



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Rehabilitación Ambiental De Los Pasivos Ambientales Mineros  
De La Ex. Unidad Minera San Genaro – Castrovirreyna,  
Huancavelica 2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTOR:**

Rubiños Perez, Gian Darly (ORCID: 0000-0003-1930-0284)

**ASESOR:**

Mgtr. Reyna Mandujano Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Gestión Ambiental

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A mis padres que siempre me alentaron a seguir adelante con sus consejos. A todas aquellas personas importantes que me han forjado a lo largo de mi carrera laboral, que a través de sus enseñanzas me impulsaron a seguir mis objetivos y cumplir mis metas y en especial, a mi profesora Janet, quien me impulso a perseguir mis metas académicas.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi padre Juan y a mi tío Paucar, aquellos pilares que me orientaron a seguir mi carrera profesional, lo cual me ha ayudado a tomar nuevas experiencias en la vida por lo que estaré eternamente agradecido.

A mi universidad, por las enseñanzas que me forjaron a través de mi etapa de estudiante y a mis profesores, por sus enseñanzas que nutrieron mis conocimientos.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de figuras .....	viii
Resumen.....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación. ....	20
3.2 Variables y Operacionalización de Variables. ....	21
3.3 Población, Muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimientos. ....	22
3.6 Método de análisis de datos.....	24
3.7 Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS .....	26
V, DISCUSIÓN .....	135
VI. CONCLUSIONES.....	140
VII. RECOMENDACIONES .....	143
REFERENCIAS.....	145
ANEXOS .....	154

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Variables .....	21
<b>Tabla 2.</b> Identificación de Contaminantes. ....	27
<b>Tabla 3.</b> Modelo Conceptual para la Ex. U.E.A. San Genaro de los agentes contaminantes. ....	32
<b>Tabla 4.</b> Matriz de Registro de Aspectos e Impactos Ambientales Potenciales – Etapa de Cierre .....	34
<b>Tabla 5.</b> Identificación de criterios de clasificación ambiental. ....	38
<b>Tabla 6.</b> Niveles de importancia según calificación de impactos. ....	43
<b>Tabla 7.</b> Impacto Ambiental Asociado al Proyecto de Remediación Ambiental. ...	44
<b>Tabla 8.</b> Matriz de identificación de impactos potenciales de Cierre de Minas ....	46
<b>Tabla 9.</b> Impactos ambientales de la Fase de Cierre. ....	48
<b>Tabla 10.</b> Jerarquización de Significancia de impactos del Proyecto. ....	51
<b>Tabla 11.</b> Relación de Componentes Mineros Metalúrgicos Identificados. ....	52
<b>Tabla 12.</b> Lista de Componentes – Actividades de Desmontaje y Desmantelamiento. ....	55
<b>Tabla 13.</b> Lista de Componentes – Actividades de Demolición de Infraestructuras. .....	58
<b>Tabla 14.</b> Listado de Componentes– Actividades de Estabilidad Física. ....	59
<b>Tabla 15.</b> Propuesta de diseño de bocamina con drenaje. ....	62
<b>Tabla 16.</b> Características de depósito de relaves. ....	65
<b>Tabla 17.</b> Criterios para la Determinación de Generación de Acides. ....	67
<b>Tabla 18.</b> Listado de Componentes – Actividades de estabilidad Geoquímica. ....	68
<b>Tabla 19.</b> Listado de Componentes – Actividades de estabilidad Hidrológica. ....	74
<b>Tabla 20.</b> Listado de Componentes – Mantenimiento Post Cierre. ....	78
<b>Tabla 21.</b> Interpretación de la Nomenclatura de Mantenimiento Post Cierre. ....	79
<b>Tabla 22.</b> Listado de Mantenimiento por Componente – Mantenimiento Físico... 79	
<b>Tabla 23.</b> Actividades de Mantenimiento Físico por Componente. ....	81
<b>Tabla 24.</b> Listado de Mantenimiento de Componentes – Mantenimiento Geoquímico. ....	82
<b>Tabla 25.</b> Actividades de Mantenimiento Geoquímico por Componente. ....	83

