicación altitudinal y características edáficas.

Según la evaluación realizada en ambas épocas (seca y húmeda), se reporta una elevada abundancia de las especies *Jarava ichu* y *Festuca dichoclada* pertenecientes a la formación vegetal Pajonal; estas presentan una buena distribución; además, existen áreas específicas con ejemplares en buen estado (desarrollados completamente y vigorosos), las que servirían como fuente de porciones de macollos para revegetar áreas desnudas. Según el proceso de sucesión ecológica, migración y competencia, las áreas desnudas entre macollos trasplantados serán pobladas inicialmente por especies herbáceas anuales oportunistas (malezas), después se irán estableciendo herbáceas perennes y casi arbustivas; así hasta llegar a un equilibrio limitado por las condiciones externas (climática, ecológicas, urbanas y otras).

Cuando se realice la revegetación y durante el tiempo que dure el monitoreo postcierre se colocará señalización en las áreas a recuperar. Esta señalización será de tipo informativo que indique que está en proceso de monitoreo, a fin de evitar el posible pastoreo, hasta que no se compruebe que se encuentre físico, hidrológico y geoquímicamente estable.

4.1.7 Rehabilitación de Hábitats Acuáticos

De la evaluación hidrológica, el área de la ex U.M. Aladino VI se encuentra en la Unidad Hidrográfica del Titicaca, y específicamente, en la cuenca media-alta del río Illpa. El curso principal de agua en la zona de estudio, probable cuerpo receptor directo de los principales componentes es la quebrada Chactani (ubicada en la cabecera de la cuenca del río Illpa), que aguas abajo de la zona de estudio toma el nombre de quebrada Tocsalla, y es tributaria del río Quipache, el mismo que se convierte en el río Vilque y luego en el Yunco. Luego los ríos Yunco y Pongone forman el Illpa.

Así mismo, la cuenca Chactani es la cuenca de estudio donde se encuentran los principales tributarios, y en las que se ubican los PAM de la ex U.M. Aladino VI.

Esta cuenca se ha subdividido en las siguientes cuencas donde se ubican específicamente los pasivos ambientales del proyecto:

- Cuenca A: Ubicada sobre la margen izquierda de la quebrada Chactani, sobre la parte media de la cuenca se encuentran algunos pasivos, y además, presenta flujo estacional.
- Cuenca B: Localizada sobre la margen izquierda de la quebrada Chactani, aguas arriba de la Cuenca A, colindante con ella; sobre la parte baja de la cuenca se encuentra el único pasivo en ella, el MB-15038; asimismo, presenta flujo estacional.
- Intercuenca A: Ubicada sobre la margen izquierda de la quebrada Chactani, drena directamente sobre ella, y se encuentra entre las cuencas A y B. En esta Intercuenca se ubica la mayoría de pasivos ambientales del estudio, siendo la zona de mayor impacto ambiental.

De acuerdo a la evaluación realizada en la Línea de Base Biológica, los hábitats acuáticos son de carácter estacional por tener el área de estudio únicamente caudales en temporada de lluvias que no son suficientes para mantener unos hábitats acuáticos permanentes.

Con las medidas de estabilidad física, hidrológica, geoquímica y revegetación, se prevé no afectar los cursos de agua, y por ende los hábitats acuáticos, dado que con las obras proyectadas se alcanzará la estabilidad física, evitando deslizamientos, corrimientos o problemas de derrumbes superficiales o profundos, que pudiesen afectar los cursos de aguas. Asimismo, con el diseño de las coberturas se impermeabilizarán los pasivos que sean generadores de acidez, y que serán revegetados evitando así afectar los cursos de agua.

4.1.8 Programas Sociales

Los programas sociales planteados son un instrumento de gestión sistemática, continua, ordenada e integral; y están alineados con las percepciones y expectativas de la población y grupo de interés del área de influencia directa.

Los programas se enfocan en los siguientes ejes: información y promoción de la participación ciudadana, capacitación en temas ambientales, monitoreo participativo y apoyo al desarrollo local.

4.1.8.1 Programa de Generación de ingresos

Se promoverá la contratación temporal de mano de obra no calificada local, la cual se dará a través de las empresas contratistas encargadas. El contratista priorizará la contratación de mano de obra no calificada de los centros poblados del ámbito de intervención, de acuerdo a las necesidades del mismo, en el marco de la legislación laboral vigente; siempre y cuando los postulantes cumplan los requisitos laborales exigidos.

Como parte de las medidas adoptadas del programa de generación de ingresos se tiene:

- Contratación de mano de obra local en el área de influencia, vía la canalización de los puestos disponibles a través de las autoridades locales.
- Minimizar las expectativas locales con relación a empleos, informando adecuadamente de las reales necesidades de demanda de mano de obra y la temporalidad de la misma (5 años). Para ello, se comunicará claramente las oportunidades limitadas de trabajo a fin de manejar adecuadamente las expectativas referentes a este asunto. Esto incluirá una clara explicación sobre las posiciones de trabajo disponibles y la duración de este trabajo.
- Se dará preferencia a los miembros de las poblaciones del área de influencia de los PAM.
- Para la selección de personal local, previamente se solicitará a las autoridades locales competentes que realice las inscripciones de los candidatos y reúna sus hojas de vida o antecedentes laborales y de formación profesional. Entre estos candidatos, se promoverá que las empresas contratistas seleccionen personal siempre que reúnan los requisitos técnicos previstos y superen las pruebas de selección
- Se comunicará las condiciones y restricciones laborales que aplicará para la contratación de trabajadores locales. Se explicará cuántos trabajadores se contratará, por cuánto tiempo, el tipo de experiencia requerida y las condiciones laborales. Se difundirán dichas condiciones y restricciones por los medios de comunicación más utilizados en cada localidad.

4.1.8.2 Programa de capacitación en temas ambientales mineros

El programa de capacitación sobre temas ambientales mineros busca informar a la población sobre aspectos relacionados al cierre de PAM, y específicamente, las

actividades que se realizarán para el cierre de la ex U.M. Aladino VI. Asimismo, el programa busca sensibilizar y concientizar a la población del área de influencia acerca de la importancia de la conservación y protección ambiental.

Para realizar dicho programa se han generado las siguientes estrategias:

Afiche y material informativo: La publicación de boletines, trípticos, afiches informativos, o cualquier otro instrumento impreso que facilite la comprensión del tema a los asistentes a las capacitaciones.

Charla 5 minutos: Estas charlas están orientadas al personal de obra, en las cuales se expondrán los cuidados que deberán tener los trabajadores para con el medio ambiente y su salud incidiendo en el uso adecuado de los equipos e implementos de protección personal.

Capacitaciones: Están dirigidas a la población de Cari Cari. Las capacitaciones ayudarán a que la información divulgada llegue de forma adecuada y sin distorsiones, evitando la generación de expectativas, temores entre la población y conflictos de origen social, generando confianza en la población mediante el diálogo, apertura y acceso a la información oportuna y transparente.

Las cinco (05) capacitaciones que se realizarán, y que fueron consideradas en los medios fundamentales del proyecto, son las siguientes:

- Capacitación 1: Cierre de Pasivos Ambientales Mineros; se dará a conocer a la población en qué consiste el cierre de PAM, y específicamente, acerca del desarrollo de las actividades durante la ejecución de las obras de cierre.
- Capacitación 2: Responsabilidad personal sobre protección ambiental; donde se buscará sensibilizar a la población respecto al compromiso con el cuidado del medioambiente.
- Capacitación 3: Contaminación de agua, aire y suelo; donde se buscará concientizar a la población sobre los efectos de la contaminación de estos componentes.
- Capacitación 4: Mantenimiento de los pasivos ambientales mineros; donde se capacitará a la población sobre las actividades que se realizarán durante las etapas de postcierre de los pasivos, así como para la conformación de un comité de vigilancia ambiental.
- Capacitación 5: Monitoreo socio ambiental participativo; se buscará el involucramiento en los monitoreos ambientales participativos.

4.1.8.3 Programa de monitoreo socio ambiental participativo

El programa busca lograr la participación efectiva, voluntaria y consciente de la población en el monitoreo ambiental, para se han destinado las siguientes estrategias:

Convocatoria y conformación del Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana

- Se realizará una Reunión Informativa con las autoridades locales, representantes de los grupos de interés, organizaciones sociales de base, juntas directivas de C.C. Cari Cari
- En la reunión se describirán de manera clara y concisa los objetivos del Programa de Monitoreo Socioambiental Participativo y del Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana
- Se describirán la organización, funciones, responsabilidades y procedimientos del Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana en las actividades de verificación de la calidad ambiental en el área de los PAM
- En la Reunión Informativa se conformará el Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana, eligiendo entre los participantes a los monitores.
- Se contará con un equipo integrado por personal profesional calificado de las áreas correspondientes.
- Los integrantes del CMVC deberán ser mayores de edad y tener pleno uso de sus facultades.

Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana

- El CMVC elaborará sus estatutos y reglamento interno, pudiendo solicitar la participación de organizaciones especializadas.
- El Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana (CMVC) implementará sus actividades desde el inicio de las actividades del Plan de Cierre.
- Los miembros del CMVC, se encargarán de realizar el seguimiento de actividades del Plan de Cierre
- Verificarán la adecuada ejecución del Plan de Cierre
- Participarán en las actividades de monitoreo ambiental del Plan de Cierre
- Apoyarán en el cuidado y conservación de las obras de remediación de Plan de Cierre
- Elaborarán reportes anuales de monitoreo en el que se describan las actividades realizadas.

- El responsable del programa de monitoreo social ambiental participativo es AMSAC. AMSAC capacitará a los integrantes del CMVC en técnicas de monitoreo ambiental.
- Se realizará un monitoreo anual durante los cinco (05) años desde la etapa de cierre a la etapa post cierre. Finalizado el monitoreo en campo y elaborado el reporte de monitoreo se efectuará una reunión informativa con el CMVC y AMSAC para analizar el proceso y retroalimentar el monitoreo participativo.
- Este informe formará parte del reporte semestral que AMSAC entregará a OEFA para la evaluación de los trabajos de remediación de los pasivos ambientales mineros.

4.1.9 Plan de monitoreo ambiental en obra

El monitoreo ambiental en obra garantizará el cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y de control propuestas.

4.1.9.1 Monitoreo de la calidad de agua

Los parámetros que se evaluarán en el monitoreo de calidad de agua superficial son los indicados en el D.S. N.º 004-2017-MINAM ECA de agua categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales. Los mismos fueron evaluados en la línea base y se podrán comparar con los resultados, para identificar si ha habido algún impacto negativo.

Los parámetros evaluados para establecer la calidad de agua son los aceites y grasas, cloruros, color, conductividad, fenoles, fluoruros, nitratos, nitritos, oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno (pH), sulfatos, temperatura, metales totales, bifenilos policlorados (PCB) y coliformes termotolerantes. El detalle de las ubicaciones a acciones para el monitoreo de la calidad de agua se desarrolla en ítem 4.3.2.1.

4.1.9.2 Monitoreo de la calidad de aire

El monitoreo se realizará utilizando como referencia el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones del Ministerio de Energía y Minas (MINEM). El equipo para la determinación de material particulado (PM10 y PM2.5), será un muestreador de alto volumen con cabezal PM10 y PM2.5, las partículas son recolectadas en el filtro durante el período especificado por el programa de monitoreo de 24 h. Para la determinación de gases se utilizará un tren de muestreo

consistente en un filtro de polvo, frasco burbujeador para absorción de cada gas específico y medidor de flujo.

Los parámetros por medir son $PM_{2.5}$, PM_{10} , SO_2 , NO_2 y CO. El monitoreo de calidad de aire, durante la etapa de ejecución de obra se realizará semestralmente, en dos puntos de monitoreo ubicados cerca de los pasivos.

Tabla 29 Ubicación de estaciones de monitoreo para calidad de aire

Código	Descripción	Altitud m.s.n.m
CAR-AL-3	Al sur de la relavera ID 565	4100
CAR-AL-4	Al norte de la relavera ID 565	4050

4.1.9.3 Monitoreo de ruido ambiental

El monitoreo de ruido ambiental se realizará teniendo como referencia los lineamientos establecidos por el Protocolo Nacional de monitoreo de ruido ambiental del MINAM. El parámetro por evaluar será el nivel de presión sonora, según el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido D.S. N.º 085-2003-PCM. Se comparará con los valores establecidos para un tipo de zonificación industrial, basándose en las actividades que se realizaron en el área de estudio. Cabe indicar que los niveles sonoros se medirán empleando un sonómetro el cual debe calibrarse previo a la medición; dicho sonómetro debe ubicarse y orientarse de manera apropiada hacia la potencial fuente de emisión de ruido. El monitoreo de ruido ambiental, durante la etapa de ejecución de obras se realizará semestralmente en dos puntos.

Tabla 30 Ubicación de estaciones de monitoreo de ruido ambiental

Código	Descripción	Altitud m.s.n.m
RUI-AL-3	Al sur de la relavera ID 565	4100
RUI-AL-4	Al norte de la relavera ID 565	4050

4.1.9.4 Monitoreo de calidad de suelos

El monitoreo de calidad de suelos se realizará teniendo como referencia la Guía para muestreo de suelos y Guía para la elaboración de Planes de descontaminación de suelos, aprobado mediante Resolución Ministerial (R.M.) N.º 085-2014-MINAM. Para la selección de los parámetros de deberá tener en cuenta la normativa nacional vigente, basada en los Estándares de Calidad Ambiental para suelos, aprobado por el D.S. N.º 011- 2017-MINAM.

Los parámetros a medir son fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10), fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28), fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40), benzo(a) pireno y metales totales.

Tabla 31 Ubicación de estaciones de monitoreo de ruido ambiental

Código	Descripción	Coordenadas UTM (Z19S)	
		Este (m)	Norte (m)
SUE-AL-01	Taller y almacén	357 480	8 248 352

4.1.10 Capacitación y educación ambiental en obra

Esta capacitación y educación ambiental se da a todos los trabajadores de obra y el personal involucrado para hacer conocer las medidas de mitigación ambiental, las prohibiciones, derechos, sanciones y obligaciones que tiene cada uno de los trabajadores.

La capacitación ambiental será impartida mediante charlas, afiches informativos, o cualquier otro instrumento de posible utilización.

4.1.10.1 Inducción

Como parte de la charla de inducción, se deberá capacitar a los trabajadores sobre las medidas de manejo ambiental que deberán cumplir durante el desarrollo de la obra. Respecto a la capacitación en temas ambientales se deberán considerar las siguientes capacitaciones, como mínimo, política ambiental de AMSAC, prevención y mitigación ambiental, plan de manejo ambiental, manejo de residuos sólidos, respuesta a emergencias, relacionamiento comunitario y código de conducta de los trabajadores.

4.1.10.2 Reuniones de sensibilización

Reunión que debe realizarse con la participación de todos los trabajadores y la frecuencia de esta reunión será semanal. La referida reunión dura aproximadamente 30 minutos y sirve para analizar temas de salud, ambiente y seguridad, además se debatirá sobre los problemas suscitados respecto a los temas indicados y como darles soluciones oportunas y eficaces.

4.2 MANTENIMIENTO POST-CIERRE

El objetivo de la ejecución del Programa de Mantenimiento es asegurar que las obras de cierre funcionen eficazmente hasta lograr su autosostenibilidad. Las actividades de mantenimiento se realizarán con una frecuencia semestral durante los dos primeros años, con la finalidad de asegurar durante los primeros años del post cierre, la efectividad de las medidas implementadas y cumplimiento de los

objetivos del Plan de Cierre; posteriormente el mantenimiento será de frecuencia anual durante tres años siguientes; para cumplir con los cinco años mínimos que requiere el Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera.

4.2.1 Mantenimiento Físico

El mantenimiento de estabilidad física de las obras de remediación abarca el desarrollo de inspecciones, actividades de limpieza, restauración, entre otros.

4.2.1.1 Manejo de Residuos

Para el caso de los residuos mineros (desmonte de mina y relaves) se tienen componentes que serán removidos y trasladados hacia el DME ID 565.

El programa de mantenimiento físico comprende el perfilado de los taludes estabilizados que hayan sufrido daños, ya sea por inestabilidad, agrietamiento, colapsos, etc. Se estima que la frecuencia será semestral durante los 2 primeros años, y posteriormente, anual por un periodo de tres años como mínimo.

La Tabla 32 resume el cronograma de mantenimiento físico para el manejo de los residuos mineros.

Tabla 32 Cronograma de mantenimiento Físico

Residuos Mineros		AÑOS																			
		1				2				3				4				5			
ID	Componente	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
565	Depósito de		X		X		X		X		X				X				X		
566	Relaves		X		X		X		X		X				X				X		
8717	Desmonte de Mina		X		X		X		X		X				X				X		
8801			X		X		X		X		X				X				X		
15040			X		X		X		X		X				X				X		
8804 - B			X		X		X		X		X				X				X		
8804 - C			X		X		X		X		X				X				X		

4.2.2 Mantenimiento Geoquímico

El mantenimiento geoquímico está enfocado a realizar actividades de control de las coberturas de los pasivos mineros que potencialmente podrían generar drenaje ácido. El propósito de la implementación de las coberturas es evitar la generación de drenaje ácido, y para ello se deberán realizar monitoreos de la calidad del agua.

Esta actividad será desarrollada a través de un programa de inspección general y otro de mantenimiento.

4.2.2.1 Programa de Inspección

La inspección de las coberturas está enfocada a realizar actividades de control en las obras de remediación de los pasivos con potencial de generación de drenaje ácido.

El desarrollo comprende visitas de campo y recorrido de inspección de las obras de remediación a fin de determinar aquellas que requieran mantenimiento o reparación. En caso de detectar daños, fallas o rupturas, se procederá a la comunicación inmediata para dar inicio a las actividades de mantenimiento, restauración o reinstalación. La frecuencia será semestral durante los 2 primeros años, y posteriormente, anual por un periodo de tres años, como mínimo. El resultado de la inspección se presentará en un informe donde se detallarán las necesidades de mantenimiento y las medidas correctivas inmediatas y futuras para garantizar la sostenibilidad de las obras de remediación en el tiempo.

4.2.2.2 Programa de Mantenimiento de Coberturas

El programa de mantenimiento de coberturas, comprende la reparación y/o reemplazo de aquellas obras que han sufrido daños en sus coberturas, ya sea por agrietamientos, infiltración, deslizamientos, etc. La frecuencia será semestral durante los 2 primeros años, y luego, anual por un periodo de tres años, como mínimo.

Una vez identificadas las áreas se desarrollarán las siguientes actividades:

- Comunicación inmediata en caso de detectar daños, fallas y/o rupturas
- Aislamiento de la zona afectada y dar aviso al personal especializado para realizar los trabajos de mantenimiento necesarios.
- Evitar el tránsito en las zonas que se encuentren agrietadas y/o fisuradas
- Reconformación del espesor de la cobertura de material morrénico en taludes y bermas, en las áreas identificadas.
- Reconformación de la cobertura de material granular en bermas y en las áreas identificadas.
- Limpieza, pintura y aseguramiento físico a los hitos, marcas y/o letreros de puntos de monitoreo.
- Revisión y calibración de equipos de medición.

La Tabla 33 resume el cronograma de mantenimiento geoquímico a realizar.

Tabla 33 Cronograma de mantenimiento Geoquímico

PAM		AÑOS																			
		1				2				3				4				5			
ID	Componente	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
565	Depósito de Relaves		X		X		X		X		X				X				X		
566				X		X		X		X		X				X				X	
8717	Desmonte de Mina		X		X		X		X		X				X				X		
8801			X		X		X		X		X				X				X		
15040			X		X		X		X		X				X				X		
8804-B			X		X		X		X		X				X				X		
8804-C			X		X		X		X		X				X				X		
8716		Infraestructura		X		X		X		X		X				X				X	
567	Plantas de procesamiento		X		X		X		X		X				X				X		
8806				X		X		X		X		X				X				X	

4.2.3 Mantenimiento Hidrológico

El mantenimiento hidrológico de las obras de remediación está relacionado al desarrollo de un programa de mantenimiento de las obras de remediación del sistema de manejo de agua, con el objetivo de garantizar la continuidad operativa de las obras en el tiempo. Para este propósito se ha diseñado un programa de inspección y programas de mantenimiento.

4.2.3.1 Programa de Inspección

La inspección de mantenimiento hidrológico permitirá identificar las áreas que posiblemente puedan sufrir agrietamientos, fallas o acumulación de material que puedan obstruir los canales y zanjas de coronación. El desarrollo se realizará mediante visitas de campo y recorrido de las obras de manejo de aguas. En caso de detectar fallas, agrietamientos u obstrucción de canales, se procederá a la comunicación inmediata a fin de iniciar las actividades de mantenimiento. La frecuencia será semestral durante los 2 primeros años y anual por un periodo de tres años siguientes como mínimo.

4.2.3.2 Programa de mantenimiento Hidrológico

El programa de mantenimiento hidrológico comprende actividades de reparación, resane o limpieza de canales de coronación y cunetas de drenajes. El

mantenimiento hidrológico de las obras de cierre está relacionado al desarrollo de un programa de inspecciones de los sistemas de manejo de aguas, con el objetivo de poner operativas las actividades de mantenimiento cuando se requieran. La frecuencia será semestral durante los 2 primeros años, y posteriormente, anual por un periodo mínimo de tres años.

Sistemas de drenaje y canales de conducción de escorrentías:

- Filtros
- Canales de coronación
- Zanjas de drenaje
- Cajas colectoras
- Estructuras de disipación
- Canales de evacuación.

El mantenimiento consistirá en:

- Revisión e inspección de posibles rupturas, cambios de las instalaciones dañadas y reparación de las mismas
- Limpieza de canales, alcantarillas que pudieran verse colapsadas por deposición de materiales como tierra, vegetación, residuos sólidos, etc.
- Mantenimiento general de las estructuras de conducción de escorrentías

La Tabla 34 resume el cronograma de mantenimiento hidrológico para el manejo de los residuos mineros.

Tabla 34 Cronograma de mantenimiento Hidrológico

Residuos Mineros		AÑOS																			
		1				2				3				4				5			
ID	Componente	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
565	Depósito de Relaves		X		X		X		X		X				X				X		
566			X		X		X		X		X				X				X		
8717	Desmonte de Mina		X		X		X		X		X				X				X		
8801			X		X		X		X		X				X				X		
15040			X		X		X		X		X				X				X		
8804 - B			X		X		X		X		X				X				X		
8804 - C			X		X		X		X		X				X				X		
			X		X		X		X		X				X				X		

4.2.4 Mantenimiento Biológico

El mantenimiento biológico consistirá en acciones de mantenimiento de áreas revegetadas, enfocadas al establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitats.

4.2.4.1 Control de la erosión

En la ex Unidad Minera Aladino VI, se han considerado las siguientes medidas para prevenir la erosión:

- Revegetación de las zonas disturbadas
- Estabilizar los materiales superficiales para reducir al mínimo la erosión, es decir todas las zonas de construcción deberán utilizarse técnicas de nivelación que faciliten el control de la erosión
- Controlar la escorrentía superficial: las superficies niveladas contarán con estructuras de drenaje, canales de mampostería al pie del talud y en la parte superior canales de coronación y bermas de control de erosión aguas abajo.