<b>Tabla 26.</b> Listado de Mantenimiento de Componentes – Mantenimiento Hidrológico. ....	83
<b>Tabla 27.</b> Actividades de Mantenimiento Hidrológico por Componente.....	85
<b>Tabla 28.</b> Listado de Mantenimiento de Componentes – Mantenimiento Biológico. ....	86
<b>Tabla 29.</b> Actividades de Mantenimiento Biológico por Componente. ....	88
<b>Tabla 30.</b> Codificación de componentes de mantenimiento Post Cierre.....	88
<b>Tabla 31.</b> Listado de Componentes – Monitoreo Post Cierre.....	89
<b>Tabla 32.</b> Interpretación de la Nomenclatura de Monitoreo Post Cierre. ....	90
<b>Tabla 33.</b> Listado de Monitoreo de Componentes – Monitoreo de Estabilidad Física.....	91
<b>Tabla 34.</b> Actividades de Monitoreo de Estabilidad Física por Componente. ....	93
<b>Tabla 35.</b> Cronograma Anual de Monitoreo de Estabilidad física Post Cierre. ....	93
<b>Tabla 36.</b> Listado de Monitoreo de Componentes – Monitoreo de Estabilidad Geoquímica.....	94
<b>Tabla 37.</b> Parámetros de Monitoreo de Calidad de Agua Post Cierre. ....	96
<b>Tabla 38.</b> Parámetros de Monitoreo de Calidad de Sedimentos Post Cierre.....	99
<b>Tabla 39.</b> Parámetros de Monitoreo de Calidad de Suelos Post Cierre.....	100
<b>Tabla 40.</b> Parámetros de Potencial de DAR en Roca y Suelo Post Cierre. ....	101
<b>Tabla 41.</b> Criterios de Interpretación de Generación de Drenaje Ácido de Roca y Suelo .....	101
<b>Tabla 42.</b> Actividades de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica por Componente. ....	102
<b>Tabla 43.</b> Cronograma Anual de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica Post Cierre. ....	103
<b>Tabla 44.</b> Listado de Monitoreo de Componentes – Monitoreo de Estabilidad Hidrológica. ....	103
<b>Tabla 45.</b> Actividades de Monitoreo de Estabilidad Hidrológica o Manejo de Aguas por Componente.....	106
<b>Tabla 46.</b> Cronograma Anual de Monitoreo de Estabilidad Hidrológica Post Cierre. ....	106
<b>Tabla 47.</b> Listado de Monitoreo de Componentes – Monitoreo de Estabilidad Biológica.....	108

<b>Tabla 48.</b> Parámetros de Monitoreo de Calidad de Agrologica Post Cierre.....	110
<b>Tabla 49.</b> Actividades de Monitoreo de Estabilidad Biológica por Componente.	112
<b>Tabla 50.</b> Cronograma Anual de Monitoreo de Estabilidad Biológica Post Cierre. .....	112
<b>Tabla 51.</b> Pregunta uno (01) del Cuestionario. ....	113
<b>Tabla 52.</b> Pregunta dos (02) del Cuestionario.....	114
<b>Tabla 53.</b> Pregunta tres (03) del cuestionario. ....	115
<b>Tabla 54.</b> Pregunta cuatro (04) del Cuestionario. ....	116
<b>Tabla 55.</b> Cuestionario cinco (05) de Cuestionario. ....	117
<b>Tabla 56.</b> Pregunta seis (06) del Cuestionario. ....	118
<b>Tabla 57.</b> Pregunta siete (07) del Cuestionario.....	119
<b>Tabla 58.</b> Pregunta ocho (08) del Cuestionario.....	120
<b>Tabla 59.</b> Pregunta nueve (09) del Cuestionario.....	121
<b>Tabla 60.</b> Pregunta diez (10) del Cuestionario.....	122
<b>Tabla 61.</b> Pregunta once (11) del Cuestionario.....	123
<b>Tabla 62.</b> Pregunta doce (12) del Cuestionario.....	124
<b>Tabla 63.</b> Pregunta trece (13) del Cuestionario. ....	125
<b>Tabla 64.</b> Pregunta catorce (14) del Cuestionario.....	126
<b>Tabla 65.</b> Pregunta quince (15) del Cuestionario.....	127
<b>Tabla 66.</b> Pregunta dieciséis (16) del Cuestionario.....	128
<b>Tabla 67.</b> Pregunta diecisiete (17) del Cuestionario. ....	129
<b>Tabla 68.</b> Pregunta dieciocho (18) del Cuestionario. ....	130
<b>Tabla 69.</b> Registro fotográfico de Pasivos Ambientales.....	131
<b>Tabla 70.</b> Correlación de las Medidas de Rehabilitación Ambiental de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM).....	137
<b>Tabla 71.</b> Correlación de Estabilidad Física y Los Pasivos Ambientales Mineros (PAM). ....	138
<b>Tabla 72.</b> Correlación entre Estabilidad Geoquímica y los Pasivos Ambientales Mineros (PAM). ....	138
<b>Tabla 73.</b> Correlación Entre la Estabilidad Biológica y Los Pasivos Ambientales Mineros (PAM). ....	139

## Índice de figuras

Figura 1 Concesiones de la Ex. U.E.A. San Genaro.....	23
Figura 2. Supervisión OEFA sobre pasivos mineros.....	24
<i>Figura</i> 3. Efluente minero proveniente de la bocamina San Julián.....	28
Figura 4. Relavera N°01 situada al pie de la laguna Yanacocha .....	29
Figura 5. Planta de Tratamiento de Aguas de Mina (PTAM) Beatricita .....	30
Figura 6. Campamento, Talleres y Almacenes San Genaro (abandonados) .....	30
Figura 7. Ejemplo de Modelo conceptual .....	31
Figura 8. Diseño de Tapón “A” (Guía para el Diseño de Tapones para Cierre de Labores Mineras – MINEM, 2017).....	61
Figura 9. Diseño de Tapón “C” (Guía para el Diseño de Tapones para Cierre de Labores Mineras – MINEM, 2017).....	62
Figura 10. tabla de cálculos de seguridad física.....	63
Figura 11. Modelo de análisis de modelamiento pseudo-estatico de estabilidad física en relaveras. ....	65
Figura 12. Cobertura Tipo I para cierre de bocaminas.....	69
Figura 13. Cobertura Tipo I, para cierre de chimeneas .....	70
Figura 14. Cobertura tipo III para Cierre de depósito de desmonte.....	71
Figura 15. Cobertura Tipo III, para cierre de Planta Concentradora.....	72
Figura 16. Cobertura Tipo IV, para cierre de Depósitos de Relaves. ....	72
Figura 17. Cobertura Tipo I, para cierre de Instalaciones Auxiliares o Complementarias .....	73
Figura 18. Resultado estadístico de la pregunta N°1 del cuestionario. ....	113
Figura 19. Resultado estadístico de la pregunta N°2 del cuestionario. ....	114
Figura 20. Resultado estadístico de la pregunta N°3 del cuestionario. ....	115
Figura 21. Resultado estadístico de la pregunta N°4 del cuestionario. ....	116
Figura 22. Resultado estadístico de la pregunta N°5 del cuestionario. ....	117
Figura 23. Resultado estadístico de la pregunta N°6 del cuestionario. ....	118
Figura 24. Resultado estadístico de la pregunta N°7 del cuestionario. ....	119
Figura 25. Resultado estadístico de la pregunta N°8 del cuestionario. ....	120
Figura 26. Resultado estadístico de la pregunta N°9 del cuestionario. ....	121
Figura 27. Resultado estadístico de la pregunta N°10 del cuestionario. ....	122



Figura 28. Resultado estadístico de la pregunta N°11 del cuestionario .....	123
Figura 29. Resultado estadístico de la pregunta N°12 del cuestionario .....	124
Figura 30. Resultado estadístico de la pregunta N°13 del cuestionario .....	125
Figura 31. Resultado estadístico de la pregunta N°14 del cuestionario .....	126
Figura 32. Resultado estadístico de la pregunta N°15 del cuestionario .....	127
Figura 33. Resultado estadístico de la pregunta N°16 del cuestionario .....	128
Figura 34. Resultado estadístico de la pregunta N°17 del cuestionario .....	129
Figura 35. Resultado estadístico de la pregunta N°18 del cuestionario .....	130

## Resumen

La presente investigación, presento como objetivo determinar las medidas de remediación ambiental que se integran a la remediación de los pasivos ambientales mineros de la Ex. U.M. San Genaro, se empleó el diseño no experimental, donde se desarrolló la remediación ambiental (V1), de los pasivos ambientales mineros (V2), de igual forma se consideró un muestreo probabilístico de 40 personas, sin embargo la población no se basó en un cálculo de muestra debido a que la Ex. U.E.A. se encuentra abandonada, precediendo a ser desarrollado de forma intermitente, los resultados obtenidos se basan en la elaboración de la remediación ambiental que contempla la identificación de contaminantes, la identificación de impactos ambientales de las actividades de remediación, descripción de actividades de remediación que desarrollaron las actividades primordiales de remediación como la actividades físicas, geoquímicas y biológicas, considerando las actividades de mantenimiento y post cierre, además, la correlación es significativa ( $p = 0.01$ ) presentando una alta correlación entre la remediación ambiental y los pasivos ambientales mineros de la Ex. U.E.A. San Genaro.

**Palabras claves:** Remediación, Estabilidad Física, Geoquímica y Biológica, Pasivos Ambientales Mineros.

## **Abstract**

The objective of this investigation is to determine the environmental remediation measures that are integrated into the remediation of the mining environmental liabilities of the Ex. U.M. San Genaro, the non-experimental design was used, where the environmental remediation (V1) was developed, of the mining environmental liabilities (V2), in the same way, a probabilistic sampling of 40 people was considered, however the population was not based in a sample calculation because the Ex. UEA It is abandoned, prior to being developed intermittently, the results obtained are based on the elaboration of the environmental remediation plan that includes the identification of pollutants, the identification of environmental impacts of the remediation activities, description of the remediation activities that they developed the primary remediation activities such as physical, geochemical and biological activities, considering maintenance and post-closure activities, in addition, the correlation is significant ( $p = 0.01$ ) presenting a high correlation between environmental remediation and mining environmental liabilities of the Ex UEA San Genaro.