4.2.4.2 Programa de mantenimiento biológico aplicado a la revegetación

Este programa comprenderá el mantenimiento de la cobertura vegetal. Las actividades comprendidas como parte del mantenimiento biológico de la cobertura vegetal serán:

- Reposición de especies: se recomienda realizar una inspección, después de la época de lluvias durante el primer año, de las áreas revegetadas a fin de determinar la mortandad de las especies, y colocar una cantidad igual a las especies que hubieran muerto sin retirar estas últimas, para que puedan contribuir a la fijación del suelo.
- Abono y fertilización: para asegurar el prendimiento de las especies empleadas en los sistemas de revegetación, se procederá a la administración de abonos naturales, mejoradores de suelos y/o fertilizantes (ricos en N, P, K), solo en los casos en que la calidad del suelo empleado para la revegetación lo requiera.
- Algunos de los fertilizantes que se podrán aplicar son: nitrato de amonio (ricos en nitrógeno) y ricos en fósforo (superfosfato simple). La cantidad en kilogramos a aplicar será según las indicaciones establecidas en el producto. El tipo de aplicación del fertilizante será de acuerdo a la técnica

de al voleo que consiste en dispersar manualmente de manera homogénea el producto, el cual se aplicará después de la siembra. Se debe considerar que la capa superficial del suelo a utilizarse para la revegetación de coberturas debe muestrearse para caracterizar las principales propiedades físicas y químicas, en los seis meses previos a la siembra de la revegetación.

- Verificar la efectividad de los sistemas de cobertura y revegetación diseñados
- Evaluar el grado de prendimiento de las especies y el éxito de los sistemas de vegetación
- Se evaluarán los siguientes parámetros: porcentaje de cobertura, grado de prendimiento (%) y adaptabilidad al replante (%).

El periodo de mantenimiento será de 5 años. El mantenimiento biológico será semestral los dos primeros años y anual los 3 años posteriores; sin embargo, la frecuencia de las mismas podría variar en función de los resultados de los monitoreos efectuados.

La Tabla 35 resume el cronograma de mantenimiento biológico a realizar.

Tabla 35 Cronograma de mantenimiento Biológico

PAM		AÑOS																			
		1				2				3				4				5			
ID	Componente	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
565	Depósito de		x		x		x		x		x				x				x		
566	Relaves		x		x		x		x		x				x				x		
8717	Desmonte de Mina		x		x		x		x		x				x				x		
8801			x		x		x		x		x				x				x		
15040			x		x		x		x		x				x				x		
8804 - B			x		x		x		x		x				x				x		
8804 - C			x		x		x		x		x				x				x		
8716	Infraestructura		x		x		x		x		x				x				x		
567	Plantas de		x		x		x		x		x				x				x		
8806	procesamiento		x		x		x		x		x				x				x		

4.3 MONITOREO POST-CIERRE

El Programa de Monitoreo Post Cierre es la suma de acciones de observación, muestreo, medición y análisis de los datos técnicos y ambientales, a través de la

evaluación periódica de la estabilidad física, química, hidrológica y biológica, para cuantificar y evaluar la eficacia de las obras de remediación y el grado de recuperación ambiental en el área de influencia de la Ex Unidad Minera Aladino VI.

Las actividades de monitoreo se realizarán con una frecuencia semestral durante los dos primeros años, con la finalidad de asegurar durante los primeros años del post cierre, la efectividad de las medidas implementadas y cumplimiento de los objetivos del Plan de Cierre; posteriormente el monitoreo será de frecuencia anual durante tres años siguientes; para cumplir con los 5 años mínimos que requiere el Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera.

4.3.1 Monitoreo de Estabilidad Física

El monitoreo de estabilidad física consiste en la evaluación periódica de las condiciones de estabilidad y el potencial movimiento debido a la acción sísmica y geodinámica externa, en el área de los pasivos ambientales mineros.

4.3.1.1 Programa de Inspección

La inspección de mantenimiento físico permitirá observar las áreas que posiblemente puedan sufrir agrietamientos o hundimientos en el talud del desmonte de mina. El programa se desarrolla mediante visitas de campo y recorrido de los componentes. En caso de detectar fallas, agrietamientos o cualquier daño, se procederá a la comunicación inmediata para dar inicio a las actividades de mantenimiento. Se estima que la frecuencia será semestral durante los 2 primeros años y, luego, anual por un periodo de tres años como mínimo.

4.3.1.2 Programa de Monitoreo de Estabilidad Física

El monitoreo se da para garantizar la estabilidad física de las obras de cierre, debido a que se han proyectado en ellos obras de cierre físico. Para ello se instalarán cuatro hitos de control topográfico en el DME ID 565 Proyectado como se muestra en la Tabla 36.

Tabla 36 Hitos topográficos para monitoreo de estabilidad física

Vértice	Descripción	Coordenadas UTM	
		Este (m)	Norte (m)
A	Plataforma	357 737	8 248 159
B	Banqueta 01	357 751	8 248 205
C	Banqueta 02	357 758	8 248 224
D	Dique	357 765	8 248 246

El programa de monitoreo está dirigido a la evaluación de desplazamientos y asentamientos y fallas. Las variables a monitorear serán:

- Posibles desplazamientos y asentamientos.
- Control de fisuras

Control de desplazamientos y asentamientos

Se construirá bases de concreto que servirán como trípodes de topografía, para realizar lecturas con un equipo topográfico (estación total), que es el de mayor precisión en la actualidad.

Los hitos de control serán de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y además contarán con inscripciones sobre placas metálicas inoxidables.

En las bases se instalará el equipo topográfico que servirá para medir los ángulos y desplazamientos del terreno natural.

Control de fisuras

Está relacionado con el programa de mantenimiento de estabilidad física; de manera que, cuando se detecte fisuras, se podrá pedir la instalación de dos hitos similares al descrito anteriormente, uno a cada lado de la fisura para poder controlar los niveles, y con un extensómetro medir el tamaño de la fisura.

4.3.2 Monitoreo de Estabilidad Geoquímica

4.3.2.1 Programa de Monitoreo de Calidad de Agua superficial

Tiene como finalidad verificar la calidad ambiental de los cuerpos receptores, de manera que se garantice la “No presencia” de impactos ambientales negativos, en el área de influencia. En función del diagnóstico ambiental efectuado para el cierre de pasivos mineros y aplicando lo establecido en los siguientes documentos: Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficiales (Resolución Jefatural N°182-2011-ANA) y el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua (MINEM, 1994), se proponen estaciones de monitoreo para Calidad del Agua de acuerdo a los siguientes criterios de ubicación.

- Ubicación e identificación de todos los cursos naturales de agua en el área de influencia.
- Identificación de los potenciales cuerpos receptores.

- Identificación de flujos de agua subterránea y cuerpos receptores y/o zonas representativas.
- Los puntos de vertido a cuerpos superficiales de las fuentes no puntuales (escorrentías, etc.) y fuentes puntuales (canales de conducción) aguas abajo de los puntos de vertido.
- Siguiendo el flujo de aguas subterráneas, aguas abajo de los pasivos mineros que potencialmente podrían impactar.

Para el monitoreo de calidad de agua se propone las estaciones CA-AL-05, CA-AL-07 y CA-AL-10 los resultados obtenidos serán comparados con los parámetros de la Categoría 3 “Bebida de Animales y Riego de Vegetales” del ECA para Agua según Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. Así mismo se propone monitorear el efluente de la Bocamina 8805 según Decreto Supremo N°010-2010-MINAM “Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero Metalúrgicas”.

Tabla 37 Ubicación estaciones de monitoreo para calidad de agua superficial

Código	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud m.s.n.m.	Normativa de referencia Decreto Supremo N°004-2017-MINAM
		Este (m)	Norte (m)		
CA-AL-05	Ubicado aguas arriba del sitio ocupado anteriormente por el ID 565. En la Quebrada Chactani	357 955	8 248 011	4098	ECA Categoría 3
CA-AL-07	Ubicado aguas abajo del sitio ocupado anteriormente por el ID 565. En la Quebrada Chactani	357 744	8 248 896	4044	ECA Categoría 3
CA-AL-10	Ubicado aguas abajo del sitio ocupado anteriormente por el ID 15040	357 631	8 248 279	4089	ECA Categoría 3

Tabla 38 Ubicación de estaciones de monitoreo para efluente

Código	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud m.s.n.m.	Normativa de referencia Decreto Supremo N°004-2017-MINAM
		Este (m)	Norte (m)		
EF-AL-04	Bocamina 8805	357 681	8 248 260	4086	ECA Categoría 3

4.3.2.2 Programa de Monitoreo de Calidad de Agua subterránea

El monitoreo de calidad de agua subterránea se realizará en tres piezómetros, utilizando como referencia lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficiales (Resolución Jefatural N°010-2016-ANA) y el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua (MINEM, 1994). Asimismo, al no tener una normativa nacional para la evaluación de calidad de agua subterránea, se considerará la normativa nacional, ECA Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, los cuales indican los parámetros que se deberán evaluar en calidad de agua. La Tabla 39 muestra las coordenadas de las estaciones de monitoreo para la calidad de aguas subterráneas.

Tabla 39 Ubicación estaciones de monitoreo para calidad agua subterránea

Código	Coordenadas UTM	
	Este (m)	Norte (m)
SH-01	357 584	8 248 230
SH-03	357 855	8 248 487
SH-04	357 785	8 248 683

La Figura N° 27 muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo para la calidad de aguas subterráneas.

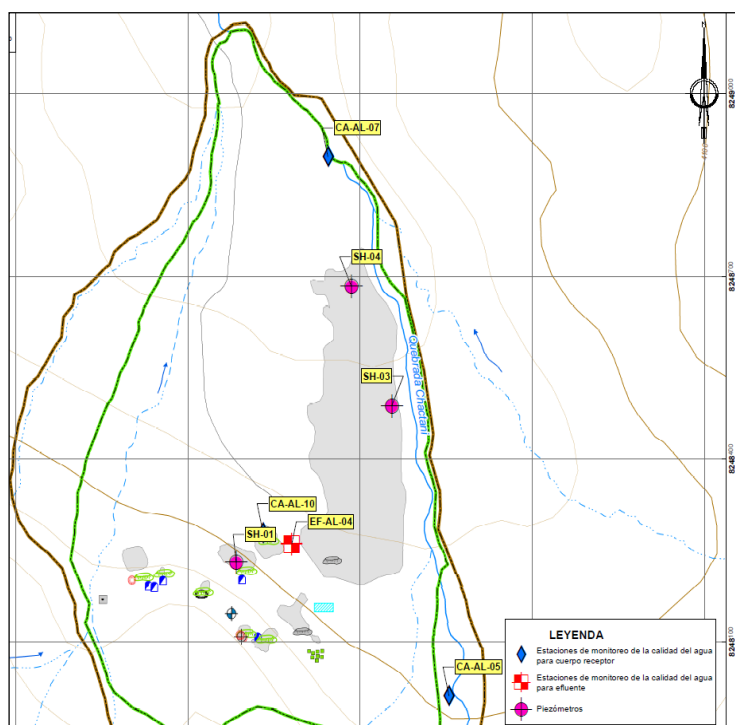


Figura N° 27 Ubicación de estaciones de monitoreo de agua

4.3.3 Monitoreo de Estabilidad Hidrológica

El monitoreo hidrológico abarca la medición de caudales que es el conjunto de operaciones que se realiza mediante aparatos o instalaciones especiales para obtener el caudal del canal, y es el volumen de agua que pasa por la sección transversal del canal en unidad de tiempo.

Las variables a monitorear en los componentes estabilizados serán:

- Control de caudales
- Ancho y altura de los canales
- Coeficiente de Manning de las estructuras de canalización

4.3.4 Monitoreo Biológico

El monitoreo biológico consiste en la evaluación de forma integral del ambiente biológico después de las actividades de remediación.

Los objetivos del monitoreo biológico son los siguientes:

- Diagnosticar y caracterizar el estado de flora y fauna tanto en riqueza como abundancia
- Evaluar la densidad y diversidad de la flora y fauna conforme ocurra el repoblamiento u ocupación de los diversos nichos ecológicos
- Evaluar el grado de efectividad de las medidas implementadas y la remediación de las condiciones ambientales en el área de influencia.

Se realizará el monitoreo biológico utilizando la misma metodología del Plan de Cierre, con fines de corroborar el estado en que se encuentra la zona evaluada. Además, se tendrán áreas de control (áreas no afectadas por la actividad minera) que deberán ser muestreadas paralelamente con las áreas impactadas con una intensidad que permitirá la comparación estadística entre ambas áreas.

4.3.4.1 Monitoreo de Flora

El monitoreo de la revegetación es un proceso de largo plazo el cual debe ser sistemático y periódico e identificar el estado de la vegetación. Mediante esta evaluación se establecerá cómo la revegetación de los diversos componentes se acerca a los índices de diversidad y es similar a la vegetación circundante. Para las zonas revegetadas se deberá establecer puntos en las zonas de monitoreo donde se establecerán parcelas de observación de 10 m × 10 m en las cuales se realizará el inventario de la flora existente (densidad y cobertura), con estos

resultados se podrán establecer comparaciones de las evaluaciones en el tiempo para la diversidad florística de las zonas revegetadas. La Figura N° 28 muestra un diagrama para el monitoreo de la flora.

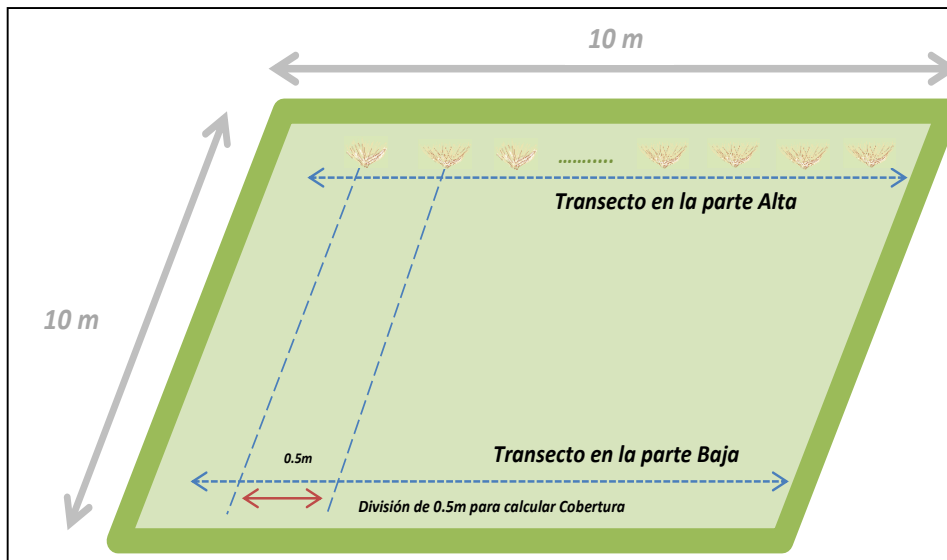


Figura N° 28 Diagrama monitoreo de flora

Se evaluará grado de cobertura, grado de prendimiento (%), riqueza de especies, abundancia de especies y promedio de crecimiento.

Tabla 40 Ubicación de estaciones de monitoreo de flora

Código	Coordenadas UTM		Altitud	Formación Vegetal
	Este (m)	Norte (m)		
FL-AL-11	357 464	8248 150	4169	Pajonal
FL-AL-12	357 586	8 248 164	4124	Matorral
FL-AL-14	357 803	8248 113	4046	Matorral
FL-AL-15	357 682	8248 182	4103	Matorral
FL-AL-20	357 734	8248 620	4052	Pastizal

4.3.4.2 Monitoreo de Fauna

Los métodos para la identificación faunística (además de la presencia del propio espécimen) incluirán la búsqueda de evidencias, como restos de frutos, huellas, restos óseos, heces y madrigueras. La Tabla 41, Tabla 42 y Tabla 43 muestran las coordenadas de las estaciones de monitoreo de aves, monitoreo de mamíferos y monitoreo de anfibios y reptiles respectivamente.

Tabla 41 Ubicación de estaciones de monitoreo de aves

Código	Coordenadas UTM		Altitud	Formación Vegetal
	Este (m)	Norte (m)		
AV-PC-04	357353	8248242	4164	Sucesión Pajonal-Matorral
AV-PC-09	357721	8248741	4050	Pajonal
AV-PC-11	357614	8248088	4117	Afloramiento rocoso
AV-PC-14	357885	8248550	4078	Flora ribereña
AV-PC-15	357658	8248207	4117	Matorral

Tabla 42 Ubicación de estaciones de monitoreo de mamíferos

Tipo de Mamífero	Código	Coordenadas UTM		Altitud	Formación Vegetal
		Este (m)	Norte (m)		
Mamíferos mayores	MA-03	357 594	8 248 251	4117	Pajonal
	MA-04	357 588	8 248 439	4050	Pastizal
	MA-06	357 825	8 248 093	4117	Matorral
	MA-08	357 887	8 248 554	4078	Flora ribereña
	MA-10	357 655	8 248 031	4150	Afloramiento rocoso
Mamíferos menores	ME-03	357 594	8 248 251	4116	Pajonal
	ME-04	357 670	8 248 434	4050	Pastizal
	ME-06	357 700	8 248 091	4116	Matorral
	ME-08	357 887	8 248 554	4078	Flora ribereña
	ME-10	357 655	8 248 031	4150	Afloramiento rocoso

Tabla 43 Ubicación de estaciones de monitoreo de anfibios y reptiles

Código	Coordenadas UTM		Altitud	Formación Vegetal
	Este (m)	Norte (m)		
HE-06	357464	8248211	4117	Sucesión Pajonal-Matorral
HE-08	357563	8248268	4117	Pajonal
HE-11	357683	8248480	4050	Pastizal
HE-18	357612	8248095	4117	Afloramiento rocoso
HE-20	357887	8248554	4078	Flora ribereña

4.3.4.3 Monitoreo de Metales Pesados en tejido Vegetal

Para el análisis de metales pesados en tejido vegetal se analizarán las especies fuentes de alimento en la zona del ganado vacuno y camélidos sudamericanos: *Festuca dolichophylla* y *Calamagrostis aff curvala*. En el análisis de metales en tejido se utilizará la parte aérea de la planta (hojas) y las raíces. La Tabla 44 muestra las coordenadas para las estaciones de monitoreo de metales pesados en tejido vegetal.

Tabla 44 Ubicación estaciones de monitoreo de metales en tejidos vegetales

Código	Coordenadas UTM		Altitud	Descripción
	Este (m)	Norte (m)		
TV-AL-2	357 745	8248 557	4167	A 30 m en dirección norte al ID 565
TV-AL-6	357 724	8248 512	4167	A 60 m aguas abajo del ID 565
TV-AL-7	357 702	8248 575	4164	A 100 m aguas abajo del ID 565
TV-AL-8	357 705	8248 740	4153	A 250 m aguas abajo del ID 565
TV-AL-9	357 679	8248 879	4146	A 380 m aguas abajo del ID 565

La Figura N° 29 muestra la ubicación de estaciones de monitoreo biológico.

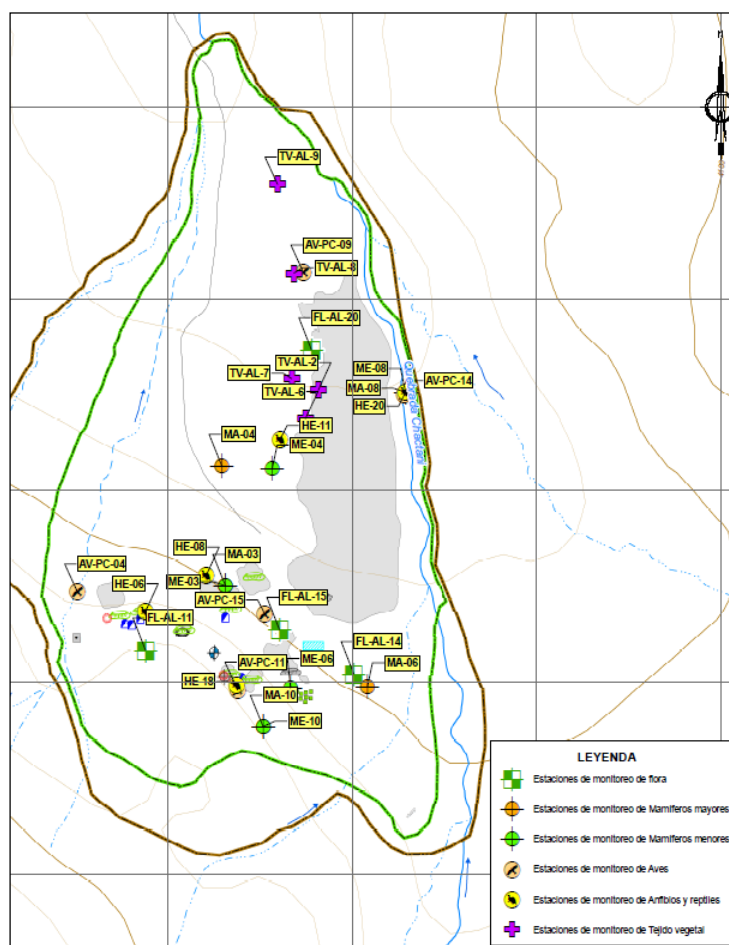


Figura N° 29 Ubicación de estaciones de monitoreo biológico

4.3.5 Monitoreo de Calidad de Suelos

El objetivo del monitoreo de suelos es determinar cuantitativamente la presencia y concentración de algún elemento contaminante químico en las muestras de suelos. La Figura N° 30 muestra la ubicación de estaciones de monitoreo de calidad de suelos.

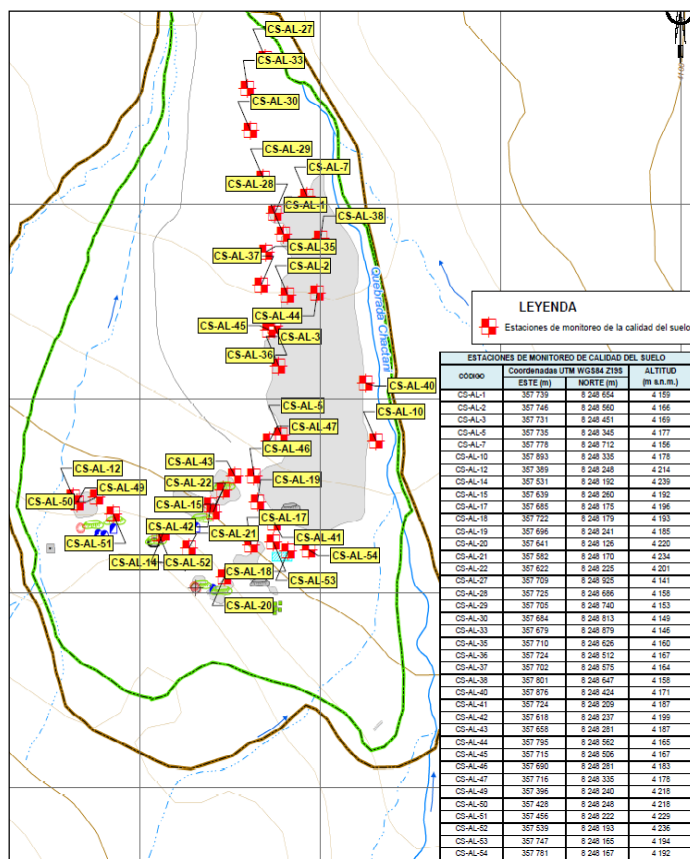


Figura N° 30 Ubicación de estaciones de monitoreo de calidad de suelos

Se tomará como referencia para el monitoreo post cierre los parámetros indicados en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos, aprobado por Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.

4.3.6 Monitoreo de Programa Sociales

El monitoreo de los programas sociales tiene como propósito principal promover la inclusión de la comunidad y los actores sociales comprometidos durante la ejecución de las actividades de cierre y postcierre; así como también asegurar la cobertura, calidad y cantidad de la información recopilada para la verificación de los indicadores de logro de los programas.