Keywords: Remediation, Physical, Geochemical and Biological Stability, Mining Environmental Liabilities.

## I. INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de la investigación de la presente tesis, se ha realizado como primera pauta **la problemática** ambiental en el mundo sobre el cuidado del medio ambiente es relativamente nueva, términos como desarrollo sostenible y sus objetivos, recientemente fueron tratados en las reuniones de los países en el mundo, así nacieron, ante problemas ambientales globales que afectan a todos los que habitamos el planeta y ante esto surge la legislación y políticas nacionales adoptados por los países en sus ordenamientos jurídicos para hacer frente a esta problemática mundial. De todos los procesos productivos involucrados en la economía de un país tenemos a uno importante, la minería, la cual se desarrolla por etapas, según estratos y con un presupuesto y tiempo determinado, el cual se encuentra íntimamente relacionado con el aprovechamiento de los recursos naturales no renovables y que en muchas ocasiones puede producir modificaciones e impactos irreversibles en el medio ambiente los cuales se agravan si es que no se cuenta con la regulación ambiental apropiada. Cuando un área minera es abandonada sin remediar los daños ambientales, y cuando estos daños son un riesgo para la población, entonces surge la obligación de realizar una remediación o de compensar a los afectados.

El Perú es un país minero, siempre lo ha sido y seguirá siéndolo, cuenta con un gran potencial geológico y con un territorio mineralizado rico en recursos minerales, esto debido a la presencia de la Cordillera de los Andes a lo largo de su territorio y además cuenta con una biodiversidad que lo coloca en un lugar privilegiado en el mundo por la riqueza de sus recursos naturales. A nivel mundial y latinoamericano el Perú se cataloga como uno de los primeros productores de diversos metales, como oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, estaño, entre otros, lo cual es reflejo no sólo de la abundancia de recursos sino también de la capacidad de producción y de la regulación que apremia a la actividad minera peruana, siendo uno de los sectores más supervisados. Tenemos por un lado una nube de presupuestos legales que regulan la actividad minera, pero estos son recientes, y, por otro lado, tenemos a un país que siempre ha desarrollado actividad minera, ahora bien, cuando no se regulaba la gestión ambiental de la actividad minera y al no existir normas que regulen el cierre de componentes mineros, es más, cuando no existían normas ambientales, los componentes mineros no se cerraban, generándose los pasivos ambientales, Chappuis (2019, p.9) considera a estos como sitios como

abandonados o huérfanos productos de la actividad minera en que no se desarrollaron las acciones de gestión ambiental ni remediación inmediata. Estas actividades mineras desarrolladas generan cambios considerables al terreno y la forma de vida de las poblaciones aledañas que pueden perdurar a largo plazo, entre los impactos ambientales más frecuentes de las minas abandonadas están: paisajes físicamente alterados, pilas de desechos o desmontaras, subsidencia, emisión de efluentes, contaminación del agua, edificios y plantas abandonados, pérdida de vegetación y pozos abiertos. Este daño ambiental es provocado por la incursión de e generados por componentes mineros abandonados que son absorbidos por las aguas superficiales, el aire, suelo, aguas subterráneas y las personas. Para contextualizar en el tema de los pasivos ambientales mineros y entender un poco más la problemática se debe aclarar que no todos los impactos ambientales no gestionados son un Pasivo Ambiental Minero; sólo lo son aquellos que representan un riesgo. La razón de esto es que los PAM generan una obligación económica o pueden generarla en el futuro. Cahuana y Aduvire, (2019, p.19) señalan que los pasivos mineros son las todas las fuentes sobre áreas abandonadas que representen un riesgo a largo plazo que compromete la salud de las personas y el medio ambiente. La definición adoptada es "un área donde existe la necesidad de restauración, mitigación o compensación por un daño ambiental o impacto no gestionado, producido por actividades mineras inactivas o abandonadas que pone en riesgo la salud, calidad de vida o bienes públicos o privados". Estos pasivos ambientales mineros, generaron y siguen generando una serie de impactos ambientales, Oblasser (2016, p. 26) menciona que se promulgo en 2004 la Ley 28271 Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, sin embargo, fue modificada por la Ley 28526 en 2005 con la finalidad de responsabilizar a los responsables y fortalecer la identificación y financiamiento para la remediación de las áreas afectadas. Por otro lado, a pesar que desde el año 2004 hasta la fecha existe una copiosa legislación en materia ambiental para el sector minero, existen titulares mineros que no cumplen a cabalidad con toda la legislación y obligaciones ambientales para cerrar y monitorear el cierre de sus componentes mineros, ya sea por incumplimiento de sus obligaciones o por declararse en quiebra o por no garantizar el cierre final de sus componentes.