Como estrategia central del monitoreo se debe lograr involucramiento y participación de la comunidad y los principales grupos de interés. En armonía con esta orientación, se coordinará con las autoridades y líderes locales la presentación de los objetivos del monitoreo social a todos los grupos de interés para lograr su compromiso, resaltando la importancia de su participación efectiva.

El CMVC elaborará en consenso una guía de monitoreo que establezca el cronograma de actividades, asignación de responsabilidades, requerimientos de recursos, debida diligencia, estructura de los informes y evaluación de impactos sociales. Respecto a los métodos de recolección de información se priorizarán los siguientes: La observación de campo, la revisión documentaria del estado de avance de los programas, consultas formales al personal responsable de la implementación de los programas y entrevistas directas (de considerarse pertinente).

La metodología para la recolección de información será:

- Cuantitativa, porque se analizarán los indicadores del logro de los objetivos de los programas sociales contempladas en las actividades de cierre (estratégicos y operativos, ver ítem 4.1.8), según se indican en la Tabla 45; y cualitativa, porque se utilizarán técnicas como la revisión documentaria y entrevistas de percepción sobre las actividades de remediación de los PAM
- Con un enfoque participativo, porque involucrará a la población de las comunidades, autoridades locales y representantes de los grupos de interés, de acuerdo con el programa de monitoreo socio ambiental participativo.

La frecuencia de recolección de los datos para los indicadores seleccionados es mensual; los informes se presentarán anualmente, según se indica en el programa de monitoreo socio ambiental participativo.

Los resultados de la recolección y análisis de datos serán empleados para evaluar los programas del Plan de Cierre, revisar las actividades, monitoreos y/u otros objetivos y establecer en caso necesario las medidas correctivas. La Tabla 45 muestra los indicadores de cumplimiento para programas sociales.

Tabla 45 Indicadores de cumplimiento de los Programas Sociales

N°	Programa	Meta	Indicadores Estratégicos	Fuente de verificación	Indicadores operativos	Fuente de verificación
1	Apoyo al desarrollo local sostenible	Cuatro (04) capacitaciones	Nivel de comprensión de los temas planteados en las capacitaciones	Evaluación escrita	Capacitar a 30 personas	Registro de participantes

N°	Programa	Meta	Indicadores Estratégicos	Fuente de verificación	Indicadores operativos	Fuente de verificación
2	Generación de ingresos	Contratar mano de obra local	Incremento de ingresos económicos	Planilla de pagos	Número de trabajadores contratados	Copia de contratos de trabajo
3	Capacitación en Temas Ambientales Mineros	Cinco (05) capacitaciones	Nivel de comprensión de los temas planteados en las capacitaciones	Evaluación escrita	Capacitar a 40 personas	Registro de participantes
4	Monitoreo Socio Ambiental Participativo	Conformar CMVC	Inscripción del CMVC en RR.PP.	Copia de Acta	Número de monitoreos programados	Reporte de monitoreo
4.1	Capacitación del Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana	Una (01) capacitación	Nivel de comprensión de los temas planteados en las capacitaciones	Evaluación escrita	Capacitar a 40 personas	Registro de participantes
4.2	Monitoreos Ambientales Participativos	Siete (07) monitoreos	Monitoreo programado anual	Reporte de monitoreo	Número de participantes al monitoreo y Número de participantes a la reunión de divulgación	Reporte de monitoreo y Acta de reunión de divulgación

CAPÍTULO V: VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PROPUESTA

Las obras para el mejoramiento de las áreas degradadas de la ex Unidad Minera Aladino VI, comprenden actividades referidas a obras provisionales, preliminares, de habilitación de accesos, de movimiento de tierras, y de actividades para la estabilidad de los PAM en el tiempo.

En este capítulo se toman en cuenta las actividades de cierre descritas en el capítulo anterior para la elaboración de los metrados, el presupuesto y el cronograma de la propuesta de cierre exsitu.

5.1 METRADOS

5.1.1 Obras Provisionales y Trabajos Preliminares

Las obras provisionales consideradas para el mejoramiento de las áreas degradadas por los PAM en la ex Unidad Minera Aladino VI son: almacén, oficina, comedor, cartel de identificación de obra y el cerco de seguridad alrededor de las instalaciones. Mientras que, los trabajos preliminares comprenden las siguientes actividades: (1) la movilización y desmovilización de equipos y maquinarias a emplearse; (2) trazo y replanteo topográfico en la ejecución de las obras; (3) control y monitoreo de las labores, y (4) la remediación de las zonas utilizadas como canteras.

Finalmente, para la habilitación y mejoramiento de accesos existe un acceso carrozable afirmado desde la Comunidad Campesina de Cari Cari al proyecto. Para la ejecución de las obras de habilitado y mejoramiento, y habiendo la necesidad de desplazar maquinaria pesada (equipos, vehículos), se ha proyectado el ensanchamiento de este acceso en los tramos angostos, además de las obras de alcantarillado y cunetas. Por otro lado, se han proyectado la habilitación de caminos de accesos peatonales y mejoramiento de accesos vehiculares, necesarios para llegar a todos los frentes de trabajo.

La Tabla 46 presente las actividades a realizar en esta sección.

Tabla 46 Actividades de las obras provisionales y trabajos preliminares

Ítem	Descripción
1	Obras Provisionales Y Trabajos Preliminares
1.01	Movilización y Desmovilización De Equipos
1.02	Instalaciones Provisionales
1.03	Cartel de Identificación de Obra 3.60 x 2.40 m
1.04	Trazo y Replanteo

Ítem	Descripción
1.05	Habilitación De Caminos De Acceso
1.05.01	Limpieza y Desbroce
1.05.02	Corte en Material Suelto
1.05.03	Perfilado y Compactación en Zona Corte (Subrasante)
1.05.04	Relleno Compactado Con Equipo Con Material Propio
1.05.05	Capa de Rodadura (E=0.20m.)
1.05.06	Transporte de Material D=1000m
1.05.07	Mejoramiento de Caminos de Acceso
1.05.08	Habilitación de Acceso Peatonal

5.1.2 Instalaciones de Procesamiento y otras Infraestructuras

La instalación de procesamiento ID 567 presenta 3 infraestructuras con áreas superficiales de impacto directo con 960 m², 158 m² y 62 m², respectivamente. Asimismo, se generará volúmenes de demolición de 203 m³, 30 m³ y 5 m³.

La instalación de procesamiento ID 8806 presenta 2 pequeñas infraestructuras con áreas superficiales de impacto directo con 20 m² y 11 m², respectivamente. Asimismo, se generarán volúmenes de demolición de 4 m³ y 2 m³, así como áreas de limpieza que generarán volúmenes de 4 m³ y 3 m³, respectivamente.

La infraestructura ID 8716 está conformado por cinco (05) infraestructuras con áreas superficiales de impacto directo con 100 m², 685 m², 325 m², 298 m² y 94 m², respectivamente. Asimismo, se generará volúmenes de demolición de 93 m³, 111 m³, 61 m³, 117 m³ y 59 m³ respectivamente, así como áreas de limpieza que generarán volúmenes de 20 m³, 60 m³ y 19m³, no considerándose escarificado en los componentes ID 8716-B e ID 8716-C por encontrarse dentro del área del D.M.E. ID 565 Proyectado.

Para todos los casos los residuos serán removidos en una zona de acopio temporal para luego ser trasladados hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado. La Tabla 47 resume los volúmenes de movimiento de tierras para las instalaciones.

Tabla 47 Resumen Movimiento de tierras de instalaciones

Componente	Área (m2)	Volumen Demolición (m3)	Volumen de Escarificación (m3)
ID 567-A	960	203	-
ID 567 –B	158	30	-
ID 567-C	2	5	-
ID 8806-A	20	4	4
ID 8806-B	11	2	3

Componente	Área (m2)	Volumen Demolición (m3)	Volumen de Escarificación (m3)
ID 8716-A	100	93	20
ID 8716-B	685	111	-
ID 8716-C	325	61	-
ID 8716-D	298	117	60
ID 8716-E	94	59	19

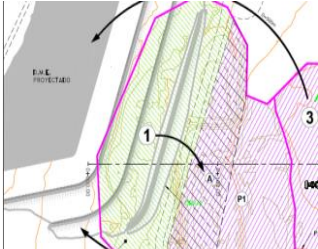
5.1.3 Instalaciones para Manejo de Residuos

Dentro de las actividades de movimiento de tierras para el manejo de residuos mineros se encuentran:

- Remoción total de Relaves
- Secado de Relave
- Remoción total de depósito de desmontes
- Traslado hacia DME ID 565 proyectado

El depósito de relaves ID 565 está compuesto por un (01) residuo minero (relave) delimitado de acuerdo con sus características e impacto en tres (03) subcomponentes: ID 565-A, ID 565-B e ID 565-C. Según el tipo de terreno y la geoquímica del material extraído; se realiza escarificados adicionales de las superficies afectadas directa e indirectamente (dependiendo de cada uno de sus subcomponentes), culminando con el perfilado, nivelación del terreno y revegetado. La Tabla 48 muestra el proceso de movimiento de tierras incluyendo el secado de los relaves y el posterior traslado al DME ID 565.

Tabla 48 Proceso de Movimiento de tierras en Relave ID 565

Ítem	Actividad	Referencia	Descripción / Procedimiento
1	Limpieza de la zona de superposición		Previa a la construcción del Dique y el impermeabilizado de la base del D.M.E ID 565 Proyectado se realizará la remoción del material que se encuentra dentro del área de superposición, acarreado un volumen aproximado de material de 20300 m3 hacia la plataforma contigua perteneciente al relave ID 565. Posterior a ello se da Inicio el impermeabilizado de la base del D.M.E. Proyectado junto con la construcción del Dique.

Ítem	Actividad	Referencia	Descripción / Procedimiento
2	Corte de Material	 Se realizará el retiro del material de relave con poca humedad, que se encuentra en las superficies de las plataformas del depósito, cuyo volumen de material seco se ha estimado en 35 000 m³.	Para ello la remoción será desde la parte central de cada plataforma, dejando como contingencia los bordes de los taludes a manera de estructuras de contención, se prosigue continuando con el traslado hacia Z.A.T. Una vez retirado el material de relave de cada plataforma se debe proceder a retirar el material acumulado en los diques. Este proceso se repite hasta llegar al contacto del relave con el terreno natural. Ya encontrado el contacto del relave con el terreno natural, se retira una capa de suelo del terreno natural (20 o 40 cm) y se somete al mismo procedimiento de secado y traslado hacia el D.M.E.
3	Zona de almacenamiento temporal (ZAT)		Área ubicada contigua a la plataforma inferior a una distancia media desde el relave ID 565 igual a 300 m, será la zona encargada de recibir el material seco mientras dure el proceso de impermeabilizado de la base del D.M.E., así como la construcción del Dique. Luego de ello (impermeabilizado de la base del D.M.E.) deberá iniciarse el traslado del material acumulado desde dicha Z.A.T. hacia el D.M.E. una distancia de 1000 m.
4	Secado de Relave	 Se hará uso de un tractor sobre orugas permanente, el cual realizará el extendido y escarificado del material dentro de las plataformas y con ayuda de la radiación solar y el viento se secará el material hasta alcanzar una humedad cercana al OCH. Se podrá realizar la excavación de zanjas drenantes mediante una distribución de espina de pescado para drenar la porción del relave saturado, con el fin de evacuar las aguas de	Para la remoción de los relaves (previo al traslado) se deberá tener un control operacional que verifique la humedad del relave, y para lo cual se tendrán dos escenarios posibles: • Si el contenido de humedad del relave es menor o igual al OCH, se traslada el material hacia la Z.A.T. o hacia el D.M.E. proyectado (D=500 m). • Si el contenido de humedad del relave es mayor al OCH, se tiene que reducir la humedad hasta cumplir con el primer escenario, por lo que el material de relave deberá ser secado por medios naturales y/o mecánicos. En caso se considere necesario acelerar el proceso de la reducción de humedad, podrá realizar una mezcla de relave con cal en proporción R:C = 500:1

Ítem	Actividad	Referencia	Descripción / Procedimiento
		escurrimiento hacia pozas temporales de almacenamiento.	
5	Colocación y Esparcido		Luego de realizado el transporte y colocación del material de mezcla hacia el D.M.E., se procederá al esparcido, conformación y nivelación del material en la zona del DME proyectado, en los espesores que indique el proyecto, cuyo espesores y niveles deben ser verificados mediante un control topográficos permanente, el esparcido será realizada con ayuda del tractor sobre orugas y/o motoniveladora.
6	Compactación		Luego de esparcido del material de mezcla y/o relave, se procederá con la conformación del mismo en capas de 0.30 m en promedio y 0.35 m como máximo, empleando para ello rodillo liso con un numero de pasadas tal que permita alcázar un grado de compactación mínimo de 95% respecto de la densidad obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.
7	Prueba de Densidad de Campo		Cuando se haya terminado de realizar la compactación, se realizará una inspección visual a la superficie que será ensayada, con la finalidad de determinar posibles zonas de acolchonamiento, superficie de material suelto, etc; luego de ello se realizará la comprobación in situ del grado de compactación del material (método del cono de arena), siendo como mínimo el 95% de la máxima densidad seca y +/-2% del O.C.H. La cantidad de ensayos serán de una prueba cada 1000 m2.
8	Escarificado		Una vez terminado el ensayo de control de campo (densidad mediante el cono de arena), se procederá a realizar el escarificado de toda el área conformada con la finalidad de generar la adherencia entre capas que forman parte de la estructura del depósito de relaves, esta actividad será realizada con ayuda de un tractor sobre orugas, el cual con ayuda del riper se encarga de escarificar la zona en una profundidad promedio de 7 cm; procediéndose luego a la colocación de la siguiente capa a conformar.

El depósito de relaves ID 566 está compuesto por un (01) residuo minero (relave). Los residuos serán removidos hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado (3358 m^3) para la remoción del relave (previo al traslado) se deberá tener un control operacional que verifique la humedad del relave con los procedimientos indicados en la Tabla 48.

Además, la Figura N° 31 y Figura N° 32, presentan las áreas de los relaves con sus áreas de limpieza respectiva para lograr la remediación integral de la zona.

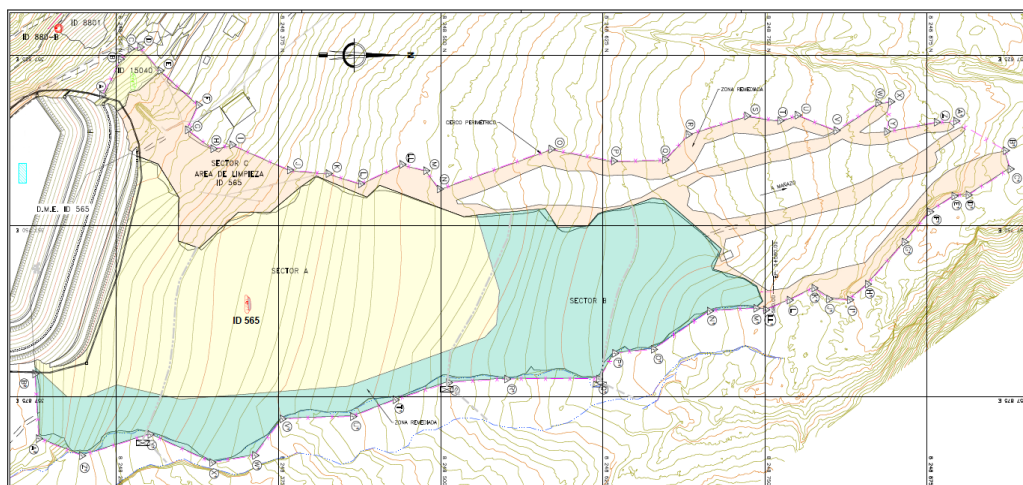


Figura N° 31 Vista en Planta depósito de relaves ID 565

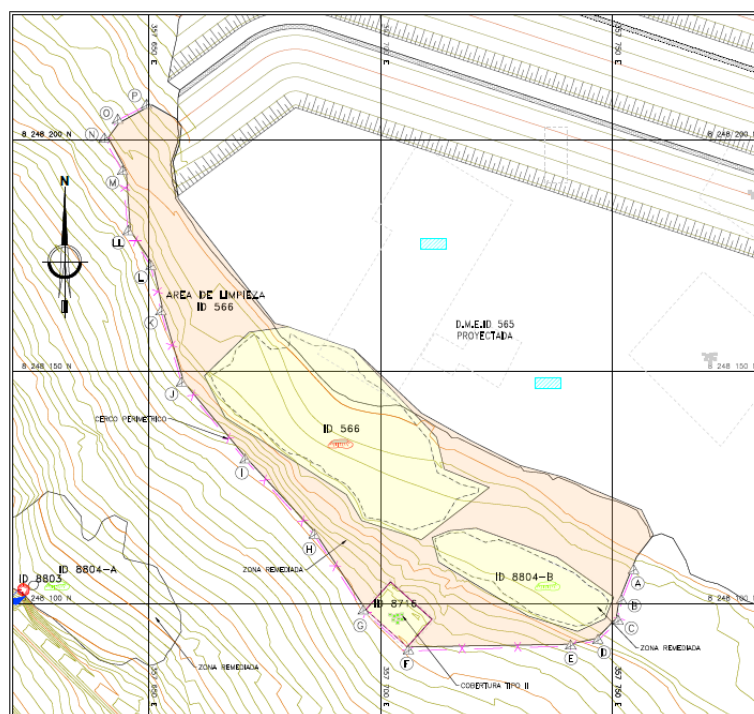


Figura N° 32 Vista en planta depósito de relaves ID 566

La Tabla 49 muestra el resumen de los volúmenes de movimiento de tierra en depósito de relaves.

Tabla 49 Resumen Movimiento de tierras en depósito de relaves

Componente	Área Replanteo (m ²)	Volumen Corte (m ³)	Espesor de Escarificación (m)	Volumen de Escarificación (m ³)	Volumen Total (m ³)
ID 565-A	42420	102 530	0,40	16968	119498
Superposición DME ID 565	5747		-	-	-
ID 565-B	31154	-	0,20	6231	6231
ID 565-C Área de limpieza	22497	-	0,40	8999	8999
ID 566	1419	1163	0,40	568	1731
ID 566 Área de limpieza	4067	-	0,40	1627	1627
TOTAL					138 086

El desmonte de mina ID 8717 se ubica en las coordenadas UTM 357 418 E, 8 248 223 N; está compuesto por material no generador. Los residuos serán removidos hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado (1568 m³).

El desmonte de mina ID 8801 se ubica en las coordenadas UTM 357 588 E, 8 248 232N; está compuesto por material no generador. Los residuos serán removidos hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado (3613 m³).

El desmonte de mina ID 8804-B se sitúa en las coordenadas UTM 357 735 E, 8 248 100 N; está compuesto por material generador de drenajes ácido (350 m³). Los residuos serán removidos hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado.

El desmonte de mina ID 8804-C se sitúa en las coordenadas UTM 357 735 E, 8 248 144 N; está compuesto por material generador de drenajes ácido (169 m³). Los residuos serán removidos hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado.

El desmonte de mina ID 15040 se encuentra en las coordenadas UTM 357 644 E, 8 248 263 N; está compuesto por material generador de drenajes ácido (1311 m³). Los residuos serán trasladados directamente hacia el D.M.E. ID 565 Proyectado.

Para todos los casos, en el área de impacto directo una vez encontrado el contacto del desmonte con el terreno natural, se retira una capa de suelo natural de 0,40 m; asimismo, el área de limpieza tendrá un corte de 0,20 m. Además, se presentan

las áreas de los relaves con las áreas de limpieza respectiva en cada componente para lograr la remediación integral de la zona. La Figura N° 33, Figura N° 34, Figura N° 35, Figura N° 36 y Figura N° 37, muestran la vista en planta de los desmontes de mina con sus respectivas áreas de limpieza.