Lacy, Slight y Watson (2019, p. 1013), considera que el Cierre de Actividades mineras mal gestionado repercute en la responsabilidad legal, costos financieros y daños ambientales de los componentes mineros que pueden ocasionar el daño ambiental. Ocasionalmente la generación de estos pasivos ambientales que comprometen la estabilidad de los ecosistemas, causando en muchos casos la pérdida total o parcial de estos, incluso los ecosistemas con mayor tasa de amortiguación de contaminantes son susceptibles a ser alterados. La importancia en la implementación de acciones, actividades de cierre de pasivos ambientales, destinadas a frenar la generación de agentes contaminantes provocados por los pasivos mineros se vincula con generar estrategias de manejo y cierre de estos componentes que han sido abandonados y que al no identificar a quien lo generó, quedan bajo el ámbito y potestad del Estado, el cual a través de estrategias plasmadas en instrumentos de gestión ambiental tales como los Planes de Cierre de Pasivos Mineros que se encuentran enfocados en resolver las afectaciones ambientales que generan los pasivos.

La Ex. Unidad Minera Económica San Genaro, Ubicada en el Distrito de Castrovirreyna, Provincia de Santa Ana, Departamento de Huancavelica fue un proyecto de extracción minera polimetálica que actualmente se encuentra abandonado debido a una serie de factores legales que acarrearón la paralización y posterior abandono de las operaciones mineras lo cual ha generado una serie de impactos ambientales muy graves debido a que se encuentra ubicada cerca de cuerpos de agua frágiles como bofedales y Lagunas de grandes dimensiones por lo que es de necesidad la elaboración de estrategias destinadas a remediar estos impactos generados por estos componentes mineros.

## **II. MARCO TEÓRICO**



El estudio de investigación cuenta con los siguientes **antecedentes internacionales**, presentando:

López, Lina; López, Mary; Medina, Graciela. La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica, 2017. Concluye que a pesar de existir una legislación que regula la inversión minera en protección ambiental, esta se encuentra rezagada debido al incumplimiento de las políticas de protección ambiental, por lo cual propone desarrollar las medidas de protección ambiental a través de matrices de prevención y mitigación de impactos, el cual es fundamentado a través de la evaluación de las actividades mineras e identificar a los responsables de los daños causados por los pasivos ambientales mineros, esta a su vez invoca las medidas de rehabilitación ambiental como: Estabilidad Física de los Componentes, Controles Hidrológicos y Tratamiento de Aguas, Control de Sedimentos y Arrastres, demostrando una similitud a la normativa peruana, por lo cual se establece una relación entre las actividades desarrolladas en los proyectos mineros peruanos.

ZAMORA, Gerardo; LANZA, Julio; ARRANZ, Julio. Metodología para la identificación y evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros con fines de priorización para su remediación. Revista de Medio Ambiente y Minería, 2018, propone una metodología de identificación de pasivos ambientales mediante criterios como, Identificación de la Mina, Tipo de Minería, Estado y Tipo de Mina, Estado y Tipo de Planta, Depósito de Residuos, Sustancias y Situación del Entorno, para la identificación de impactos ambientales, sociales y materiales basadas en la ASGMI – 2010, estas serán catalogadas de acuerdo a códigos asignados según las condiciones ambientales de los componentes o zonas con el fin de establecer el ranking prioritario de medidas de acción, además se menciona como medidas de remediación ambiental, la estabilidad geoquímica, las cuales serán basadas en el manejo de drenaje ácido DAR y la aplicación de coberturas para la recuperación de las zonas degradadas por la actividad minera o los pasivos ambientales mineros.

Chappuis, Maria. Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú, serie Medio Ambiente y Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile, 2019. Analiza las bases normativas y ambientales del Perú, identificando a los responsables estatales de la protección

ambiental, a su vez establece la categorización de los inventarios de pasivos ambientales a través de 6 fichas, 1) información general de la ex unidad minera, 2) Labores Mineras, 3) Residuos Mineros, 4) Otros Residuos, 5) Edificaciones, infraestructura y otros, 6) Sustancias Químicas, considerando además tres criterios de riesgo para los PAM, siendo 1) Seguridad Humana, 2) Salud Humana y Ambiente Físico, 3) Fauna Silvestre y Conservación, además invoca a las mejoras tecnológicas para la solución de los PAM así como el fortalecimiento sistemático de los actores supervisores como OEFA y/u OSINERGMIN y a la solución de estos a través del financiamiento, reaprovechamiento y adecuaciones legales impulsadas por el estado, instituciones privadas o a través de la remediación voluntaria por parte de los responsables generadores de los PAM y posterior a todas las actividades realizadas, propone la publicación de responsables y avances de remediación a la población involucrada como un refuerzo institucional.