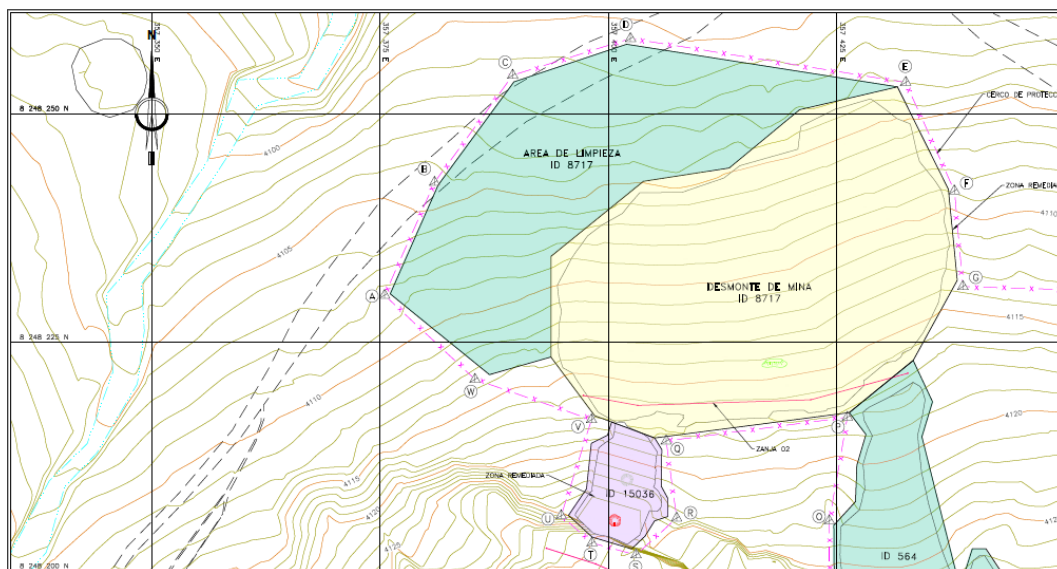


Figura N° 33 Vista en Planta desmonte de mina ID 8717

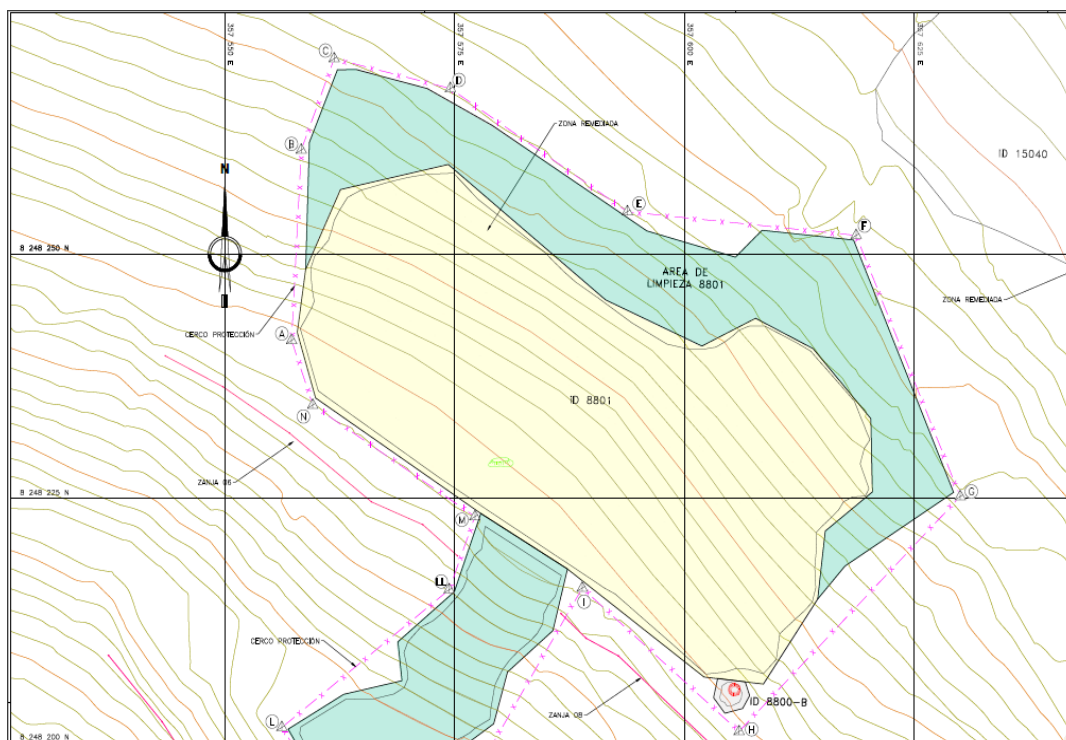


Figura N° 34 Vista en planta desmonte de mina ID 8801

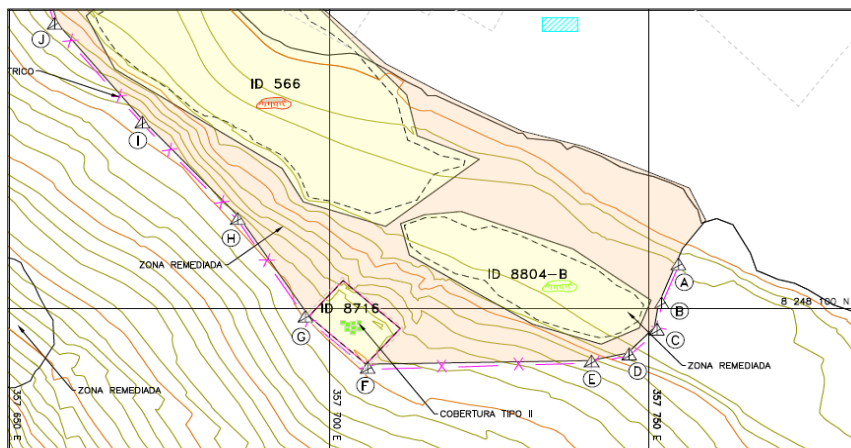


Figura N° 35 Vista en Planta desmonte de mina ID 8804-B

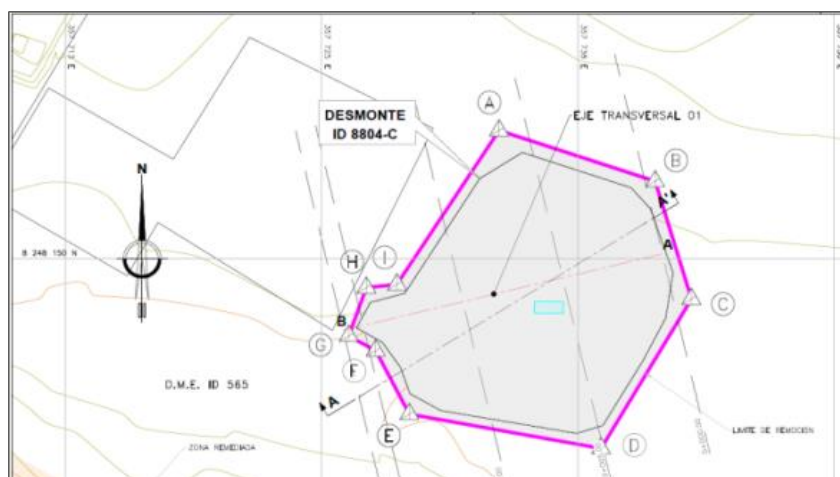


Figura N° 36 Vista en planta desmonte de mina ID 8804-C

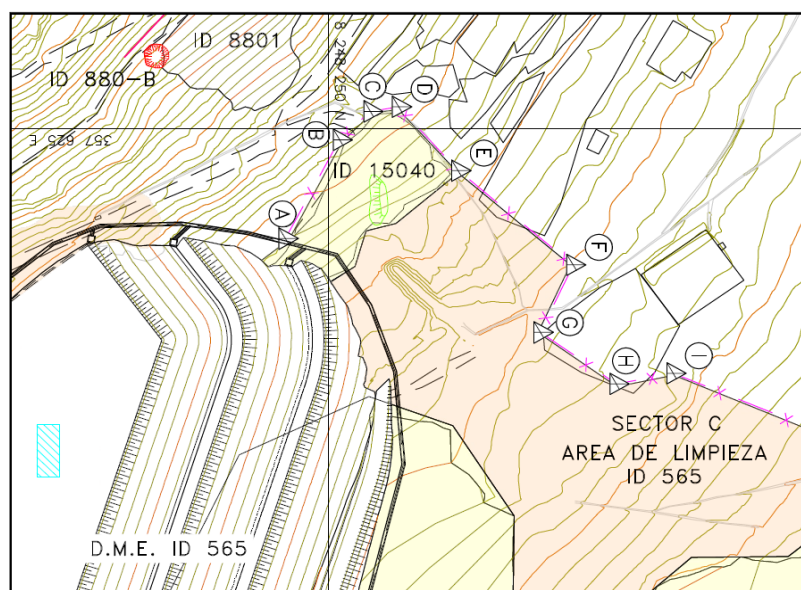


Figura N° 37 Vista en planta desmonte de mina ID 15040

La Tabla 50 muestra el resumen de los volúmenes de movimiento de tierras para los desmontes de mina.

Tabla 50 Resumen Movimiento de tierras en desmonte de mina

Componente	Área Replanteo (m2)	Volumen Corte (m3)	Espesor de Escarificación (m)	Volumen de Escarificación (m3)	Volumen Total (m3)
ID 8717	1222	864	0.40	489	1353
ID 8717 Área de limpieza	1030	-	0.20	215	215
ID 8801	1991	2659	0.40	796	3455
ID 8801 Área de limpieza	788		0.20	158	158
ID 8804-B	445	459	166	0,40	184
ID 8804-B Área de limpieza	Incluida en el cierre del componente ID 566				
ID 8804-C	167	170	101	0,40	66
ID 8804-C Área de limpieza	Incluida en el cierre del componente ID 566				
ID 15040	70	82	10	0,40	33
ID 15040 Área de limpieza	175	203		0,20	41
TOTAL					5 505

5.2 PRESUPUESTO

5.2.1 Actividades de cierre

El presupuesto expuesto en la Tabla 51 representa los costos asociados a las actividades a realizar para la remediación de los PAM de la Ex U.M. Aladino VI, teniendo en cuenta que el mayor presupuesto va designado hacia el movimiento de tierras tanto de los relaves como del DME ID 565 proyectado.

Tabla 51 Presupuesto Propuesta Ex situ PAM Ex U.M. Aladino VI

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
1	Obras Provisionales y Trabajos Preliminares	-	-	-	-	993 936.54
1.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	Glb	1.0	37,899.00	37,899.00	-
1.02	Instalaciones Provisionales	Glb	1.0	291,909.67	291,909.67	-
1.03	Cartel De Identificación de Obra 3.60 x 2.40m	Und	1.0	1,815.84	1,815.84	-
1.04	Trazo y Replanteo	Ha	14.0	10,558.79	147,823.06	-

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
1.05	Habilitación y Mejoramiento de Caminos de Acceso	-	-	-	514,488.97	-
1.05.1	Limpieza y Desbroce	Ha	0.88	3,966.14	3,490.20	-
1.05.2	Corte en Material Suelto	m³	2,630.00	7.10	18,673.00	-
1.05.3	Perfilado y Compactación En Zona Corte (Subrasante)	m2	14,799.0	1.56	23,086.44	-
1.05.4	Relleno Compactado Con Equipo Con Material Propio	m³	1,780.00	7.60	13,528.00	-
1.05.5	Capa De Rodadura (E=0.20m.)	m2	14,799.0	25.67	379,890.33	-
1.05.6	Transporte De Material D=1000m	m³	1,021.00	6.63	6,769.23	-
1.05.7	Mejoramiento De Caminos De Acceso	Km	3.85	16,895.44	65,047.44	-
1.05.8	Habilitación De Acceso Peatonal	Km	0.39	10,267.50	4,004.33	-
2	Instalaciones de Procesamiento	-	-	-	-	26 192.28
2.01	Planta de Procesamiento	-	-	-	26,192.28	-
2.01.1	Demolición y Eliminación	-	-	-	26,192.28	-
2.01.1 .01	Demolición De Estructuras De Albañilería (Tipo Adobe, Ladrillos, Bloquetas De Concreto)	m2	45.00	7.39	332.55	-
2.01.1 .02	Demolición De Estructuras De Concreto Ciclópeo Y Simple	m2	894.00	23.40	20,919.60	-
2.01.1 .03	Excavación Manual En Material Suelto-Escarificado	m³	19.00	64.55	1,226.45	-
2.01.1 .04	Perfilado Y Nivelación Con Máquina	m2	1,211.00	1.31	1,586.41	-
2.01.1 .05	Transporte Manual De Material D=50m (Hacia ID 565 Proyectado)	m³	17.00	31.20	530.40	-
2.01.1 .06	Transporte De Material D=100 m (Hacia ID 565 Proyectado)	m³	339.00	4.36	1,478.04	-
2.01.1 .07	Transporte De Material D=1000 m (Hacia ID 565 Proyectado)	m³	17.00	6.99	118.83	-
3	Otras infraestructuras relacionadas con el proyecto	-	-	-	-	57 594.60
3.01	Campamentos, Oficinas y Talleres	-	-	-	57,594.60	-
3.01.1	Demolición y Eliminación	-	-	-	57,594.60	-
3.01.1 .01	Demolición de Estructuras de Albañilería (Tipo Adobe, Ladrillos, Bloques de Concreto)	m2	154.00	7.39	1,138.06	-
3.01.1 .02	Demolición de Estructuras de Concreto Ciclópeo Y Simple	m2	270.00	23.40	6,318.00	-
3.01.1 .03	Excavación con Equipo en Material Suelto – Escarificado	m³	301.00	5.29	1,592.29	-
3.01.1 .04	Perfilado y Nivelación con Máquina	m2	1,502.00	1.31	1,967.62	-
3.01.1 .05	Transporte de Material D=100m C/Veh. Menor (Hacia Id 565 Proyectado)	m³	959.00	42.61	40,862.99	-

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
3.01.1.06	Transporte de Material D=500 m (Hacia Id 565 Proyectado)	m³	959.00	5.96	5,715.64	-
4	Instalaciones para el Manejo de Residuos	-	-	-	-	14,287,932.37
4.01	Desmante de Mina	-	-	-	996,615.15	
4.01.1	Movimientos de Tierras	-	-	-	421,421.8	-
4.01.1.01	Excavación Manual En Material Suelto	m³	3,789.00	64.55	244,579.95	-
4.01.1.02	Excavación Con Equipo En Material Suelto	m³	5,443.00	5.29	28,793.47	-
4.01.1.03	Perfilado y Nivelación Manual	m²	5,839.00	4.03	23,531.17	-
4.01.1.04	Perfilado y Nivelación con Máquina	m²	4,936.00	1.56	7,700.16	-
4.01.1.05	Transporte Manual de Material D=50m (Hacia DME ID 565 Proyectado)	m³	1,882.00	31.20	58,718.40	-
4.01.1.06	Transporte De Material D=100 m (Hacia DME ID 565 Proyectado)	m³	1,777.00	4.36	7,747.72	-
4.01.1.07	Transporte De Material D=500 m (Hacia DME ID 565 Proyectado)	m³	420.00	5.96	2,503.20	-
4.01.1.08	Transporte De Material D=1000m (Hacia DME ID 565 Proyectado)	m³	6,819.00	6.99	47,664.81	-
4.01.1.09	Transporte De Material D=300m C/Veh. Menor (Hacia DME ID 565 Proyectado)	m³	4.00	45.73	182.92	-
4.01.2	Zanja de Coronación	-	-	-	12,508.32	-
4.01.2.01	Excavación Manual En Roca Fija	m³	74.00	79.16	5,857.84	-
4.01.2.02	Excavación Manual En Material Suelto	m³	30.00	64.55	1,936.50	-
4.01.2.03	Emboquillado de Piedra E=0.20m (Estructura de Descarga)	m²	7.00	116.38	814.66	-
4.01.2.04	Acarreo y Acomodo de Material Excedente C/Carretilla D=50 m	m³	142.00	27.46	3,899.32	-
4.01.3	Cobertura y Revegetación Tipo II	-	-	-	375,121.16	-
4.01.3.01	Relleno Compactado con Arcilla (Con Equipo Liviano)	m³	736.00	70.70	52,035.20	-
4.01.3.02	Relleno Compactado con Equipo con Arcilla	m³	306.00	39.10	11,964.60	-
4.01.3.03	Relleno con Material Granular sin Compactar	m³	1,042.00	135.61	141,305.62	-
4.01.3.04	Relleno con Tierra de Cultivo, Inc. Fertilización	m³	1,042.00	89.17	92,915.14	-
4.01.3.05	Suministro y Colocación de Pastos Nativos (Inc. Recolección y siembra de Pastos)	m²	5,200.00	8.35	43,420.00	-
4.01.3.06	Cerco De Seguridad Inc. Puerta	m	492.00	68.05	33,480.60	-
4.01.4	Cobertura y Revegetación Tipo III	-	-	-	187,563.87	-

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.01.4 .01	Relleno Con Tierra De Cultivo, Inc. Fertilización	m³	1,086.00	89.17	96,838.62	-
4.01.4 .02	Suministro Y Colocacion De Pastos Nativos (Inc. Recoleccion Ysiembra De Pastos)	m2	5,405.00	8.35	45,131.75	-
4.01.4 .03	Cerco De Seguridad Inc. Puerta	m	670.00	68.05	45,593.50	-
4.02	Depósito de Relaves	-	-	-	6,219,396.67	-
4.02.1	Depósito de Relaves ID 565	-	-	-	5,894,319.76	-
4.02.1 .01	Movimientos de Tierras	-	-	-	2,464,383.12	-
4.02.1 .01.01	Remoción Temporal de Zona de Superposición	m³	20,300.0	7.10	144,130.00	-
4.02.1 .01.02	Corte En Material Suelto - Seco	m³	35,000.0	7.10	248,500.00	-
4.02.1 .01.03	Perfilado y Nivelación con Máquina	m2	101,818	1.56	158,836.08	-
4.02.1 .01.04	Secado De Material De Relave	m³	99,728.0	4.27	425,838.56	-
4.02.1 .01.05	Transporte de Material D=300m (Traslado a Z.A.T.)	m³	77,902.0	5.69	443,262.38	-
4.02.1 .01.06	Transporte De Material D=500 m (De Relavera hacia DME 565)	m³	83,772.0	5.96	499,281.12	-
4.02.1 .01.07	Transporte De Material Seco D=1000m (Desde Z.A.T. Hacia DME 565)	m³	77,902.0	6.99	544,534.98	-
4.02.1 .02	Zanja de Coronación	-	-	-	170,943.35	-
4.02.1 .02.01	Excavación Manual En Material Suelto	m³	389.00	64.55	25,109.95	-
4.02.1 .02.02	Emboquillado de Piedra E=0.20m (Estructura de Descarga)	m2	1.00	116.38	116.38	-
4.02.1 .02.03	Acarreo y Acomodo de Material Excedente C/Carretilla D=50 m	m³	467.00	27.46	12,823.82	-
4.02.1 .02.04	Perfilado y Nivelación Manual	m2	1,265.00	4.03	5,097.95	-
4.02.1 .02.05	Concreto F'c=140 Kg/Cm2	m³	13.00	516.06	6,708.78	-
4.02.1 .02.06	Encofrado y Desencofrado Normal en Canal	m2	179.00	40.38	7,228.02	-
4.02.1 .02.07	Acero De Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	3,045.00	5.25	15,986.25	-
4.02.1 .02.08	Concreto F'c=210 Kg/cm2	m³	47.00	593.15	27,878.05	-
4.02.1 .02.09	Sello De Junta	m	103.00	25.97	2,674.91	-
4.02.1 .02.10	Suministro y Colocación De Geotextil De 270 G/m2	m2	892.00	6.21	5,539.32	-
4.02.1 .02.11	Gaviones Tipo Colchón De 3x2x0.17m	m2	892.00	69.26	61,779.92	-
4.02.1 .03	Cobertura y Revegetación Tipo II	-	-	-	2,419,127.76	-
4.02.1 .03.01	Espolvoreado De Cal	m2	42,420.0	1.55	65,751.00	-

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.02.1 .03.02	Relleno Compactado Con Equipo Con Arcilla	m³	8,484.00	39.10	331,724.40	
4.02.1 .03.03	Relleno Con Material Granular Sin Compactar - Masivo	m³	8,484.00	113.80	965,479.20	
4.02.1 .03.04	Relleno Con Tierra De Cultivo - Masivo	m³	8,484.00	82.74	701,966.16	
4.02.1 .03.05	Suministro y Colocación de Pastos Nativos (Inc. Recolección y siembra de Pastos)	m2	42,420.0	8.35	354,207.00	
4.02.1 .04	Cobertura y Revegetación Tipo III	-	-	-	815,754.17	
4.02.1 .04.01	Relleno Con Tierra De Cultivo, Inc. Fertilización	m³	6,231.00	89.17	555,618.27	
4.02.1 .04.02	Suministro y Colocación de Pastos Nativos (Inc. Recolección y siembra de Pastos)	m2	31,154.0	8.35	260,135.90	
4.02.1 .05	Encauzamiento de Río	-	-	-	24,111.36	
4.02.1 .05.01	Corte, Perfilado y Protección de Cauce de Río	m³	1,344.00	17.94	24,111.36	
4.02.2	Pozas Temporales de Secado (ID 565)	-	-	-	35,194.83	
4.02.2 .01	Construcción de Pozas temporales de Secado	-	-	-	12,201.63	
4.02.2 .01.01	Excavación con Equipo en Material Suelto	m³	77.00	5.29	407.33	
4.02.2 .01.02	Relleno Compactado con Material de Desmante (Con Equipo Liviano)	m³	23.00	52.90	1,216.70	
4.02.2 .01.03	Eliminación de Material Excedente en zona Aledaña	m³	65.00	3.71	241.15	
4.02.2 .01.04	Perfilado y Nivelación Manual	m2	305.00	4.03	1,229.15	
4.02.2 .01.05	Suministro y Colocación de Geotextil de 270 g/m2	m2	305.00	6.21	1,894.05	
4.02.2 .01.06	Suministro y colocación de geomembrana Doble Texturada de LLPDE 1.50mm	m2	305.00	23.65	7,213.25	
4.02.2 .02	Obras de Drenaje	-	-	-	21,618.15	
4.02.2 .02.01	Excavación en Caja de Canal en Material Suelto	m³	24.00	4.96	119.04	
4.02.2 .02.02	Acarreo y Acomodo de Material Excedente C/Carretilla D=50 m	m³	7.00	27.46	192.22	
4.02.2 .02.03	Relleno Compactado con Material de Desmante (con Equipo Liviano)	m³	18.00	52.90	952.20	
4.02.2 .02.04	Cama de Arena	m³	5.00	144.85	724.25	
4.02.2 .02.05	Suministro e Inst. Tubería HDPE Sdr-26 De 8"	Und	90.00	71.54	6,438.60	

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.02.2 .02.06	Sum. e inst Válvula de Acero Inox. Bridada Tipo Compuerta de 8"	Und	6.00	959.44	5,756.64	
4.02.2 .02.07	Sum e Inst Adaptador De Brida De 8"	Und	12.00	269.90	3,238.80	
4.02.2 .02.08	Sum e Inst Codo de HDPE Sdr-26 De 135° X 8"	Und	6.00	493.13	2,958.78	
4.02.2 .02.09	Sum e Inst Yee de HDPE Sdr-26 de 8"	Und	3.00	265.84	797.52	
4.02.2 .02.10	Prueba Hidráulica	m	90.00	4.89	440.10	
4.02.2 .03	Desmantelamiento de la Poza	-	-	-	1,375.05	
4.02.2 .03.01	Desmontaje de Coberturas de Geosintéticos	m2	305.00	2.15	655.75	
4.02.2 .03.02	Desmontaje de Tubería de HDPE de 8"	m	90.00	1.49	134.10	
4.02.2 .03.03	Relleno Compactado on Equipo Con Material Propio	m³	77.00	7.60	585.20	
4.02.3	Poza Permanente	-	-	-	145,344.41	
4.02.3 .01	Construcción de Poza Permanente	-	-	-	4,099.14	
4.02.3 .01.01	Excavación con Equipo en Material Suelto	m³	26.00	5.29	137.54	
4.02.3 .01.02	Relleno Compactado con Material de Desmonte (Con Equipo Liviano)	m³	8.00	52.90	423.20	
4.02.3 .01.03	Eliminación de Material Excedente en Zona Aledaña	m³	22.00	3.71	81.62	
4.02.3 .01.04	Perfilado y Nivelación Manual	m2	102.00	4.03	411.06	
4.02.3 .01.05	Suministro y Colocación de Geotextil de 270 g/m2	m2	102.00	6.21	633.42	
4.02.3 .01.06	Suministro y colocación de geomembrana Doble Texturada de LLPDE 1.50 mm	m2	102.00	23.65	2,412.30	
4.02.3 .02	Obras de Drenaje de Poza Permanente	-	-	-	7,190.26	
4.02.3 .02.01	Excavación en Caja de Canal en Material Suelto	m³	8.00	4.96	39.68	
4.02.3 .02.02	Relleno Compactado con Material de Desmonte (Con Equipo Liviano)	m³	6.00	52.90	317.40	
4.02.3 .02.03	Cama de Arena	m³	2.00	144.85	289.70	
4.02.3 .02.04	Suministro e Inst. Tubería HDPE Sdr-26 De 8"	m	30.00	71.54	2,146.20	
4.02.3 .02.05	Sum e Inst Válvula de Acero Inox Bridada Tipo Compuerta de 8"	Und	2.00	959.44	1,918.88	
4.02.3 .02.06	Sum e Inst Adaptador de Brida de 8"	Und	4.00	269.90	1,079.60	
4.02.3 .02.07	Sum e Inst Codo de HDPE Sdr-26 de 135° X 8"	Und	2.00	493.13	986.26	

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.02.3 .02.08	Sum e Inst Yee de HDPE Sdr-26 de 8"	Und	1.00	265.84	265.84	
4.02.3 .02.09	Prueba Hidráulica	m	30.00	4.89	146.70	
4.02.3 .03	Zanja Tipo II	-	-	-	45,647.21	
4.02.3 .03.01	Excavación en Caja de Canal en Material Suelto	m³	125.00	4.96	620.00	
4.02.3 .03.02	Acarreo y Acomodo de Material Excedente C/Carretilla D=50 m	m³	150.00	27.46	4,119.00	
4.02.3 .03.03	Manto de Control de Erosión	m2	2,347.00	17.43	40,908.21	
4.02.3 .04	Canal Tipo II	-	-	-	62,266.26	
4.02.3 .04.01	Excavación en Caja de Canal en Material Suelto	m³	108.00	4.96	535.68	
4.02.3 .04.02	Acarreo y Acomodo de Material Excedente C/Carretilla D=50 m	m³	130.00	27.46	3,569.80	
4.02.3 .04.03	Encofrado y Desencofrado Normal en Canal	m2	186.00	40.38	7,510.68	
4.02.3 .04.04	Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	1,980.00	5.25	10,395.00	
4.02.3 .04.05	Concreto F'c=140 Kg/cm2	m³	15.00	516.06	7,740.90	
4.02.3 .04.06	Concreto F'c=210 Kg/cm2	m³	50.00	593.15	29,657.50	
4.02.3 .04.07	Sello de Junta	m	110.00	25.97	2,856.70	
4.02.3 .05	Caja Colector	-	-	-	3,179.33	
4.02.3 .05.01	Excavación Manual en Material Suelto	m³	3.00	64.55	193.65	
4.02.3 .05.02	Acarreo y Acomodo De Material Excedente C/Carretilla D=50 m	m³	4.00	27.46	109.84	
4.02.3 .05.03	Concreto F'c=140 Kg/cm2	m³	1.00	516.06	516.06	
4.02.3 .05.04	Encofrado y Desencofrado Normal en Canal	m2	21.00	40.38	847.98	
4.02.3 .05.05	Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	62.00	5.25	325.50	
4.02.3 .05.06	Concreto F'c=210 Kg/cm2	m³	2.00	593.15	1,186.30	
4.02.3 .06	Alcantarilla	-	-	-	22,962.21	
4.02.3 .06.01	Excavación en Caja de Canal en Material Suelto	m³	12.00	4.96	59.52	
4.02.3 .06.02	Concreto F'c=140 Kg/cm2	m³	1.00	516.06	516.06	
4.02.3 .06.03	Encofrado y Desencofrado Normal en Canal	m2	140.00	40.38	5,653.20	
4.02.3 .06.04	Acero De Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	1,315.00	5.25	6,903.75	
4.02.3 .06.05	Concreto F'c=210 Kg/cm2	m³	15.00	593.15	8,897.25	

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.02.3 .06.06	Sello De Junta	m	17.00	25.97	441.49	
4.02.3 .06.07	Relleno Compactado con Material de Desmonte (Con Equipo Liviano)	m³	9.00	52.90	476.10	
4.02.3 .06.08	Eliminación de Material Excedente en Zona Aledaña	m³	4.00	3.71	14.84	
4.02.4	Depósito de Relaves ID 566	-	-	-	144,537.67	
4.02.4 .01	Movimientos de Tierras	-	-	-	56,418.76	
4.02.4 .01.01	Corte en Material Suelto	m³	3,358.00	7.10	23,841.80	
4.02.4 .01.02	Perfilado y Nivelación con Maquina	m2	5,486.00	1.56	8,558.16	
4.02.4 .01.03	Transporte De Material D=500 m (Hacia DME ID 565 Proyectado)	m³	4,030.00	5.96	24,018.80	
4.02.4 .02	Zanja de Coronación	-	-	-	7,547.40	
4.02.4 .02.01	Excavación Manual en Roca Fija	m³	63.00	79.16	4,987.08	
4.02.4 .02.02	Emboquillado de Piedra E=0.20m (Estructura de Descarga)	m2	1.00	116.38	116.38	
4.02.4 .02.03	Acarreo y Acomodo de Material Excedente C/Carretilla D=50 m	m³	89.00	27.46	2,443.94	
4.02.4 .03	Cobertura y Revegetación Tipo II	-	-	-	80,571.51	
4.02.4 .03.01	Espolvoreado de Cal	m2	1,162.00	1.55	1,801.10	
4.02.4 .03.02	Relleno Compactado con Equipo con Arcilla	m³	284.00	39.10	11,104.40	
4.02.4 .03.03	Relleno con Material Granular sin Compactar – Masivo	m³	284.00	113.80	32,319.20	
4.02.4 .03.04	Relleno con Tierra de Cultivo - Masivo	m³	284.00	82.74	23,498.16	
4.02.4 .03.05	Suministro y Colocación de Pastos Nativos (Inc. Recolección y siembra de Pastos)	m2	1,419.00	8.35	11,848.65	
4.03	Depósito de Material Excedente (DME ID 565 Proyectado)	-	-	-	7,071,920.55	
4.03.1	Preparación de Base del DME	-	-	-	1,824,084.45	
4.03.1 .01	Limpieza y Desbroce C/Máquina	m2	25,983.0	0.50	12,991.50	
4.03.1 .02	Excavación con Equipo en Material Suelto	m³	46,476.0	5.29	245,858.04	
4.03.1 .03	Perfilado y Nivelación C/Máquina	m2	25,983.0	1.56	40,533.48	
4.03.1 .04	Apilamiento y Acomodo de Material Suelto	m³	20,707.0	6.51	134,802.57	
4.03.1 .05	Transporte de Material D=300m (Retiro Temporal)	m³	46,476.0	5.69	264,448.44	
4.03.1 .06	Transporte de Material D=300m (Retorno)	m³	24,513.0	5.69	139,478.97	

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.03.1.07	Suministro y Colocación de Geotextil de 270 g/m2	m2	54,670.0	6.21	339,500.70	
4.03.1.08	Suministro y colocación de geo membrana doble texturada de LLPDE 1.50 mm.	m2	27,335.0	23.65	646,472.75	
4.03.2	Trinchera de Anclaje	-	-	-	9,778.34	
4.03.2.01	Excavación en Caja de Canal en Material Suelto	m³	169.00	4.96	838.24	
4.03.2.02	Relleno Compactado con Material de Desmonte (Con Equipo Liviano)	m³	169.00	52.90	8,940.10	
4.03.3	Dique de Arranque	-	-	-	740,657.46	
4.03.3.01	Limpieza y Desbroce C/Máquina	m2	2,657.00	0.50	1,328.50	
4.03.3.02	Excavación con Equipo en Material Suelto	m³	2,789.00	5.29	14,753.81	
4.03.3.03	Suministro y Colocación de Geotextil Tejido	m2	2,547.00	13.51	34,409.97	
4.03.3.04	Relleno Compactado con Material de Enrocado	m³	1,717.00	104.51	179,443.67	
4.03.3.05	Relleno Compactado con Equipo con Material de Afirmado	m³	2,678.00	115.47	309,228.66	
4.03.3.06	Perfilado y Nivelación C/Máquina	m2	1,580.00	1.56	2,464.80	
4.03.3.07	Suministro y Colocación de Geotextil De 270 g/m2	m2	11,035.0	6.21	68,527.35	
4.03.3.08	Suministro y colocación de geo membrana doble texturada LLPDE 1.50mm	m2	5,518.00	23.65	130,500.70	
4.03.4	DME ID 565 Proyectado	-	-	-	1,357,182.12	
4.03.4.01	Relleno Compactado con Equipo con Material Propio	m³	173,460	7.60	1,318,296.0	
4.03.4.02	Perfilado y Nivelación C/Máquina	m2	24,927.0	1.56	38,886.12	
4.03.5	Muro de Sostenimiento – Gavión	-	-	-	200,211.03	
4.03.5.01	Gavión Caja de 5.00 X 1.00 X 1.00m	m³	653.00	237.36	154,996.08	
4.03.5.02	Suministro y Colocación de Geotextil de 270 g/m2	m2	3,337.00	6.21	20,722.77	
4.03.5.03	Relleno Compactado para Dren con Material de Filtro (Con Equipo Liviano)	m³	105.00	165.72	17,400.60	
4.03.5.04	Suministro e Inst. Tubería Corrugada de HDPE Perforada D=4"	m2	653.00	10.86	7,091.58	
4.03.6	Sistema de Drenaje	-	-	-	180,095.64	
4.03.6.01	Canal de Coronación Tipo I	-	-	-	176,742.79	
4.03.6.01.01	Excavación en Zanja en Material Suelto	m³	513.00	4.96	2,544.48	

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.03.6 .01.02	Eliminación de Material Excedente en Zona Aledaña	m³	616.00	3.71	2,285.36	
4.03.6 .01.03	Concreto F'c=140 Kg/cm2	m³	38.00	516.06	19,610.28	
4.03.6 .01.04	Encofrado y Desencofrado Normal en Canal	m2	508.00	40.38	20,513.04	
4.03.6 .01.05	Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	8,622.00	5.25	45,265.50	
4.03.6 .01.06	Concreto F'c=210 Kg/cm2	m³	133.00	593.15	78,888.95	
4.03.6 .01.07	Sello De Junta	m	294.00	25.97	7,635.18	
4.03.6 .02	Cajas colectoras	-	-	-	3,352.85	
4.03.6 .02.01	Excavación en Caja de Canal en Material Suelto	m³	4.00	4.96	19.84	
4.03.6 .02.02	Acarreo y Acomodo de Material Excedente C/Carretilla D=50 m	m³	5.00	27.46	137.30	
4.03.6 .02.03	Concreto F'c=140 Kg/cm2	m³	0.40	516.06	206.42	
4.03.6 .02.04	Encofrado y Desencofrado Normal en Canal	m2	28.24	40.38	1,140.33	
4.03.6 .02.05	Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	61.82	5.25	324.56	
4.03.6 .02.06	Concreto F'c=210 Kg/cm2	m³	2.57	593.15	1,524.40	
4.03.7	Cobertura y Revegetación Tipo I	-	-	-	2,653,619.29	
4.03.7 .01	Suministro y Colocación de Geotextil de 270 g/m2	m2	49,854.0	6.21	309,593.34	
4.03.7 .02	Suministro y Colocación de Geomembrana Doble Texturada de LLPDE 1.50mm	m2	24,927.0	23.65	589,523.55	
4.03.7 .03	Relleno Compactado con Material de Desmonte (Con Equipo Liviano)	m³	38.25	52.90	2,023.43	
4.03.7 .04	Relleno Compactado con Equipo con Arcilla	m³	9,971.00	39.10	389,866.10	
4.03.7 .05	Relleno con Material Granular sin Compactar - Masivo	m³	4,985.00	113.80	567,293.00	
4.03.7 .06	Relleno con Tierra De Cultivo - Masivo	m³	4,985.00	82.74	412,458.90	
4.03.7 .07	Suministro y Colocación de Pastos Nativos (Inc. Recolección y siembra de Pastos)	m2	24,927.0	8.35	208,140.45	
4.03.7 .08	Cerco de Metálico de Malla y Postes Inc. Puerta	m	650.00	265.28	172,432.00	
4.03.7 .09	Hitos De Concreto	Und	4.00	572.13	2,288.52	
4.03.8	Sistema de Riego	-	-	-	106,292.22	
4.03.8 .01	Almacenamiento de Agua para Riego	-	-	-	54,101.27	

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.03.8 .01.01	Perfilado y Nivelación Manual	m2	45.00	4.03	181.35	
4.03.8 .01.02	Concreto F'c=140 Kg/cm2	m³	5.00	516.06	2,580.30	
4.03.8 .01.03	Encofrado y Desencofrado Normal en Canal	m2	43.00	40.38	1,736.34	
4.03.8 .01.04	Acero De Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	535.00	5.25	2,808.75	
4.03.8 .01.05	Concreto F'c=210 Kg/cm2	m³	15.00	593.15	8,997.25	
4.03.8 .01.06	Curado Químico de Concreto	m2	34.00	2.44	82.96	
4.03.8 .01.07	Tanque De Polietileno de 25000 Lts.	Und	2.00	15,193.24	30,386.48	
4.03.8 .01.08	Cerco de Metálico de Malla y Postes Inc. Puerta	m	28.00	265.28	7,427.84	
4.03.8 .02	Línea de Distribución	-	-	-	37,970.72	
4.03.8 .02.01	Suministro e Instalación Tubería HDPE D=4" Sdr 17 Incl. Prueb. Hidráulica	m	168.00	36.99	6,214.32	
4.03.8 .02.02	Suministro e Instalación Tubería HDPE D=3" Sdr 17 Incl. Prueb. Hidráulica	m	218.00	32.84	7,159.12	
4.03.8 .02.03	Suministro e Inst. Tubería HDPE (2"), Sdr 17 Inc. Prueba Hidráulica	m	237.00	25.33	6,003.21	
4.03.8 .02.04	Sum e Inst Codo de HDPE de 90° 3"X4"	Und	4.00	93.52	374.08	
4.03.8 .02.05	Sum e Inst Codo de HDPE de 135° De 3"	Und	2.00	84.24	168.48	
4.03.8 .02.06	Sum e Inst Codo de HDPE de 90° 3"X3/4"	Und	1.00	161.92	161.92	
4.03.8 .02.07	Sum e Inst Codo de HPDE de 90° 2"X3/4"	Und	4.00	104.42	417.68	
4.03.8 .02.08	Sum e Inst Tee de HDPE de 4"	Und	2.00	188.29	376.58	
4.03.8 .02.09	Sum e Inst Tee de HDPE de 3"	Und	3.00	72.80	218.40	
4.03.8 .02.10	Sum e Inst Tee de HDPE de 3"X3/4"	Und	6.00	142.21	853.26	
4.03.8 .02.11	Sum e Inst Tee de HDPE de 2"X3/4"	Und	11.00	61.74	679.14	
4.03.8 .02.12	Válvula de Compuerta Pesada de Bronce de 4"	Und	3.00	869.68	2,609.04	
4.03.8 .02.13	Válvula de Compuerta Pesada de Bronce De 3"	Und	11.00	447.31	4,920.41	
4.03.8 .02.14	Válvula de Compuerta Pesada de Bronce de 2"	Und	11.00	315.70	3,472.70	
4.03.8 .02.15	Válvula de Purga De 4"	Und	1.00	869.68	869.68	
4.03.8 .02.16	Válvula de Purga De 2"	Und	11.00	315.70	3,472.70	
4.03.8 .03	Equipo de Riego	-	-	-	14,220.23	
4.03.8 .03.01	Aspersor de Impacto de 1/2" Q=0.23 lt/Seg P=1.5 atm Radio de Acción 10 m	Und	42.00	33.83	1,420.86	

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
4.03.8 .03.02	Válvula de Acople Rápido 3/4"	Und	42.00	44.88	1,884.96	
4.03.8 .03.03	Llave de Bayoneta 3/4"	Und	42.00	33.29	1,398.18	
4.03.8 .03.04	Manguera PEBD De 3/4"	m	619.00	3.69	2,284.11	
4.03.8 .03.05	Sum e Inst Codo de HDPE de 90° X 3/4"	Und	10.00	58.63	586.30	
4.03.8 .03.06	Tee de HDPE de 3/4"	Und	32.00	40.64	1,300.48	
4.03.8 .03.07	Trípode de Metal de 3/4"	Und	42.00	43.36	1,821.12	
4.03.8 .03.08	Collarín de 3/4"	Und	42.00	26.04	1,093.68	
4.03.8 .03.09	Campana de 3/4 "	Und	42.00	15.85	665.70	
4.03.8 .03.10	Elevador de 3/4 "	Und	42.00	24.56	1,031.52	
4.03.8 .03.11	Niple de HDPE de 3/4"	Und	42.00	17.46	733.32	
5	Medidas y Manejo Ambiental durante la Obra	-	-	-	-	632,276.05
5.01	Programa de Medidas Preventivas, correctivas y/o Mitigación	-	-	-	261,475.90	-
5.01.1	Humedecimiento del Terreno	Glb	1.00	31,278.50	31,278.50	-
5.01.2	Lona para transporte de Material	m2	100.00	2.01	201.00	
5.01.3	Membrana para protección temporal de lluvias	m2	101,320	2.27	229,996.40	
5.02	Programa de Manejo de Residuos	-	-	-	153,800.00	
5.02.1	Manejo de Residuos	Glb	1.00	64,200.00	64,200.00	
5.02.2	Alquiler de Baño Portátil (6 unidades)	Mes	16.00	5,600.00	89,600.00	
5.03	Programa de Monitoreo Ambiental	-	-	-	31,879.56	
5.03.1	Monitoreo Ambiental Durante la Ejecución de Obra	Und	3.00	10,626.52	31,879.56	
5.04	Programa de Salud y Seguridad	-	-	-	104,520.59	
5.04.1	Equipos de Protección Individual	Glb	1.00	66,730.56	66,730.56	
5.04.2	Equipos de Protección Colectiva	Glb	1.00	9,207.10	9,207.10	
5.04.3	Cartilla de Seguridad	Glb	1.00	840.00	840.00	
5.04.4	Señalización de Seguridad	Und	30.00	115.34	3,460.20	
5.04.5	Capacitación de Seguridad y Salud	Mes	16.00	1,000.00	16,000.00	
5.04.6	Recursos para Respuestas ante Emergencias en Seguridad y Salud en el Trabajo	Glb	1.00	8,282.73	8,282.73	
5.05	Programa de Educación Ambiental	-	-	-	48,100.00	
5.05.1	Capacitación y Educación Ambiental para los Trabajadores de la Obra	Glb	1.00	48,100.00	48,100.00	
5.06	Programa de Remediación	-	-	-	32,500.00	
5.06.1	Remediación en Zonas de Canteras	Ha	1.00	15,800.00	15,800.00	

Ítem	Descripción	Uni.	Mt.	P. unitario (S/.)	P. Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)
5.06.2	Suministro y Colocación de Pastos Nativos (Inc. Recolección y siembra de Pastos)	m2	2,000.00	8.35	16,700.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)					15,997,931.84

5.2.2 Etapa post cierre

Para el caso de la etapa post cierre, donde se contempla tanto el mantenimiento como el monitoreo, los costos se reducen significativamente respecto de las actividades de cierre (ver Figura N° 11).

La Tabla 52 muestra el presupuesto asignado para etapa post cierre de la alternativa de cierre ex situ, dicha información ha sido extraído del plan anual de contrataciones de AMSAC.

Tabla 52 Presupuesto Etapa Post cierre - Ex situ PAM Ex U.M. Aladino VI

Ítem	Descripción	Uni.	Tipo de moneda	Monto
00	Servicio de conservación y preservación posterior al cierre de la remediación ambiental en la Ex Unidad Minera Aladino VI	Global	Soles	2 883 204.63

5.3 CRONOGRAMA

5.3.1 Actividades de cierre

El cronograma expuesto en la Tabla 53 representa el plazo asociado a las actividades de cierre a realizar para la remediación de los PAM de la Ex U.M. Aladino VI.

Tabla 53 Cronograma de Plan de Cierre - Ex situ PAM Ex U.M. Aladino VI

Ítem	Descripción	Duración	Inicio	Final	Antecesor
00	PLAN DE CIERRE	480d	-	-	-
1	Obras Provisionales y Trabajos Preliminares	462 d	M1	M16	0.00
1.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	30 d	M1	M2	0.00
1.02	Instalaciones Provisionales	30 d	M1	M2	1.01
1.03	Cartel De Identificación de Obra 3.60 x 2.40m	1 d	M1	M1	1.01
1.04	Trazo y Replanteo	460 d	M1	M16	1.01
1.05	Habilitación y Mejoramiento de Caminos de Acceso	24 d	M1	M2	1.01

Ítem	Descripción	Duración	Inicio	Final	Antecesor
2	Instalaciones de Procesamiento	39 d	M8	M9	1.05
2.01	Planta de Procesamiento	39 d	M8	M9	1.05
2.01.1	Demolición y Eliminación	39 d	M8	M9	1.05
3	Otras infraestructuras relacionadas con el proyecto	61 d	M9	M11	02.01.01
3.01	Campamentos, Oficinas y Talleres	61 d	M9	M11	02.01.01
3.01.1	Demolición y Eliminación	61 d	M9	M11	02.01.01
4	Instalaciones para el Manejo de Residuos	461 d	M1	M16	1.05
4.01	Desmante de Mina	215 d	M4	M11	1.05
4.01.1	Movimientos de Tierras	215 d	M4	M11	1.05
4.01.2	Zanja de Coronación	75 d	M6	M9	04.01.01
4.01.3	Cobertura y Revegetación Tipo II	56 d	M8	M9	04.01.02
4.01.4	Cobertura y Revegetación Tipo III	44 d	M9	M10	04.01.04
4.02	Depósito de Relaves	408 d	M1	M16	1.05
4.02.1	Depósito de Relave ID 565	408 d	M1	M16	1.05
4.02.1.01	Movimiento de Tierra	319 d	M1	M12	1.05
4.02.1.02	Zanja de Coronación	174 d	M5	M10	04.02.01.01
4.02.1.03	Cobertura y Revegetación Tipo II	109 d	M11	M15	04.02.01.02
4.02.1.04	Cobertura y Revegetación Tipo III	80 d	M11	M14	04.02.01.02
4.02.1.05	Encauzamiento del Río	75 d	M7	M10	04.02.01.02
4.02.2	Pozas Temporales de Secado (ID-565)	26 d	M7	M8	04.02.01.02
4.02.2.01	Construcción de Pozas Temporales de Secado	13 d	M7	M7	04.02.01.02
4.02.2.02	Obras de Drenaje	10 d	M8	M8	04.02.02.01
4.02.2.03	Desmantelamiento de Poza	3 d	M8	M8	04.02.02.02
4.02.3	Poza Permanente	125 d	M8	M12	04.02.02.03
4.02.3.01	Construcción de Poza Permanente	8 d	M8	M8	04.02.02.03
4.02.3.02	Obras de Drenaje de Poza Permanente	9 d	M9	M9	04.02.03.01
4.02.3.03	Zanja Tipo II	37 d	M9	M10	04.02.03.02
4.02.3.04	Canal Tipo II	37 d	M10	M11	04.02.03.03
4.02.3.05	Caja Colector	8 d	M11	M11	04.02.03.04
4.02.3.06	Alcantarilla	26 d	M11	M12	04.02.03.05
4.02.4	Depósito de Relave ID 566	94 d	M4	M8	04.01.01
4.02.4.01	Movimiento de Tierras	20 d	M4	M4	04.01.01
4.02.4.02	Zanja de Coronación	48 d	M5	M6	04.02.04.01
4.02.4.03	Cobertura y Revegetación Tipo II	26 d	M6	M7	04.02.04.02
4.03	Depósito de Material Excedente (DME ID 565 Proyectado)	435 d	M2	M16	04.02.01.01
4.03.1	Preparación de Base del DME Proyectado	306 d	M2	M12	04.02.01.01
4.03.2	Trinchera de Anclaje	22 d	M3	M4	04.03.01
4.03.3	Dique de Arranque	32 d	M3	M4	04.03.01
4.03.4	DME ID 565 - Proyectado	226 d	M2	M11	04.01.01
4.03.5	Muro de Sosténimiento - Gavión	68 d	M11	M13	04.03.04
4.03.6	Sistema de Drenaje	75 d	M9	M11	04.03.01

Ítem	Descripción	Duración	Inicio	Final	Antecesor
4.03.6.01	Canal de Coronación Tipo I	67 d	M9	M11	04.03.01
4.03.6.02	Cajas Colectoras	8 d	M11	M11	04.03.06.01
4.03.7	Cobertura y Revegetación Tipo I	134 d	M12	M16	04.03.04
4.03.8	Sistema de Riego	56 d	M14	M15	04.03.07
4.03.8.01	Almacenamiento de Agua para Riego	16 d	M14	M14	04.03.07
4.03.8.02	Línea de Distribución	29 d	M14	M15	04.03.08.01
4.03.8.02	Equipo de Riego	11 d	M15	M16	04.03.08.02
5	Medidas y Manejo Ambiental Durante la Obra	475 d	M1	M16	0.00

5.3.2 Etapa Post cierre

Para el caso de la etapa post cierre, se tiene previsto una duración de 5 años, como lo indica la Ley 28271, y se contempla el mantenimiento físico, geoquímico, hidrológico y biológico, así como el monitoreo de la estabilidad física, geoquímica e hidrológica, el monitoreo biológico, de calidad de suelos y de los programas sociales.

La Tabla 54 muestra el cronograma asignado para etapa post cierre de la alternativa de cierre ex situ. Para el caso del mantenimiento y monitoreo post cierre se ha considerado que la frecuencia de medición será semestral durante los 2 primeros años y, posteriormente, anual por un periodo de tres años como mínimo.

Tabla 54 Cronograma Etapa Post cierre - Ex situ PAM Ex U.M. Aladino VI

Ítem	Descripción	Años				
		1	2	3	4	5
01	Mantenimiento Post cierre					
02	Monitoreo Post Cierre					

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN COMPARATIVA CON METODOLOGÍAS TRADICIONALES

En el presente capítulo se desarrolla la evaluación ambiental y económica durante la ejecución de las obras de recuperación de las áreas afectadas por pasivos ambientales entre la propuesta de ex situ e in situ.