HATTINGH, Raina; WILLIAMS, D.; CORDER, Glen. Applying a regional land use approach to mine closure: opportunities for restoring and regenerating mine-disturbed regional landscapes. En Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure. Australian Centre for Geomechanics, 2019. Propone estrategias de aprovechamiento para las zonas remediadas por actividades de cierre, en las cuales se enfoca en el manejo de tierras a través de coberturas terrestres sobre los componentes mineros de mayor envergadura tales como depósitos de desmonte y relaveras otorgando una planificación estratégica de las áreas remediadas para la conservación del agua a largo plazo y su tratamiento, impulsar el fortalecimiento agrícola, funciones ecológicas y turísticas y comprende el comportamiento a futuro de la población para una posible expansión poblacional como parte de una función social concluyendo que es importante evaluar la idoneidad para la modernización de los activos mineros hacia un futuro.

MARCHEVSKY, Natalia; GIUBERGIA, Andrea; BENINATO, Miguel. Diagnóstico ambiental de una antigua mina de tungsteno en Argentina. Minería y Geología, 2020, realizó un diagnóstico ambiental de los PAM a través de un sistema matriz de valorización de impactos compartidos a través de calcificaciones como, Impactos irrelevantes, impactos moderados, impactos severos e impactos críticos cada uno con una unidad de valor de -25 hasta -75, la cual guarda similitud a la

metodología CONESA, obteniendo como resultados que el recurso aire tenga una clasificación irrelevante, el recurso suelo, recurso agua y paisaje como severo, y daños intermedios a moderados para el recurso biótico, determinando las condiciones severas de la pasivo Los Cóndores sobre los medios descritos causados por acumulación de desechos, cambio dinámico del río Las Cañas y la deformación geomórfica del paisaje.

ZAMORA, Gerardo; LAFUENTE, Jaime; HINOJOSA, Octavio. Propuesta de rehabilitación ambiental del pasivo minero de Japo-Santa Fe. Revista de Medio Ambiente y Minería, 2020. Realizo un estudio de remediación del Pasivo Ambiental Minero el Japo, donde se realizaron pruebas de drenaje ácido de roca (ABA), arrojando un resultado de -20, lo que la generación de acidez de la zona por cual se propuso como remediación la implementación de un sistema de cobertura compuesta por 20 cm de Capa de Graba, 50 cm de cobertura seca y 10 cm de cobertura vegetal, los cuales proveen de conductividad hidráulica, almacén de lluvia y prevención de la erosión del suelo, incluyendo un volumen total de 5000, 12500 y 2500 m<sup>3</sup> respectivamente.

Como antecedentes nacionales tenemos; OEFA (2019): Acta de Supervisión 0298-2019-DSEM-CMIN, Ministerio del Ambiente, Lima, Perú, realizó los ensayos de muestras de campo en laboratorio, en el cual se consideró muestras de agua superficial, efluentes, suelos, sedimentos y relaveras, los cuales marca los siguientes resultados: de los 14 puestos de monitoreo realizados para agua superficial, se encontró que los parámetros inorgánicos en su mayoría no superan los ECAs aprobados a excepción del Zinc, quien excedió todas las muestras tomadas, los puntos más resaltantes que se ha podido observar es el punto ESP-AS-01 con 18.8 mg/l de Zinc presente en agua superficial, usualmente la cantidad de metales está relacionado con la conductividad y el Ph, lo cual para este mismo punto ha arrojado un poco más de 2 veces la cantidad permitida de conductividad, lo mismo se ha verificado con el punto ESP-AS-09, que arroja un resultado de Zinc con más de 100 mg/l y una conductividad 7.5 veces más de la establecida. Se tomaron 18 muestras de afloramientos mineros, los cuales resulta que casi todos los efluentes mineros exceden los LMP con respecto al parámetro Zinc, siendo el

más representable el punto ESP-ARI-10 que excede hasta cien (100) veces lo establecido, este efluente puede estar relacionado con el punto ESP-AS-09, el cual arroja el mismo valor en cuerpo natural, los resultados de los ensayos de muestras de suelo evidenciaron que los niveles de los parámetros evaluados registraron una concentración elevada de Arsénico en la mitad de estos puntos de muestreo (01, 03 y 04) que presentan una concentración de hasta 3 veces lo establecido, otro de los parámetros más 1resaltantes es el Plomo que presenta una concentración muy elevada que varía de 2.5 hasta 5 veces lo establecido, resaltando una alto grado de concentración, el Zinc se encuentra presente en concentraciones altamente elevadas, esto guarda relación a los resultados de efluentes mineros metalúrgicos y de agua superficial, debido que en estos muestreos el Zinc también se encuentran en concentraciones elevadas, en cuanto a los resultados de sedimentos y relaves se halló que los metales de sedimentos para época de estiaje se comparan con la Norma Canadiense de calidad de sedimentos para la protección de la vida Acuática 2002 y sus Guías Provisional de Calidad de ISQG y según Niveles de Efectos Probables PEL's, donde se tiene la comparación de los metales que arrojan el exceso de metales concentrados en las muestras tomadas, en algunos de ellos supera incluso hasta 50 veces lo establecido, por tanto la autoridad determino que la empresa supervisada destine las acciones de rehabilitación ambiental por suponer un grave daño al ambiente y a la población.