La evaluación realizada se basa en la información plasmada en los capítulos anteriores, que contempla las condiciones actuales, las actividades de cierre, el mantenimiento y monitoreo post-cierre y la viabilidad económica.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Las alternativas que describen a continuación, suelen ser aquellas que son utilizadas en mayor medida para el cierre de las actividades mineras.

6.1.1 Alternativa de Cierre Ex Situ

Esta alternativa propone la remoción total de los residuos mineros (relaves y desmontes de mina) para luego ser reubicados en una zona impactada (planta de procesamiento u otra infraestructura) a través de un depósito de material excedente de forma encapsulada. El encapsulamiento consiste en la colocación de una base impermeable antes de la conformación del DME y luego cubrir mediante una cobertura. Además, se realiza la colocación de cobertura a las áreas donde se removieron los residuos mineros, a fin de recuperar estas zonas impactadas, todo ello complementado con las obras hidráulicas para derivar las aguas provenientes de las precipitaciones, para finalmente revegetar las áreas impactadas con una especie seleccionada.

6.1.2 Alternativa de Cierre In Situ

Esta alternativa propone el perfilado y nivelado de los residuos mineros (relaves y desmonte de mina), seguido por la colocación de una cobertura todo ello complementado con las obras hidráulicas para derivar las aguas provenientes de las precipitaciones, para finalmente realizar el sembrado de una especie seleccionada.

6.2 EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación ambiental comprende la identificación de aquellas actividades que pudieran generar impactos ambientales, determinando, evaluando y describiendo los impactos ambientales más significativos, para finalmente establecer las medidas de prevención, mitigación y/o control.

6.2.1 Actividades de Cierre generador de impactos ambientales

Para definir las actividades que generan impactos ambientales se ha tomado en cuenta las actividades de cierre detalladas en el ítem 4.1 que probablemente causen impactos ambientales en el área de influencia.

La Figura N° 38 define e identifica los componentes ambientales con su respectiva afectación teniendo como base la Tabla 6 Impactos Ambientales en la minería.



Figura N° 38 Componentes ambientales impactados

Para el caso de las actividades preliminares, tanto para la alternativa de cierre ex situ, como para la alternativa de cierre in situ se realizan las mismas actividades que consisten en:

- Movilización y desmovilización de equipos.
- Instalación de áreas provisionales.

- Instalación de cartel de identificación de obra.
- Trazo y replanteo.
- Habilitación y mejoramiento de accesos.

Las actividades de cierre se distinguen principalmente en que la alternativa de cierre ex situ concentra trabajos de remoción, traslado y secado de relaves; mientras que, en la alternativa de cierre in situ las actividades se concentran en la remoción y perfilado. La Tabla 55 y Tabla 56 muestran las principales actividades de cierre a realizarse, de acuerdo a los objetivos del plan de cierre descritos en la Guía de Elaboración de Planes de Cierre de PAM del MINEM.

Tabla 55 Actividades de Cierre de Propuesta Ex Situ

Tipo de PAM	Estabilidad Física	Estabilidad Geoquímica	Estabilidad Hidrológica	Revegetación
Depósito de Relaves	Remoción total de relaves y reubicación al DME ID 565 proyectado	Colocación de cobertura	Construcción de zanja de coronación	Siembra de especie seleccionada
Desmonte de mina	Excavación, transporte al DME ID 565 proyectado, relleno compactado, perfilado y nivelación.	Colocación de cobertura	Construcción de zanja de coronación	Siembra de especie seleccionada
Infraestructura	Demolición	-	-	-
Planta de Procesamiento	Demolición	-	-	-

Tabla 56 Actividades de Cierre de Propuesta In Situ

Tipo de PAM	Estabilidad Física	Estabilidad Geoquímica	Estabilidad Hidrológica	Revegetación
Depósito de Relaves	Perfilado y nivelación	Colocación de cobertura	Construcción de zanja de coronación y drenes	Siembra de especie seleccionada
Desmonte de mina	Perfilado y nivelación	Colocación de cobertura	Construcción de zanja de coronación	Siembra de especie seleccionada
Infraestructura	Demolición	-	-	-
Planta de Procesamiento	Demolición	-	-	-

6.2.2 Identificación de Impactos Ambientales

Para lograr una efectiva identificación de impactos ambientales se ha relacionado impactos con sus respectivas actividades de cierre. La Tabla 57, la Tabla 58 y la

Tabla 59 muestran la matriz de identificación de impactos ambientales para las diferentes actividades.

Tabla 57 Matriz de identificación – Actividades Preliminares

Impacto Ambiental	Actividades preliminares				
	Movilización y desmovilización de equipos	Instalación de áreas provisionales	Instalación de cartel de identificación de obra	Trazo y Replanteo	Habilitación y mejoramiento de accesos
Alteración de la calidad del aire	X	-	-	-	X
Incremento de vibraciones	X	X	-	-	X
Incremento de los niveles de ruido	X	X	X	X	X
Afectación de la calidad del suelo	X	X	-	-	-
Perturbación y ahuyentamiento de la fauna	X	X	-	-	X
Generación de empleo	X	X	X	X	X
Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	X	X	X	X	X

Tabla 58 Matriz de identificación – Actividades de cierre ex situ

Impacto Ambiental	Depósito de Relaves					Desmonte de Mina							Otros
	Remoción total de relaves	Reubicación de relaves al DME ID 565 Proyecto	Colocación de cobertura	Construcción de zanja de coronación	Siembra de la especie	Excavación	Transporte al DME ID 565 proyectado	Relleno compactado	Perfilado y nivelación	Colocación de cobertura	Construcción de zanja de coronación	Siembra de especie	Demolición
Alteración de la calidad del aire	X	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X
Incremento de vibraciones	X	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X
Incremento de los niveles de ruido	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X
Afectación de la calidad del suelo	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
Afectación de la calidad de agua	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Modificación del paisaje	X	X	X	-	X	X	-	-	-	X	-	X	-
Perturbación y ahuyentamiento de la fauna	X	X	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
Incremento de la cobertura vegetal	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	X	-
Generación de empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 59 Matriz de identificación – Actividades de cierre in situ

Impacto Ambiental	Depósito de Relaves					Desmante de Mina				Otros
	Construcción de drenes	Perfilado y nivelación	Colocación de cobertura	Construcción de zanja de coronación	Siembra de la especie	Perfilado y nivelación	Colocación de cobertura	Construcción de zanja de coronación	Siembra de especie	Demolición
Alteración de la calidad del aire	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X
Incremento de vibraciones	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X
Incremento de los niveles de ruido	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X
Afectación de la calidad del suelo	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X
Afectación de la calidad de agua	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Modificación del paisaje	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-
Perturbación y ahuyentamiento de la fauna	X	X	-	X	-	X	-	X	-	-
Incremento de la cobertura vegetal	-	-	X	-	X	-	X	-	X	-
Generación de empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

6.2.3 Evaluación de impactos ambientales

Se ha utilizado la metodología Conesa desarrollada en el ítem 2.2.5, donde se ha asignado un valor de impacto ambiental (I) correspondiente a un grado de afectación (GA).

La Tabla 60 y la Tabla 61, presentan la evaluación de impactos ambientales para las actividades preliminares, y la demolición de la infraestructura presente y de la planta de procesamiento. Estas actividades son las mismas para ambas alternativas.

Tabla 60 Evaluación de impactos ambientales – Actividades Preliminares

Impacto Ambiental	Actividades preliminares									
	Movilización y desmovilización de equipos		Instalación de áreas provisionales		Instalación de cartel de identificación de obra		Trazo y Replanteo		Habilitación y mejoramiento de accesos	
	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA
Alteración de la calidad del aire	-21	Leve	-		-		-		-27	Moderado
Incremento de vibraciones	-20	Leve	-20	Leve	-		-		-27	Moderado
Incremento de los niveles de ruido	-20	Leve	-23	Leve	-13	Leve	-20	Leve	-24	Leve
Afectación de la calidad del suelo	-20	Leve	-21	Leve	-		-		-	
Afectación de la calidad de agua	-		-		-		-		-	
Modificación del paisaje	-		-		-		-		-	
Perturbación y ahuyentamiento de la fauna	-23	Leve	-23	Leve	-		-		-23	Leve
Incremento de la cobertura vegetal	-		-		-		-		-	
Generación de empleo	22	Leve	22	Leve	13	Leve	22	Leve	23	Leve
Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	-20	Leve	-20	Leve	-13	Leve	-20	Leve	-20	Leve

Tabla 61 Evaluación de impactos ambientales – Demolición

Impacto Ambiental	Infraestructura y Planta de Procesamiento											
	Alteración de la calidad del aire		Incremento de vibraciones		Incremento de los niveles de ruido		Afectación de la calidad del suelo		Generación de empleo		Afectación a la salud y seguridad del trabajador	
	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA
Demolición	-21	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	22	Leve	-20	Leve

La Tabla 62 y la Tabla 63, muestra la evaluación de impactos ambientales para los depósitos de relaves en las actividades de cierre mediante las dos alternativas tanto ex situ como in situ. Dando cuenta que existen impactos ambientales con un grado de afectación moderado, que deberán ser mitigados.

Tabla 62 Evaluación de impactos ambientales – Relaves disposición ex situ

Impacto Ambiental	Actividades de cierre ex situ – Depósito de relaves									
	Remoción total de relaves		Reubicación de relaves al DME ID 565		Colocación de Coberturas		Construcción de zanja de coronación		Siembra de la especie	
	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA
Alteración de la calidad del aire	-26	M	-26	M	-		-		-	
Incremento de vibraciones	-22	Leve	-23	Leve	-		-		-	
Incremento de los niveles de ruido	-22	Leve	-23	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-	
Afectación de la calidad del suelo	-22	Leve	-23	Leve	-		-		-	
Afectación de la calidad de agua	-22	Leve	-23	Leve	-		-		-	
Modificación del paisaje	28	M	26	M	30	M	-		30	M
Perturbación y ahuyentamiento de la fauna	-23	Leve	-23	Leve	-		-23	Leve	-	
Incremento de la cobertura vegetal	-		-		31	M	-		41	M
Generación de empleo	22	Leve	27	M	22	Leve	22	Leve	23	Leve
Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve

M: Moderado

Tabla 63 Evaluación de impactos ambientales – Relaves disposición in situ

Impacto Ambiental	Actividades de cierre in situ – Depósito de relaves							
	Perfilado y nivelado		Colocación de Coberturas		Construcción de zanja de coronación		Siembre de la especie	
	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA
Alteración de la calidad del aire	-24	Leve	-		-		-	
Incremento de vibraciones	-23	Leve	-		-		-	
Incremento de los niveles de ruido	-23	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-	
Modificación del paisaje	-		24	Leve	-		26	Moderado
Perturbación y ahuyentamiento de la fauna	-23	Leve	-		-23	Leve	-	
Incremento de la cobertura vegetal	-		25	Moderado	-		29	Moderado
Generación de empleo	22	Leve	22	Leve	22	Leve	22	Leve
Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve

La Tabla 64 y la Tabla 65, muestra la evaluación de impactos ambientales para los desmontes de mina en las actividades de cierre mediante las dos alternativas, ex situ e in situ.

Tabla 64 Evaluación impactos ambientales – Desmonte disposición ex situ

	Actividades de cierre ex situ – Desmonte de mina													
Impacto Ambiental	Excavación		Transporte al DME ID 565		Relleno Compactado		Perfilado y nivelación		Colocación de Coberturas		Construcción de zanja de coronación		Siembre de la especie	
	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA
Alteración de la calidad del aire	-26	M	-26	M	-20	Leve	-24	Leve	-		-		-	
Incremento de vibraciones	-22	Leve	-23	Leve	-23	Leve	-23	Leve	-		-		-	
Incremento de los niveles de ruido	-22	Leve	-23	Leve	-23	Leve	-23	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-	

	Actividades de cierre ex situ – Desmante de mina													
Impacto Ambiental	Excavación		Transporte al DME ID 565		Relleno Compactado		Perfilado y nivelación		Colocación de Coberturas		Construcción de zanja de coronación		Siembre de la especie	
	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA
Afectación de la calidad del suelo	-		-23	Leve	-		-		-		-		-	
Afectación de la calidad de agua	-22	Leve	-		-		-		-		-		-	
Modificación del paisaje	28	M	-		-		-		30	M	-		30	M
Perturbación y ahuyentamiento de la fauna	-23	Leve	-23	Leve	-23	Leve	-23	Leve	-		-23	Leve	-	
Incremento de la cobertura vegetal	-		-		-		-		31	M	-		41	M
Generación de empleo	22	Leve	27	M	22	Leve	22	Leve	22	Leve	22	Leve	23	Leve
Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve

M: Moderado

Tabla 65 Evaluación de impactos ambientales – Desmante disposición in situ

Actividades de cierre in situ – Desmante de mina								
Impacto Ambiental	Perfilado y nivelación		Colocación de Coberturas		Construcción de zanja de coronación		Siembre de la especie	
	I	GA	I	GA	I	GA	I	GA
Alteración de la calidad del aire	-24	Leve	-		-		-	
Incremento de vibraciones	-23	Leve	-		-		-	
Incremento de los niveles de ruido	-23	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-	
Modificación del paisaje	-		25	Moderado	-		26	Moderado
Perturbación y ahuyentamiento de la fauna	-23	Leve	-		-23	Leve	-	
Incremento de la cobertura vegetal	-		25	Moderado	-		29	Moderado
Generación de empleo	22	Leve	22	Leve	22	Leve	22	Leve
Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve	-20	Leve

La gran diferencia entre alternativas radica en los impactos ambientales referentes a la modificación del paisaje y el incremento de la cobertura vegetal.

6.2.4 Mitigación de Impactos Ambientales

Para el caso de la alternativa ex situ, se debe ejecutar el plan de mitigación de impactos ambientales que consistirá en realizar acciones que permitan aplacar los impactos generados por las distintas actividades de cierre realizadas.

Alteración de la calidad del aire:

- Realizar el regado de acceso y el humedecimiento de las áreas removidas y de los materiales producto de la excavación, así como en las zonas donde se efectuará el desplazamiento de equipos y vehículos, a fin de minimizar la generación de material particulado.
- El traslado de materiales y desmontes en camiones deberá realizarse cubierto por una lona húmeda para evitar la generación de material particulado.
- Se deberán establecer controles de velocidad, colocar señalética.
- Capacitaciones a los conductores sobre los límites de velocidad en obra.
- Se exigirá el mantenimiento y limpieza de todos los ductos de salida como tubos de escape de automóviles, maquinaria y equipos.
- Los vehículos deberán pasar una inspección anual de emisión.
- Capacitación al personal, sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.
- Ejecución del Programa de monitoreo de calidad de aire.

Incremento de vibraciones:

- Se deberá minimizar al máximo la generación de vibraciones de los equipos, mediante revisiones técnicas.

Incremento de los niveles de ruido:

- Los vehículos y equipos utilizados deben ser sometidos a un programa de mantenimiento preventivo, a fin de evitar ruidos por desperfectos.
- A los vehículos se les prohibirá el uso de sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarios, solo en caso de emergencia.
- Ejecución del Programa de monitoreo de ruido ambiental.

- Capacitación al personal sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

Afectación de la calidad del suelo:

- Se deberá capacitar al personal sobre el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos
- Los contenedores de aceites y combustibles se almacenarán sobre bandejas antiderrames y serán colocados en un almacén acondicionado.
- Las áreas de almacén de aceites y/o lubricantes tendrán un piso impermeabilizado. Además, de colocar señalización indicando la prohibición de verter aceites, grasas y lubricantes al piso.
- Se deberán proteger las áreas de cambio de lubricantes (impermeabilizar).
- Se verificará que los equipos y maquinarias a utilizarse se encuentren en buen estado de funcionamiento sin la presencia de fugas.
- Las áreas utilizadas para las áreas auxiliares deberán ser restauradas.
- Se deberá implementar un Programa de manejo de residuos sólidos.
- En caso ocurriese alguna fuga accidental por desperfecto de maquinarias, se colocará material absorbente sobre la parte líquida del derrame. Asimismo, en caso ocurra derrames accidentales de combustibles, aceites o grasas, que contaminen los suelos, se deberá delimitar el área afectada, realizar la remoción de todo el suelo afectado y efectuar su reposición.
- Ejecución del Programa de monitoreo de suelo.
- Los depósitos de residuos sólidos y líquidos estarán debidamente asegurados y protegidos, con la finalidad de prevenir el derrame de sólidos en la vía de transporte.
- Se deberá implementar una zona de lavado de neumáticos de los vehículos, a la salida del relave ID 565. Ya que los vehículos pueden arrastrar el material del relave en sus neumáticos.

Alteración a la calidad del agua:

- Supervisar periódicamente el manejo de residuos sólidos y líquidos en la zona del Proyecto. Los desechos sólidos y líquidos generados en esta etapa deberán ser manejados por proveedores que estén debidamente acreditados en el MINAM.
- Realizar charlas de capacitación al personal de obra.

- Se implementarán pozas de control para recepcionar el agua de los canales de secado del relave ID 565, estas aguas serán analizadas para verificar que cumplan con los LMP para efluentes mineros, previo a su vertimiento a la quebrada.

Modificación del paisaje:

- Durante las actividades de cierre, aplicación de la revegetación de superficies con vegetación oriunda de la zona, considerando el entorno natural del componente.

Perturbación y ahuyentamiento de la fauna:

- Delimitar con mallas de seguridad y/u otro elemento de fácil identificación los frentes de trabajo.
- Se establecerá un uso restringido de los accesos, evitando usar áreas fuera de los mismos, de esta manera se minimizarán la posible perturbación y ahuyentamiento de la fauna.
- Se controlará la velocidad de los vehículos, de acuerdo con las normas de seguridad internas del Proyecto. El manejo de vehículos se realizará, no solo considerando todas las precauciones para evitar accidentes, sino también teniendo presente la importancia de no perturbar la fauna.

Incremento de la cobertura vegetal:

- Implementación de un programa de revegetación a las áreas de los pasivos ambientales.
- Se implementará una zona de acopio de top soil.

Generación de empleo:

- Implementación adecuada del subprograma de contratación de mano de obra local.

Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores:

- Proporcionar al personal de obra, los equipos de protección personal de acuerdo a las actividades a ejecutar.
- Realizar charlas de capacitación en temas de seguridad y salud ocupacional.

- Implementación de programa de prevención y el control de riesgos laborales.

6.2.5 Evaluación ambiental de alternativas

6.2.5.1 Metodología Conesa

La evaluación en el ámbito ambiental ambas alternativas se han realizado según la metodología de Conesa (2010). La Tabla 66 y la Tabla 67 muestran una comparativa para los distintos componentes de PAM incorporando el grado y el valor de impacto ambiental. Para el caso de las obras provisionales, trabajos preliminares, instalaciones de procesamiento y otras infraestructuras los impactos ambientales generados son prácticamente los mismos. La gran diferencia radica en el manejo de residuos mineros.

Tabla 66 Evaluación ambiental de alternativas – Depósito de relaves

Actividad	Impacto Ambiental	Ex situ		In situ	
		I	GA	I	GA
Reubicación de relaves / perfilado y nivelado	Alteración de la calidad del aire	-26	Moderado	-24	Leve
	Modificación del paisaje	26	Moderado	-	
	Generación de empleo	27	Moderado	-22	Leve
Colocación de coberturas	Modificación del paisaje	30	Moderado	24	Leve
	Incremento de la cobertura vegetal	31	Moderado	25	Moderado
Siembra de la especie	Modificación del paisaje	30	Moderado	26	Moderado
	Incremento de la cobertura vegetal	41	Moderado	29	Leve

Tabla 67 Evaluación ambiental de alternativas – Desmonte de mina

Actividad	Impacto Ambiental	Ex situ		In situ	
		I	GA	I	GA
Excavación y transporte al DME proyectado / perfilado y nivelado	Alteración de la calidad del aire	-26	Moderado	-24	Leve
	Modificación del paisaje	28	Moderado	-	
	Generación de empleo	27	Moderado	-22	Leve
Colocación de coberturas	Modificación del paisaje	30	Moderado	25	Moderado
	Incremento de la cobertura vegetal	31	Moderado	25	Moderado
Siembra de la especie	Modificación del paisaje	30	Moderado	26	Moderado
	Incremento de la cobertura vegetal	41	Moderado	29	Leve

Respecto a los impactos negativos, la propuesta ex situ presenta impactos negativos mayores en la alteración de la calidad del aire debido a las actividades

que contemplan el secado y traslado de los residuos mineros, para ello se han propuesto acciones para mitigar estos impactos en el ítem 6.2.4.

Respecto a los impactos positivos, la propuesta ex situ presenta impactos positivos mayores en la generación de empleo, modificación del paisaje y el incremento de la cobertura vegetal, ello debido a que en esta alternativa se recupera tanto el área de los depósitos de relaves y desmonte de mina, como el área impactada del dme proyectado.

6.2.5.2 Método Leopold

Además, se ha realizado una evaluación con la matriz de Leopold, ya que como indica los criterios de selección de la metodología de EIA, se deben evaluar y comparar distintos métodos.

2. FACTORES AMBIENTALES		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																																			
		A. TRABAJOS PRELIMINARES												B. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN												C. ETAPA DE MANTENIMIENTO Y MONITOREO POST CIERRE											
		TOTAL ETAPA TRABAJOS PRELIMINARES												TOTAL ETAPA CONSTRUCCIÓN												TOTAL ETAPA MANTENIMIENTO Y MONITOREO POST CIERRE											
		M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I		
I. MEDIO FÍSICO Y BIOLÓGICO		MEDIO FÍSICO Y BIOLÓGICO																																			
1. AIRE	A. Partículas de polvo	-5	1	-1	1	-1	1	-3	3	-4	2	-11	5	-5	2	-6	4	-4	2	-4	4			-2	2	-4	1	-23	13	-1	1	-1	1	-2	2		
2. SUELO	A. Vibraciones	-1	1	-1	1	-1	1	-3	2			-6	5	-4	1	-3	2	-1	1	-3	3	-1	1	-2	2	-1	1	-13	9	-1	1	-1	1	-2	2		
3. AGUA	C. Ruido	-5	2	-2	1	-1	1	-1	1	-4	1	-12	5	-5	2	-5	3	-3	2	-3	3	-1	1	-2	2	-3	1	-20	12	-1	1	-1	1	-2	2		
4. FLORA	A. Contaminación Directa	-2	2									-2	2	-3	1	-4	1	-3	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-13	7					0	0		
5. FAUNA	B. Erosión	-2	2					-4	3	-6	5	-1	1	-4	3											-1	3	-6	7					0	0		
6. PAISAJE	A. Contaminación de aguas superficiales	-1	1									-1	1			-2	2	-2	2	-2	1			3	3			-6	5					0	0		
1. Población	B. Contaminación de aguas subterráneas	-1	1									-1	1					-3	3					3	3			-3	3					0	0		
2. Economía	A. Cobertura vegetal	-1	1					-2	3	-3	4			-2	2							8	6			8	6	14	14	1	1	1	1	2	2		
3. Empleo	B. Diversidad de la Flora	-1	1					-2	3	-3	4	-2	3	-2	2							6	6			8	6	10	17	1	1	1	1	2	2		
4. Actividad económica	A. Perturbación de la Fauna	-1	2	-2	1			-1	1	-2	3	-5	6	-1	2	-4	5	-4	5	-3	2			-2	2			-12	14	-1	1	-1	1	-2	2		
5. Desarrollo local	A. Modificación del Paisaje	-1	1					-3	3	-4	4	-4	3	2	2	5	5	5	5	5	8	7	-2	2	7	7	23	29	2	2	2	2	4	4			
TOTAL COMPONENTE DEL PROYECTO		-18	18	-4	7	-2	4	-3	7	-19	23	-43	52	-23	17	-18	34	8	45	13	43	37	40	-3	19	28	41	45	220	11	19	10	18	21	37		

Figura N° 39 EIA método Leopold

Como se evidencia en la Figura N° 39, este método nos permite realizar una evaluación por etapa, haciendo una distinción entre medio físico, biológico y socioeconómico. Podemos notar que la etapa de construcción es la que genera mayores impactos negativos en función a la alteración del aire, y positivos en flora, paisaje, población y economía; poniendo énfasis en la mejora de la calidad de vida de la población. En la evaluación total del proyecto, tiene una magnitud positiva (23 puntos) y una importancia de 309, lo que nos da un indicativo que nuestra metodología de cierre exsitu es viable ambientalmente.

6.2.5.3 Marco Ambiental y Social del Banco Mundial

Se realiza la evaluación con los lineamientos del Banco Mundial, buscando que la metodología de cierre ex situ cumpla con los estándares del marco ambiental y social, y así califique para el financiamiento por parte de esta entidad.

Estándar Ambiental y Social 1: Evaluación y Gestión de Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales

Los proyectos de cierre de PAM realizan una evaluación ambiental y social con todos los involucrados incluyendo a todas las partes interesadas, buscando la participación de los involucrados mediante mesas de sostenibilidad y divulgando la información mediante el portal transparencia del Estado. Se elabora un plan de compromiso ambiental y social, que se ve reflejado su cumplimiento en la partida de medidas y manejo ambiental durante la obra. Finalmente, el seguimiento de desempeño ambiental y social y se determina mediante los informes semestralmente como indica la Ley 28271.

Estándar Ambiental y Social 2: Trabajo y Condiciones Laborales

Las metodologías de cierre de PAM contemplan la generación de empleo de las comunidades que forman parte de área de influencia, dándole las condiciones laborales necesarias y capacitándolos para que formen parte de los monitoreos ambientales.

Estándar Ambiental y Social 3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación

Al ser un proyecto de PAM, la metodología de cierre ex situ plantea una eficiencia en el uso de los recursos al reducir la incertidumbre en la etapa post-cierre;

además, la prevención y gestión de la contaminación se contempla mediante las partidas de mitigación y prevención de impactos ambientales.

Estándar Ambiental y Social 4: Salud y Seguridad de la Comunidad

Uno de los objetivos del plan de cierre de PAM, radica en evitar el riesgo permanente que los PAM producen a la salud y seguridad de las comunidades. Además, en las matrices de la EIA se evidencia los impactos positivos sobre la población incidiendo en la calidad de vida de las personas, evitando una continua contaminación del medio físico y biológico.

Estándar Ambiental y Social 5: Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario

Al ser nuestro proyecto un proyecto de remediación de PAM, las actuaciones se dan sobre un emplazamiento ya contaminado, además, para el caso de la metodología de cierre ex situ se busca un emplazamiento dentro del área de influencia ambiental que se encuentre contaminado para realizar conformación del dme donde serán emplazados los residuos mineros.

Estándar Ambiental y Social 6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos

Como parte de las partidas de las actividades de cierre se encuentra la colocación de coberturas y siembras de especies, que a mediano plazo recuperan la diversidad de la flora del emplazamiento de los PAM; mientras que, a largo plazo existe la recuperación de la fauna y hábitats acuáticos según las condiciones del ecosistema donde se emplazan los PAM.

Estándar Ambiental y Social 7: Pueblos indígenas

La localización de los proyectos de cierre de PAM son principalmente en zonas alto andinas, donde la ubicación de minas explotadas es cercana a pueblos de lenguas originarias (quechua y aymara), estas comunidades forman parte de los involucrados para la gestión de los impactos ambientales y sociales.

Estándar Ambiental y Social 8: Patrimonio Cultural

En la EIA del proyecto se contempla los riesgos e impactos directos a algún patrimonio cultural, en nuestro caso, y según la normativa vigente todo proyecto debe contar con el CIRA, que reconocerá las zonas que contengan algún

patrimonio cultural. En caso de reconocer algún patrimonio cultural, nuestras actividades buscarán mitigar y gestionar las acciones relacionadas a las distintas etapas del proyecto. Para el caso de la zona de emplazamiento de la Ex Unidad Minera Aladino VI no se encuentran con área de patrimonio cultural.

Estándar Ambiental y Social 9: Intermediarios Financieros

El financiamiento de los proyectos de cierre de PAM es mayoritariamente inversión estatal, por lo que el MEF es el responsable directo de financiar los proyectos de esta índole. El MEF exige que se cumpla la normativa vigente actual (Ley 28271) y los objetivos de plan de cierre descritos en la Guía de plan de cierre de minas de pasivos ambientales mineros.

Estándar Ambiental y Social 10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de la Información

Las actividades de cierre de la metodología de cierre ex situ contempla programas sociales, un plan de monitoreo ambiental en obra y la capacitación y educación ambiental en obra; donde en todas estas actividades están involucradas las partes interesadas. Finalmente, la información de las distintas etapas de los proyectos de remediación de PAM es compartida con las comunidades de la zona de influencia y puede ser solicitada mediante el portal transparencia y los reportes semestrales enviados a OEFA.

Podemos decir que los proyectos de remediación de PAM mediante la metodología exsitu cumplen con los estándares del marco ambiental y social del Banco Mundial, en ese sentido pueden buscar el financiamiento de esta entidad en la medida que lo requieran.

6.3 EVALUACIÓN DEL COSTO

6.3.1 Inversión anual en remediación de PAM

La inversión estatal direccionada a la remediación de PAM ha sido ejecutada mediante AMSAC, desde su creación en el 2007 hasta la actualidad. Año tras año, la inversión ha ido en aumento, lo que se corresponde a un mayor número de PAM inventariado como se explica en el ítem 1.1.

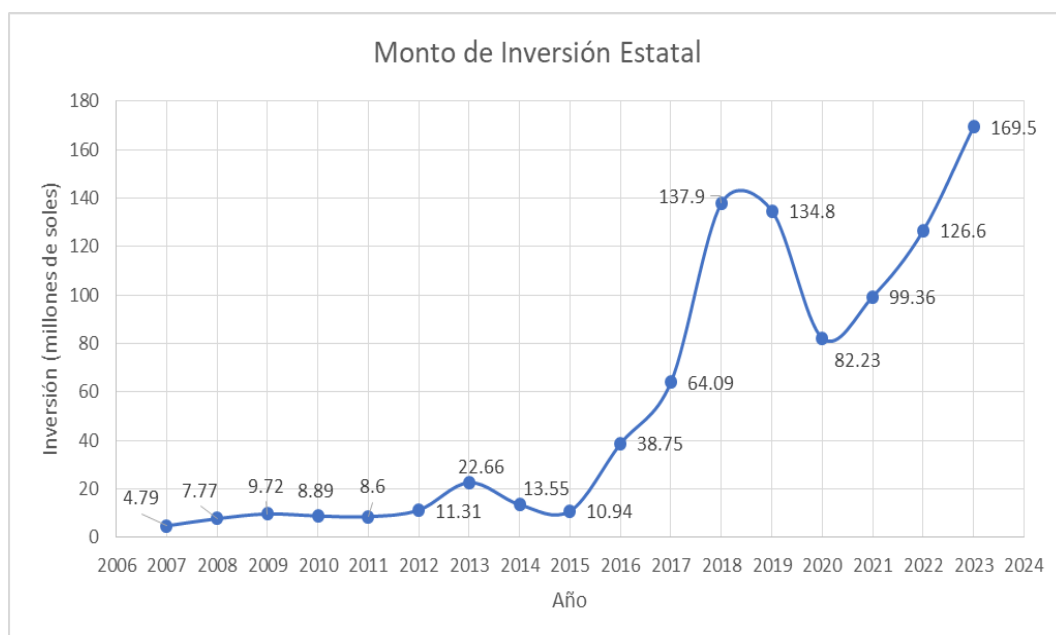
La Tabla 68 muestra los montos anuales invertidos en la remediación de los PAM. Estos montos han sido recogidos de la memoria anual de AMSAC.

Tabla 68 Monto estatal invertido para remediación de PAM

Año	Inversión (en millones de soles)
2007	4.79
2008	7.77
2009	9.72
2010	8.89
2011	8.6
2012	11.31
2013	22.66
2014	4.25
2015	16.59
2016	38.75
2017	64.09
2018	137.9
2019	134.8
2020	82.23
2021	99.36
2022	126.6
2023	169.5

Fuente: Chappius, 2019

De la Figura N° 40, se puede notar un aumento de inversión desde el año 2007, logrando picos de inversión como en el año 2018, sin embargo, en la época de pandemia se redujeron las inversiones en este rubro. Al cierre del año 2023, las inversiones han logrado superar a los picos invertidos en el 2018.

**Figura N° 40** Inversión estatal para remediación de PAM

6.3.2 Estado actual de inversiones

La contraloría General de la República en su informe de auditoría al desempeño sobre la gobernanza para el manejo integral de los PAM indica que, al cierre del año 2020, existen proyectos que presentan una diferencia mayor al 20% entre el avance físico y el avance financiero; más aún se evidencia a esa fecha ningún proyecto ha obtenido el certificado de cierre final, cuando existen proyectos con convenios desde el año 2012.

La Tabla 69 muestra los avances físicos y financieros de los proyectos ejecutados por AMSAC al 2020.

Tabla 69 Proyectos de Remediación, avance físico y financiero al año 2020

N°	Proyecto	N° PAM	Etapas del Proyecto	Avance Físico % (a)	Avance Financiero % (b)	Alerta de Avance % (c) = (a) - (b)
1	Recuperación de los servicios ecosistémicos en la Cuenca del Río Hualgayoc, afectada por los pasivos ambientales mineros.	64	Expediente Técnico	Contrato resuelto y en proceso arbitral		No aplica
2	Azulmina 1 y 2	68		50	45.67	4.33
3	Carhuacayán	94		5	20.35	-15.35
4	Caridad	91		50	23.67	26.33
5	Caudalosa 1	21		20	30.45	-10.45
6	Pushaquilca	35		60	16.91	43.09
7	Cleopatra	19	Ejecución de Obra	5.90	33.92	-28.02
8	San Antonio de Esquilache	135		64.04	71.16	-7.12
9	La Pastora	82		100	89.26	10.74
10	Los Negros	49		28.30	50.55	-22.25
11	Acobamba y Colqui	39		82.26	87.63	-5.37
12	5 Depósitos de Relave El Dorado	5	Post Cierre	62.41	62.41	0
13	Delta Upamayo	2		10.27	10.27	0
14	El Dorado y Barragán	5		22.20	22.20	0
15	Huamuyo	11		7.60	7.60	0
16	Huanchurina	7		7.85	7.85	0
17	Lichicocha	17		7.16	7.16	0
18	Remediación de 64 pasivos	64	Funcionamiento (Operación y mantenimiento)	100	100	0

Fuente: Contraloría de la República, 2021

Del informe de contraloría se evidencia que las variaciones entre avances físicos y financieros se dan en la ejecución de las actividades de cierre, mientras que, la etapa post cierre se tiene un avance a la par entre lo físico y financiero.

6.3.3 Evaluación del costo entre alternativas

La evaluación del costo entre las alternativas expuestas toma en consideración el costo directo de las actividades de cierre, de la etapa post-cierre, y el impacto que generan en la designación de inversiones anuales realizada por AMSAC.

La Tabla 70 muestra los costos de la ejecución de las actividades de cierre y post cierre de las alternativas evaluadas, donde la principal diferencia radica en la conformación del DME 565 proyectado.

Tabla 70 Costo por etapa de cierre entre alternativas

Nº	Etap	Alternativa	Costo Directo (S/.)	Variación Porcentual
1	Actividades de cierre	Ex situ	15 997 931.84	-44.2 %
2		In situ	8 926 011.29	
3	Post cierre	Ex situ	2 883 204.63	100 %
4		In situ	5 766 409.26*	

Nota: Se ha considerado un tiempo de cierre de 10 años para la alternativa insitu, revisando los certificados de cierre expedidos hasta la fecha.

Para poder evaluar ambas alternativas se ha traído a valor presente los montos de la etapa post cierre. La Tabla 71 presenta el valor presente de ambas alternativas utilizando como tasa de descuento 6.5 %, según el BCR a enero del 2024. La alternativa ex situ contempla los 5 años de post cierre según normativa y una propuesta de cierre descrita en capítulos anteriores, mientras que, la alternativa in situ contempla un periodo mínimo de 10 años de etapa post cierre.

Tabla 71 Valor presente de etapa post cierre en ambas alternativas

Año	Inversión anual (S/.)	
	Alternativa Ex situ	Alternativa In situ
1	576 640.92	576 640.92
2	576 640.92	576 640.92
3	576 640.92	576 640.92
4	576 640.92	576 640.92
5	576 640.92	576 640.92
6	-	576 640.92
7	-	576 640.92
8	-	576 640.92
9	-	576 640.92
10	-	576 640.92
Valor presente	2 396 334.81	4 145 373.67

Finalmente, la Tabla 72 presenta el costo para cada alternativa y su impacto con las inversiones anuales.

Tabla 72 Costo de las alternativas respecto a la inversión anual

N°	Alternativa	Costo (S/.)	Inversión anual 2023 (millones de soles)	Porcentaje respecto a la inversión anual
1	Ex situ	18 394 266.65	169.5	10.8 %
2	In situ	13 071 384.96		7.7 %

Si bien, la alternativa de cierre ex situ tiene un costo mayor de aproximadamente de 5.3 millones de soles respecto a la alternativa de cierre in situ, ambas representan dentro de la inversión anual un monto menor al 11%, por lo que su incidencia no es significativa.

Finalmente, se debe tomar en consideración que la alternativa in situ al no cumplir con los objetivos del plan de cierre y al no lograr la remediación del PAM genera re-inversiones para mitigar los impactos ambientales que aún se producen.

6.4 EVALUACIÓN DEL PLAZO

6.4.1 Estado actual de los PAM

Para evaluar el estado actual de los PAM respecto al plazo se debe tener en cuenta las distintas etapas, como se muestra en la Figura N° 41, que deben pasar los PAM para su remediación final.



Figura N° 41 Pirámide de remediación

Fuente: AMSAC, 2022

La pirámide de remediación comienza con una estructuración o diagnóstico técnico – social, donde se evalúa y se determina la línea base de los encargos de los PAM, vale decir, la verificación y levantamiento de la información técnica y sus

restricciones en la remediación, la verificación de las concesiones mineras e instrumentos ambientales en la ex unidad minera, validando el encargo de los PAM, además de un diagnóstico social de todos los involucrados. Luego se desarrollan los estudios de ingeniería donde se contempla la elaboración del plan de cierre, la formulación y evaluación del perfil para finalmente elaborar el expediente técnico. Le sigue la etapa de ejecución de obras asociadas a las actividades de cierre, pasa finalmente pasar a la etapa post cierre donde se contempla el mantenimiento y monitoreo para la obtención del certificado ambiental de cierre.

Según el Informe defensorial N° 002-2023-DP/AMASPPI, al 2022, existe una preocupación debido a que el 54 % de los PAM asignados a AMSAC se encuentran en la fase de estructuración y estudios de ingeniería. A ello, se le suma un 32 % que han pasado a la etapa postcierre de monitoreo y mantenimiento. La Figura N° 42 muestra el estado de los PAM a cargo de AMSAC al 2022.

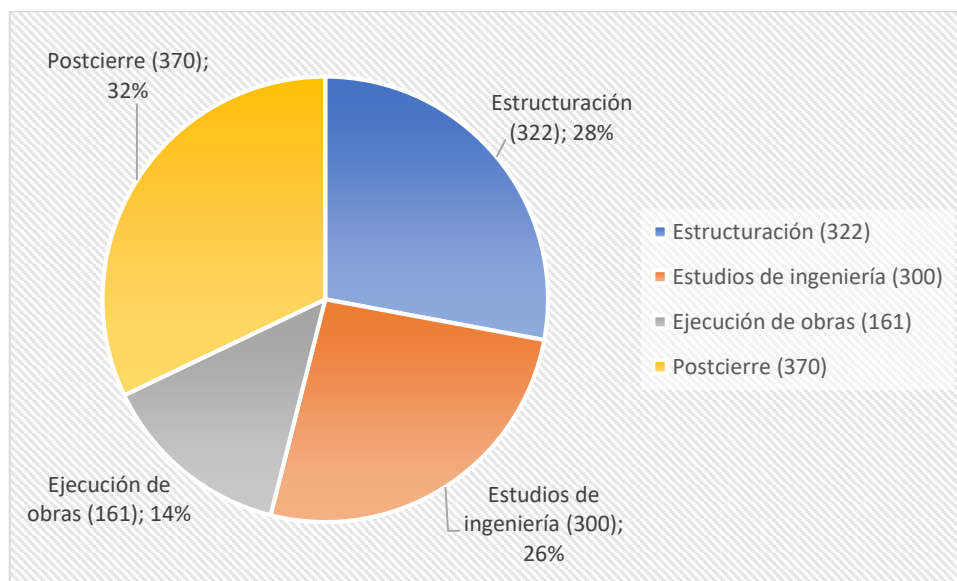


Figura N° 42 Estado de los PAM de alto riesgo a cargo de AMSAC al 2022

Fuente: Defensoría del pueblo, 2023

Además, se ha recopilado la información de los proyectos de remediación desde la aprobación del plan de cierre, el plazo de ejecución de las medidas de cierre, el plazo de ejecución de las medidas post cierre y el estatus actual de dichos proyectos. La Tabla 73 presenta los plazos de ejecución de los planes de cierre de los PAM desde el año 2006. La evaluación se ha realizado con fecha de noviembre del 2023.

Tabla 73 Plazos de ejecución de planes de cierre

N°	Empresa Minera	Unidad Minera	Resolución Ministerial	N° PAM	Tiempo invertido	Etapas
1	Colquirrumi S.A	Sinchao	437-2006-MEM/AAM	39	17 años y 1 mes	Postcierre
2	AMSAC	Michiquillay	214-2007-MEM/AAM	05	16 años y 5 meses	Postcierre
3	AMSAC	El Dorado	292-2008-MEM/AAM	15	14 años y 11 meses	Postcierre
4	Los Quenuales	Casapalca	295-2008-MEM/AAM	07	14 años y 11 meses	Postcierre
5	Perú Bar S.A.	Casapalca 7	294-2008-MEM/AAM	06	14 años y 3 meses	Certificado ambiental de cierre (9/3/23)
6	CEDIMIN	Chaquella	296-2008-MEM/AAM	12	14 años y 11 meses	Postcierre
7	Buenaventura	Huachocolpa	299-2008-MEM/AAM	380	14 años y 11 meses	Postcierre
8	Buenaventura	Lircay	304-2008-MEM/AAM	60	14 años y 11 meses	Postcierre
9	Buenaventura	Bella Unión	308-2008-MEM/AAM	26	14 años y 11 meses	Postcierre
10	Minsur S.A.	Acumulación Quenamari	322-2008-MEM/AAM	41	14 años y 10 meses	Postcierre
11	Volcan-Brocal-Aurex-AMSAC	Río San Juan-Delta Upumayo	001-2009-MEM/AAM	02	14 años y 10 meses	Postcierre
12	El Brocal	Santa Bárbara	011-2009-MEM/AAM	92	14 años y 09 meses	Postcierre
13	Buenaventura	Rifle Rumimaqui	021-2009-MEM/AAM	04	10 años y 09 meses	Certificado ambiental de cierre (7/11/19)
14	Colquirrumi S.A	Colquirrumi	045-2009-MEM/AAM	395	14 años y 08 meses	Postcierre
15	Raura	Chanca	086-2009-MEM/AAM	03	14 años y 07 meses	Postcierre
16	Buenaventura	Ayacucho	087-2009-MEM/AAM	46	14 años y 07 meses	Postcierre
17	Los Quenuales	Isayacruz	119-2009-MEM/AAM	03	14 años y 06 meses	Postcierre
18	Huallanca	Contonga	127-2009-MEM/AAM	01	14 años y 06 meses	Postcierre
19	Lincura	Lincuna 1	129-2009-MEM/AAM	153	14 años y 06 meses	Postcierre
20	Argentum	Morococha	132-2009-MEM/AAM	10	12 años y 01 meses	Certificado ambiental de cierre (30/06/21)

N°	Empresa Minera	Unidad Minera	Resolución Ministerial	N° PAM	Tiempo invertido	Etapas
21	Lincuna	Lincuna 2	139-2009-MEM/AAM	99	14 años y 05 meses	Postcierre
22	Lincuna	Lincuna 3	150-2009-MEM/AAM	14	14 años y 05 meses	Postcierre
23	Sillustani	Mina Regina	154-2009-MEM/AAM	18	14 años y 05 meses	Postcierre
24	Austria Durav	Austria Durav	159-2009-MEM/AAM	66	14 años y 05 meses	Postcierre
25	Vena Perú	Azulcocha	254-2009-MEM/AAM	04	14 años y 03 meses	Postcierre
26	Castrovirreyna	Astohuaraca	274-2009-MEM/AAM	52	14 años y 02 meses	Postcierre
27	Pan American Silver	Huarón	304-2009-MEM/AAM	54	14 años y 01 meses	Postcierre
28	MDH SAC	Cacachara	346-2009-MEM/AAM	03	14 años	Postcierre
29	IRL SAC	Corihuarmi	172-2010-MEM/AAM	06	13 años y 06 meses	Postcierre
30	Afrodita	Afrodita	188-2010-MEM/AAM	284	13 años y 05 meses	Postcierre
31	San Manuel	Sayapullo	011-2011-MEM/AAM	19	12 años y 10 meses	Postcierre
32	Kori Anta	Tres Mosqueteros	145-2011-MEM/AAM	11	12 años y 06 meses	Postcierre
33	Dirección General de Minería	El Dorado	054-2012-MEM/AAM	64	11 años y 08 meses	Postcierre
34		La Tahona	157-2012-MEM/AAM	55	11 años y 06 meses	Postcierre
35	AMSAC	Excelsior	253-2012-MEM/AAM	01	11 años y 03 meses	Ejecución de obras
36	Bateas	San Cristobal	588-2014-MEM/DGAAM	25	08 años y 11 meses	Postcierre
37	AMSAC	La Pastora	510-2018-MEM/DM	81	04 años y 10 meses	Postcierre
38	AMSAC	Caridad		90	04 años y 10 meses	Ejecución de obras
39	AMSAC	El Dorado Barragán		5	04 años y 10 meses	Postcierre
40	AMSAC	Huamuyo		11	04 años y 10 meses	Postcierre
41	AMSAC	Huanchurina		7	04 años y 10 meses	Postcierre
42	AMSAC	Lichicocha		17	04 años y 10 meses	Postcierre

N°	Empresa Minera	Unidad Minera	Resolución Ministerial	N° PAM	Tiempo invertido	Etapas
43	AMSAC	Esquilache	419-2019-MINEM/DM	132	03 años y 10 meses	Postcierre
44	AMSAC	Colqui Acobamba		39	03 años y 10 meses	Postcierre
45	AMSAC	Pushaquilca		2	03 años y 10 meses	Ejecución de obras
46	AMSAC	Cleopatria		19	03 años y 10 meses	Ejecución de obras
48	AMSAC	Los Negros		49	03 años y 10 meses	Ejecución de obras

De toda la información recopilada, se tienen plazos que han superado por mucho la planificación inicial, tanto para la ejecución de las actividades de cierre y por mucho en la etapa postcierre. Es por ello, que se ha realizado un análisis para aquellos proyectos que superan los años de etapa post cierre indicados por norma. La Figura N° 43 muestra los plazos de cierre actuales para los proyectos de remediación de pasivos ambientales mineros que superan los 5 años de etapa post cierre, teniendo como promedio de plazo 14 años.