Cervantes, Joel; Quito, Samuel. Evaluación de riesgo ambiental generado por pasivo ambiental minero en la calidad de agua superficial. Natura@economía. Lima, Perú. 2020. Realizaron estudios de riesgo de pasivos ambientales mineros sobre agua superficial en la localidad de San Miguel, Huarochirí, a través de la metodología plasmada en la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental propuesta por el MINAM sobre los pasivos PAS-1, PAS-8, PAS-14 y PAS-16 del inventario de pasivos ambientales del MINEM, este estudio consiste en la toma de muestras para su análisis de ensayo que arrojaron muestras como: Sulfatos 1385.31 mg/L, SST 1826 mg/L, Cadmio 0.0621 mg/L, Manganeseo 5.115 mg/L y Zinc 16.2195 mg/L, entre otros parámetros para el PAS-1. pH 2.24, SST 5064 mg/L, Aluminio 65356 mg/L, Arsénico 151.39 mg/L, Cadmio 1.13 mg/L, Cobre 20.002 mg/L, Hierro 1481.36 mg/L, Manganeseo 12.56 mg/L, Mercurio 0.0113 mg/L, Plomo 800.03 mg/L, Zinc 260.39 mg/L para el PAS-8. pH 5.42, Sulfatos 1002.56 mg/L, SST 1452 mg/l,

Arsénico 0.105 mg/L, Cadmio 0.077 mg/L, Hierro 2.878 mg/L, Manganeso 5.352 mg/L, Plomo 0.21 mg/L para PAS-14. pH 2.32, Sulfatos 2113.85 mg/L, SST 6040 mg/L, Aluminio 22.28 mg/L, Arsénico 121.435 mg/L, Cadmio 2.179 mg/L, Cobre 29.88 mg/L, Hierro 745.92 mg/L, Manganeso 16.77 mg/L, Plomo 3.71 mg/L, Zinc 493.92 mg/L para PAS-16, lo que interpreta que el PAS-1 supera en 43% el ECA-agua, el PAS-8 Supera en un 93%, el PAS-14 un 57% y el PAS-16 un 86% de los ECA-agua, concluyendo que los PAM provocan daños considerables a los factores humanos, natural y socioeconómico de San Miguel de Viso, Huarochirí.

CUENTAS ALVARADO, Mario, et al. Evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros en la comunidad de Condoraque - Puno. Revista de Medio Ambiente y Minería, 2019, propone la evaluación de los posibles riesgos que puedan ocasionar los PAM como un diagnostico preliminar a través de la Evaluación de Riesgos Simplificada (ERS) y Evaluación de Riesgos Detallada (ERD), formulando la ERS con los siguientes pasos: Paso 1, Formulación del problema; Paso 2, Identificación de Escenarios de Peligro; Paso 3, Estimación de índice de probabilidad de Ocurrencia; Paso 4, Estimación de Severidad de Consecuencias y, Paso 5, Evaluación de la Magnitud de Riesgo, concluyendo que los PAM detectado tales como, Bocaminas, Rampas, Laguna Choquene y Bofedales constituyen un riesgo Alto Moderado pues resalta la contaminación provocada es secuencial pues deriva desde la bocamina hasta los bofedales como todo pasivo minero por lo cual se estima la contaminación y afectación de la vida acuática, sin embargo destaca el análisis a través de codificaciones en su matriz de riesgos que puede ser fácilmente interpretada a través de una matriz de impactos.

SCHWARZ, Max. El proceso de cierre de minas. Agenda Viva, 2018, describe al proceso de cierre de minas como las actividades técnicas, ambientales, sociales y legales como parte final de la vida de una mina, conformado por los principales componentes como: Recuperación del valor, estabilidad física, geoquímica, manejo de aguas y reconfiguración de componentes a largo plazo, seguido por un seguimiento post cierre tanto de la parte física y social.

Sotomayor, Arístides. Remediación de pasivos ambientales mineros como estrategia para el cuidado del ambiente. En Consorcio de Universidades (Ed.), Metas del Perú al bicentenario, 2016. Lima. Recomienda como parte de la

remediación de los PAM la reubicación de depósitos de relaves que se encuentran sobre cabeceras de cuenta o cerca a cuerpo hídricos importantes, así como incluir al inventario de pasivos mineros todos aquellos que puedan ser identificados sobre las cuencas, menciona, además la importancia de la priorización sobre los PAM para su remediación según el tipo y peligro que estos representen además de mencionar la necesidad el impulso del estado con el fin de destinar fondos para la remediación de estos, a través de coordinaciones llevadas con el sector privado con el revertir esta situación.