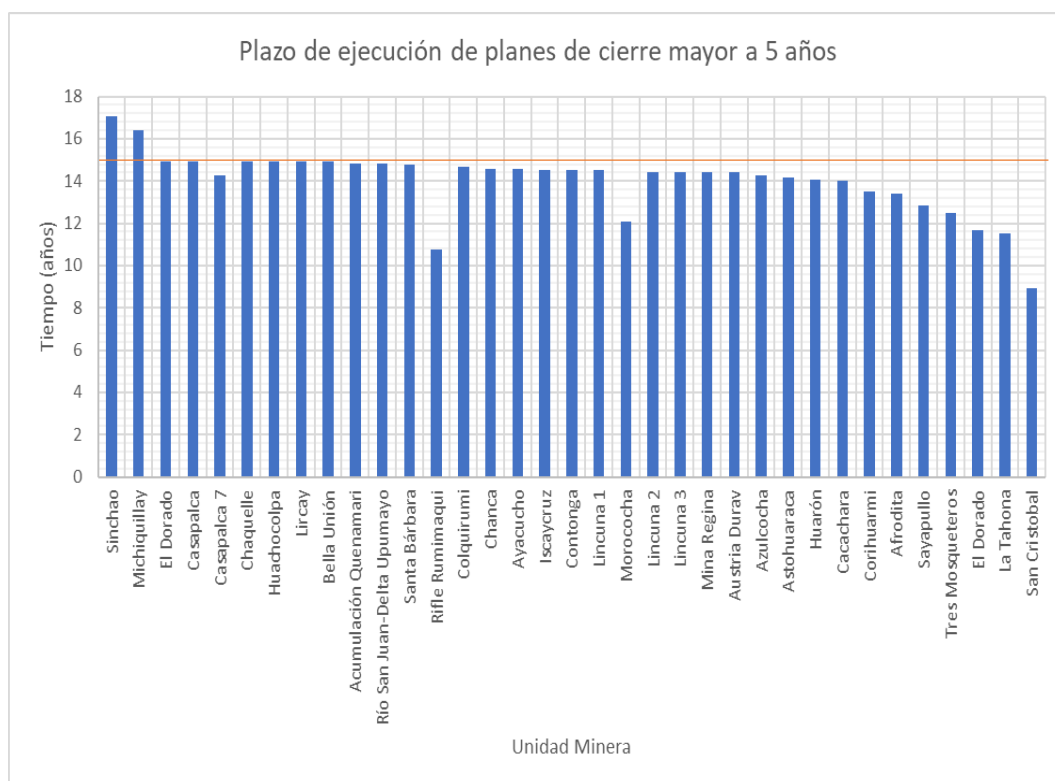


Figura N° 43 Plazo de ejecución de planes de cierre mayor a 5 años

6.4.2 Evaluación del plazo entre alternativas

La evaluación del plazo entre las alternativas expuestas toma en consideración el cronograma generado para las actividades de cierre y la etapa post-cierre, tomando en consideración los plazos establecidos inicialmente y el estado actual de los PAM desarrollados en el ítem 6.4.1.

La Tabla 74 muestra los plazos de la ejecución de las actividades de cierre y post cierre de las alternativas evaluadas, donde la principal diferencia radica en la etapa postcierre a través del mantenimiento y monitoreo.

Tabla 74 Plazos por etapa de cierre entre alternativas

N°	Etapas	Alternativa	Tiempo Invertido
1	Actividades de cierre	Ex situ	1 año y 4 meses
2		In situ	1 año
3	Post cierre	Ex situ	5 años
4		In situ	10 años

Para el cálculo del plazo de la alternativa in situ para la etapa postcierre se ha tomado en consideración la información recopilada y expuesta en la Tabla 73 Plazos de ejecución de planes de cierre, donde en promedio de los 3 certificados ambiental de cierre se han conseguido luego de 12 años.

Finalmente, la Tabla 75 presenta el plazo para cada alternativa y su comparación con el menor plazo de obtención de certificado ambiental de cierre.

Tabla 75 Plazo de las alternativas respecto a la inversión anual

N°	Alternativa	Plazo	Menor plazo de obtención de certificado ambiental de cierre*	Variación porcentual respecto al plazo
1	Ex situ	6 años y 4 meses	10 años y 9 meses	-41.1 %
2	In situ	11 años		2.3 %

Nota: Este plazo le pertenece al PAM Rifle Rumimaqui con Informe N° 335-2019/MINEM-DGAAM-DEAM-DGAM.

Tras el análisis realizado a la alternativa de cierre ex situ se tiene una disminución de al menos 40% respecto al plazo de obtención de certificado ambiental de cierre. Mientras que, en el caso de la alternativa in situ mantiene un plazo que excede los 10 años, como usualmente ocurre con los proyectos de remediación que contempla este tipo de actividades.

6.5 EVALUACIÓN TEMPORAL DEL PLAN DE CIERRE DE LOS PAM

Si bien no se pudo identificar el titular de explotación minera ni la época de explotación, se maneja información de que existen PAM desde épocas coloniales, por lo que el impacto causado al área de influencia ha sido constante a lo largo de muchos años.

Se ha evaluado la época anterior a la intervención de remediación (que contiene las etapas de estructuración y estudio de ingeniería), la época durante las obras de remediación, la época al finalizar los trabajos de remediación y, además, se tiene una fotografía de la condición actual.

La figura N° 44 muestra de manera visual el impacto generado por los PAM en el área de influencia y la quebrada Chactani.



Figura N° 44 Fotografía mayo del 2019

Google Earth

La figura N° 45 muestra de manera visual los cambios generados durante los trabajos especificados por el plan de cierre de los PAM de la Ex U.M. Aladino VI.



Figura N° 45 Fotografía noviembre del 2020

Google Earth

La figura N° 46 muestra de manera visual los impactos positivos generados con la alternativa de cierre es situ, una vez terminado los trabajos especificados en el plan de cierre de los PAM de la Ex U.M. Aladino VI, encontrándose en la etapa de mantenimiento y monitoreo post-cierre.



Figura N° 46 Fotografía junio del 2023

Google Earth

Finalmente, la figura N° 47 y figura N° 48 muestra los PAM de la Ex U.M. Aladino VI en su etapa post-cierre, donde se visualiza la remediación del área de influencia tanto para los relaves como para el DME que inicialmente se proyectó.

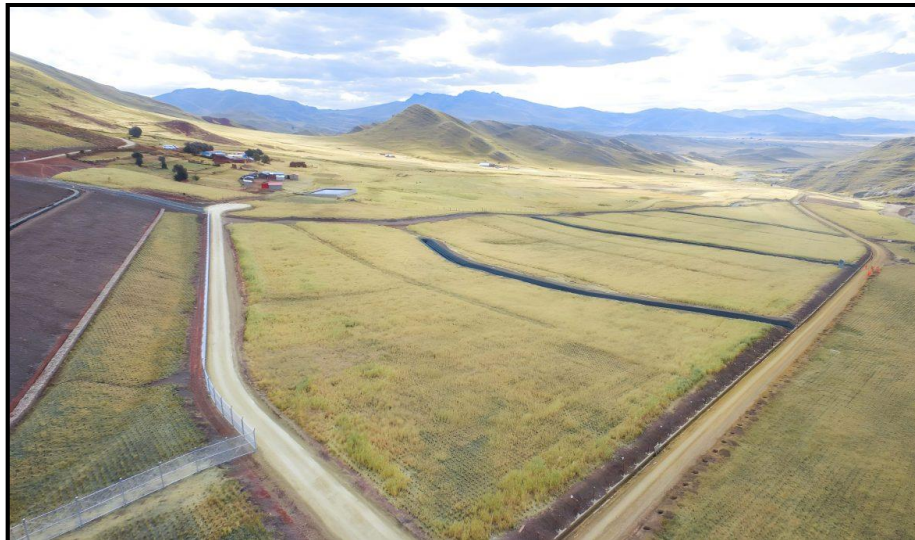


Figura N° 47 Etapa post-cierre relaves ID 565

AMSAC



Figura N° 48 Etapa post-cierre DME ID 565

AMSAC

CONCLUSIONES

Al cierre del año 2022, existen en el Perú un total de 6903 PAM inventariados que requieren de remediación de los cuales el 45% (3132) se encuentran gestionados, de los cuales 1872 (cerca del 60 %) se encuentran con intervención estatal, lo que da cuenta que desde el Estado existen políticas públicas de realizar la remediación de pasivos ambientales mineros, priorizando los PAM catalogados como “Alto” y “Muy Alto” riesgo.

Las condiciones actuales y los peligros encontrados en los emplazamientos de los PAM de la Ex Unidad Minera Aladino VI, indican que estos PAM son catalogados de muy alto riesgo, ya que poseen tendencia a la generación de DAR, presenta inestabilidad de los depósitos de relaves y algunos desmontes de mina, poseen concentraciones de As y Pb en el suelo que sobrepasan lo establecido por el ECA, las aguas subterráneas presentan valores de Manganeseo y Molibdeno que superan los límites máximos permisibles y la percepción social sobre las problemáticas de la comunidad gira entorno a los PAM.

La propuesta de cierre ex situ cumple con los objetivos del plan de cierre para PAM, para ambas etapas, logrando la remediación y recuperación de los ecosistemas.

La estabilidad física está garantizada con la disposición de los residuos mineros en el DME ID 565 proyectado, con la conformación del dique de arranque, seguido por el material generador compactado, con tres banquetas de 6 m de alto, ancho de banco de 3 m y taludes de 1V:3H de inclinación, cumpliendo con los valores de factor de seguridad establecidos.

La estabilidad geoquímica está garantizada con el encapsulamiento del material generador dispuesto en el DME ID 565 proyectado y la colocación de cobertura compuesta por arcilla (como impermeabilizante), material granular (capa drenante), y top soil.

La estabilidad hidrológica está garantizada considerando un apropiado sistema de drenaje permanente en el DME ID 565 proyectado evitando la erosión de los taludes y las coberturas.

La propuesta ex situ presenta sus mayores impactos positivos en la generación de empleo, modificación del paisaje y el incremento de la cobertura vegetal, ello debido a que en esta alternativa se recupera tanto el área de los depósitos de

relaves y desmonte de mina, como el área impactada del DME ID 565 proyectado. Podemos notar que la etapa de construcción (actividades de cierre) es la que genera mayores impactos negativos en función a la alteración del aire, y positivos en flora, paisaje, población y economía; poniendo énfasis en la mejora de la calidad de vida de la población.

La propuesta de cierre ex situ cumple con los estándares del marco ambiental y social del Banco Mundial, por lo que puede optar por recibir financiamiento de esta entidad cuando sea requerido.

La propuesta de cierre ex situ presenta un costo más elevado que la alternativa de cierre in situ, tomando en cuenta que el movimiento de tierras representa un gran porcentaje del presupuesto; sin embargo, garantiza una disminución del plazo en la etapa postcierre, cumpliendo con los 05 años indicado por ley, lo que genera una mayor probabilidad de obtener el certificado de cierre ambiental, reduciendo la incertidumbre de las actividades a controlar evitando reinversiones.

Las conclusiones expuestas en este informe respecto a costo y plazo son exclusivas a la zona de estudio y a las condiciones de línea base caracterizado para los PAM; sin embargo, la metodología de cierre ex situ puede ser implementada para distintos proyectos de remediación de pasivos ambientales mineros como se realiza en la actualidad en los proyectos de plan de cierre de Azulmina (Pasco), Santa Rosa (Huancavelica) y Caridad (Lima).

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el aumento de inversión para los proyectos de remediación de pasivos ambientales mineros, tomando en consideración la metodología de cierre ex situ.

Impulsar las mesas de sostenibilidad como parte del diagnóstico de condiciones actuales de los PAM, para complementar con información de primera mano de los involucrados.

Se recomienda realizar pruebas de secado de relave en condiciones naturales para las épocas secas y húmedas con la finalidad de obtener plazos más precisos en esta actividad crítica de la alternativa ex situ.

Complementar el presente estudio con métodos más eficientes de secado de relaves, como lo son los filtros de prensa o la utilización de geosintéticos, para mejorar la estabilidad física del depósito de material excedente y evitar el uso de cal a grandes cantidades, ya que la compra de cal en grandes cantidades puede traer consigo problemas de adquisición, ya que este producto es utilizado como insumo para otros fines.

Se recomienda evaluar de manera complementaria distintos productos geosintéticos como geomembranas o revestimiento geosintético de arcilla (GCL) para el reemplazo de arcillas en las coberturas en zonas donde no se encuentren estos materiales.

Se recomienda evaluar la implementación de mayores periodos de mantenimiento y monitoreo hidrológicos para periodos de lluvias extraordinarios con la finalidad de mantener la estabilidad hidrológica del proyecto de remediación.

Se recomienda evaluar la posibilidad de financiamiento del Banco Mundial para la metodología exsitu, en posteriores proyectos que demanden un mayor presupuesto.

Incorporar el criterio legal y social como parte de evaluación comparativa entre las alternativas ex situ e in situ.

Se recomienda analizar la alternativa de cierre ex situ para otros proyectos de remediación, a fin de obtener un rango de volúmenes de remoción y disposición de residuos mineros donde esta alternativa sea viable y permitan que las autoridades tomen las decisiones correspondientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Activos Mineros SAC (2023). *Memoria Anual 2022*. (Memoria anual N° 16).
https://www.amsac.pe/wp-content/uploads/2023/08/MEMORIA_2022_AMSAC.pdf.
- Aduvire, O. (2016). *Drenaje ácido de mina generación y tratamiento*. Studocu.
<https://www.studocu.com.pe/document/universidad-nacional-san-luis-gonzaga/servicios-auxiliares/drenaje-acido-mina/59292323>.
- Andía, W. y Andía, J. (2016). *Manual de Gestión Ambiental* (4ta ed.). Ediciones Arte & Pluma.
- Autoridad Nacional del Agua (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. ANA.
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/protocolo-nacional-monitoreo-calidad-recursos-hidricos-superficiales>.
- Banco Mundial (2005). *Riqueza y Sostenibilidad: Dimensiones Sociales y Ambientales de la Minería en el Perú*. (N° 33545).
<https://documents1.worldbank.org/curated/es/410671468079729976/pdf/335450a1PE0studio0Mineria.pdf>.
- Banco Mundial (2016). *Marco Ambiental y Social del Banco Mundial*. Banco Mundial.
<https://thedocs.worldbank.org/en/doc/345101522946582343-0290022018/original/EnvironmentalSocialFrameworkSpanish.pdf>.
- Beltrán-Rodriguez, L.; Larrahondo, J. y Cobos, D. (2018). Tecnologías emergentes para disposición de relaves: oportunidades en Colombia. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (44), 5–20. <https://doi.org/10.15446/rbct.n44.66617>.
- Carter, L. (1998). *Methods for Effective Environmental Information Assessment: EIA Practice*. Publicado Fargo Dakota del Norte.
- Castillo, L., Satalaya, C., Paredes, U., Encalada, M., Zamora, J. y Cuadros, G. (2021). *Pasivos ambientales mineros en el Perú: Resultados de la auditoría de desempeño sobre gobernanza para el manejo integral de los PAM*. Documento de Política en Control Gubernamental. Contraloría General de la República.
<https://www.gob.pe/institucion/contraloria/informes-publicaciones/2120316-pasivos-ambientales-mineros-en-el-peru->

[resultados-de-la-auditoria-de-desempeno-sobre-gobernanza-para-el-manejo-integral-de-los-pam.](#)

Cedron, M. (2013). *Elaboración de Criterios para la Transformación de Pasivos Mineros en Activos Socio-Ambientales Sostenibles*. [Tesis de Magister. Pontificie Universidad Católica del Perú]. Repositorio de Tesis PUCP. [http://hdl.handle.net/20.500.12404/4654.](http://hdl.handle.net/20.500.12404/4654)

Cervantes, J., Quito, S. (2019) *Evaluación del Riesgo Ambiental Generado por Pasivos Mineros en la Calidad de Agua Superficial*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina. [https://hdl.handle.net/20.500.12996/3887.](https://hdl.handle.net/20.500.12996/3887)

Chappuis, M. (2019) *Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú*. (Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 168). [https://hdl.handle.net/11362/45068.](https://hdl.handle.net/11362/45068)

Conesa V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (4ª edición)*. Ediciones Mundi-Prensa.

Congreso de la República del Perú. (2003). *Ley 28090, Ley que regula el cierre de minas*. Diario Oficial El Peruano del 14 de octubre de 2003. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4467449/RCM%202023.pdf?v=1682114450.](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4467449/RCM%202023.pdf?v=1682114450)

Congreso de la República del Perú. (2004). *Ley 28271, Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera*. Diario Oficial El Peruano del 06 de julio de 2004. [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28271.pdf.](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28271.pdf)

Defensoría del Pueblo (2015). *¡Un llamado a la remediación! Avances y pendientes en la gestión estatal frente a los pasivos ambientales mineros e hidrocarburíferos*. (Informe Defensorial N° 171). [https://www.defensoria.gob.pe/informes/informe-defensorial-no-171/.](https://www.defensoria.gob.pe/informes/informe-defensorial-no-171/)

Defensoría del Pueblo (2023). *¿Es la remediación de pasivos ambientales mineros de alto riesgo prioritaria en el Perú? Hallazgos y recomendaciones tras irregularidades advertidas por el OCI de Activos Mineros S.A.C.* (Informe Defensorial N° 002-2023-DP/AMASPP).

<https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2023/07/Informe-Defensorial-N-2-2023-DP-AMASPPI.pdf>.

Duncan, J. (2000). Factors of safety and reliability in geotechnical engineering. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 126(4), 307-316. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2000\)126:4\(307\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2000)126:4(307)).

Duncan, J., Buchignani, A. & De Wet, M. (1975). *An Engineering Manual for Slope Stability Studies*. University of California.

International Code Council (2021). *2018 International Building Code (Sixth printing)*. International Code Council. <https://codes.iccsafe.org/content/IBC2018P6>.

Ledesma, W. (2018). *Propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras*. [Tesis de maestría. Universidad Nacional Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/878>.

Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B. & Balsley J. (1971). *A procedure for evaluating Environmental Impact*. US Department of the Interior.

López-Sánchez, L. M., López-Sánchez, M. L., Medina-Salazar, G. (2017). La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. *Entramado*, 13(1), 78–91. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25138>.

Ministerio del Ambiente (2010). *Decreto Supremo N°. 010-2010-MINAM, Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas*. Diario Oficial El Peruano del 23 de agosto de 2010. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-limites-maximos-permisibles-descarga-efluentes-liquidos>.

Ministerio del Ambiente (2014). *Decreto Supremo N°. 002-2014-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo y Disposiciones Complementarias*. Diario Oficial El Peruano del 24 de marzo de 2014. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>.

- Ministerio del Ambiente (2017). *Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Diario Oficial El Peruano del 7 de junio de 2017. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.
- Ministerio de Energía y Minas (1997). *Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Desechos de Mina*. Dirección General de Asuntos Ambientales.
<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiaestabilidad.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas (2005). *Decreto Supremo N°. 059-2005-EM, Aprueban Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera*. Diario Oficial El Peruano del 08 de diciembre de 2005.
<https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/4703260-059-2005-em>.
- Ministerio de Energía y Minas (2006). *Curso de Especialización en Cierre de Minas y Pasivos Ambientales*. Página Oficial del Ministerio de Energía y Minas. Recuperado el 2 de noviembre de 2021, de <http://www.minem.gob.pe/descripcion.php?idSector=4&idTitular=1094>.
- Ministerio de Energía y Minas (2007). *Guía para el Diseño de Coberturas de Depósitos de Residuos Mineros*. Dirección General de Asuntos Ambientales.
https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/XXII_Coberturas.pdf.
- Ministerio de Energía y Minas (2010). *Guía para la elaboración de planes de cierre de pasivos ambientales mineros*. Dirección General de Asuntos Ambientales.
http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guia_pasivos_Mineros2010.pdf.
- Ministerio de Energía y Minas (2019). *Informe de Evaluación final del Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros de la ex unidad minera Aladino VI de Activos Mineros S.A-C*. (Informe N° 091-2019/MEM-DGAAM-DEAM-

- DGAM). <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/260307-023-2019-mem-dgaam>.
- Ministerio de Energía y Minas (2020). *Resolución Ministerial N° 238-2020-MINEM/DM, Actualización Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros*. Diario Oficial El Peruano del 20 de agosto de 2020. <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/1122577-238-2020-minem-dm>.
- Ministerio de Energía y Minas (2021). *Resolución Ministerial N° 200-2021-MINEM/DM, Actualización Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros*. Diario Oficial El Peruano del 30 de junio de 2021. <https://www.gob.pe/institucion/minem/colecciones/24687-inventario-2021>.
- Ministerio de Energía y Minas (2022). *Resolución Ministerial N° 335-2022-MINEM/DM, Actualización Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros*. Diario Oficial El Peruano del 7 de setiembre de 2022. <https://www.gob.pe/institucion/minem/colecciones/24688-inventario-2022>.
- Montesinos, M. (2017). *Caracterización de efluentes de mina para elección de la alternativa óptima de tratamiento*. [Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Peru]. Repositorio de Tesis PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7885>.
- Negron, M. (2015) *Reaprovechamiento y Remediación Ambiental de los Pasivos Ambientales Mineros "Acari". Una Aplicación de la Ley 28271*. [Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/2097>.
- Oblasser, A., Chaparro, E. (2008). *Estudio Comparativo de la Gestión se los Pasivos Ambientales en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos*. CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/6333>.
- Price, W.A. (1997). *Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Minesites in British Columbia*. Ministry of Employment and Investment.
- Price, W.A. (2009). *Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials*. Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources.

- Quispe, E. (2020). *Análisis de las condiciones de estabilidad física para sistemas de cobertura con geosintéticos en el cierre de minas*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/21735>.
- Red de propuesta y acción Muqui (2015). *Los Pasivos Ambientales Mineros: Diagnóstico y Propuestas*. Red Muqui. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/pasivos-ambientales-mineros-diagnostico-propuestas>.
- Romero, A., Medina, R., y Flores, S. (2012). Estudio de los metales pesados en el relave abandonado de Ticapampa. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias geográficas*, 11(22), 13-16. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/390>.
- Sánchez, D. (2014). *Técnicas de evaluación de impacto Ambiental*. [Diapositiva de Power Point]. Blog Universidad de Castilla – La Mancha. https://blog.uclm.es/davidsanchezramos/wp-content/uploads/sites/48/2013/12/6_MEIA_I-resumen.pdf.
- Schwarz, M. (2011). Gestión ambiental aplicada al planeamiento de proyectos mineros. *Ingeniería Industrial*, (29), 101-123. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428495006>.
- Sobek, A., Schuller, W., Freeman, J. & Smith, R. (1978). *Field and Laboratory Methods Applicable to Overburdens and Minesoil*. (Report EPA-600/2-78-054). https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?Lab=ORD&dirEntryID=44259.
- Ticona, W. (2018). *Recuperación de Suelos de la Riberas de la Laguna Choquene Generados por la Contaminación de Pasivos Ambientales Mineros en el Proyecto Minero Sillustani- MINSUR S.A.* [Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Altiplano]. Red de repositorios latinoamericanos. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3277555>.

Troya, A. (2018). *Riesgo e Incertidumbre de la Evaluación Económica del Proyecto de Perforación de Pozos de Desarrollo*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Piura]. Alicia.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_fa0b7890e68b8f96785ec09f9b20c4cf.