Resolución Ministerial N°0473-2017-MEM/DM, aprueban dichos formatos del IGAFOM y el catálogo de las medidas ambientales. El peruano, Lima, 13 de agosto de 2017. Establece el catálogo de gestión ambiental para el cierre y post cierre de actividades mineras, los cuales contiene los aspectos de restauración ambiental, estabilidad física, seguridad, estabilidad geoquímica y manejo de aguas, uso de tierra y consideraciones sociales, los cuales son aplicables a componentes mineros de beneficio, minado y auxiliares además del seguimiento establecido para actividades post cierre.

Para esta investigación, tenemos como **teorías asociadas al estudio**, las siguientes: es necesario detallar que es exactamente un **pasivo ambiental minero**, pues no todas afirmaciones son precisas, por ello Carbal, et. al. (2019, p, 505), realiza la definición precisa de un pasivo, tomando en cuenta la comparación de diversas organizaciones, las cuales precisan que un pasivo es toda actividad minera realizada por una empresa o persona que representan una obligación o deuda producto de los impactos ocasionados al medio ambiente y del cual se requiere identificar a los responsables, tomando como una necesidad la recuperación y compensación. Partiendo de toda actividad, y como parte de un instrumento de gestión ambiental se tiene que analizar los respectivos **impactos ambientales, sean estos negativos o positivos**, por tal, Cacilda, Lastra y Acevedo (2019, p 345), menciona que la estimación de impactos se realiza a través de la observación y descripción del ambiente, entrevistas y el análisis documentario, esto sumado al método de valorización de impactos empleado por CONESA, el cual se determina la importancia del impacto mediante la fórmula:  $I =$

**3\*IN + 2\*EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC**, a través de un criterio de importancia, Irrelevantes (< 25), moderados (entre 25 a 49), severos (entre 50 a 75) y críticos (>75) que serán representadas a través de la matriz de valorización de impactos. Cambuta (2017, p.26) plantea que las caracterizaciones de actividades mineras deben comprender los factores ambientales como el Medio Abiótico (suelo, atmosfera, agua y paisaje), Medio Biótico (Flora y Fauna) y Socioeconómico, la matriz de identificación de impactos comprenderá todos los procesos de la actividad a desarrollar tomando en cuenta los factores ambientales descritos y sus impactos ambientales. **El cierre de pasivos mineros** contempla, Dallas (2017, p.9) precisa que los métodos de rehabilitación deben ser rentables y permanentes en el tiempo, estos planes deben desarrollar como primera instancia el cese de actividades junto al desmantelamiento y demolición de instalaciones, acondicionamiento de relaves y residuos mineros de potencial impacto así como el manejo del drenaje minero y el acondicionamiento del suelo rehabilitado para la revegetación con especies locales, tratando en toda forma de obtener las condiciones previas a la actividad minera desarrollada, además, Lacy (2016, p. 249) propone como parte de las estrategias de un cierre y remediación efectivo se considerarán los siguientes: aspectos como La Estabilidad Física de los componentes que favorezca la seguridad y la habilitación del crecimiento de vegetación, así como la protección de los efectos meteorológicos, Estabilidad Vegetativa, que garantice la protección de los componentes pues actúan como una barrera física y fomenta la proliferación de organismos del ecosistema a través de la implementación de coberturas, La estabilidad Química por parte de la aplicación de agentes químicos como yeso, alcohol polivinílico, cal, entre otros que permita el acondicionamiento de los componentes, por último se toma en cuenta la aplicación de las coberturas las cuales deberán ser aplicadas en conjunto con las actividades físicas, químicas y vegetativas pues estas aseguran mayor estabilidad de los componentes, proporcionando un mayor beneficio a los ecosistemas. Por tanto, bajo el concepto de **remediación física**, Carvalho, Diamantino y Pinto (2016, p. 558) detalla como parte de la remediación de pasivos ambientales mineros es necesario construir un muro perimétrico que impida el acceso y la construcción de gaviones sobre relaveras de acuerdo a su configuración permitiendo el no contacto de aguas de drenaje superficial y escorrentías, sumado a la estabilidad geoquímica por

implementación de coberturas superficiales comprendidos por capas de arcilla o revestimiento HDPE que permita el confinamiento de los componentes. Por otra parte, además, Mhlongo, et al, (2019, p. 4), precisa que las acciones de remediación de labores de actividades mineras se deberán realizar mediante la aplicación de rejas que impidan el acceso de personas y animales, estas labores serán selladas por medio de hormigón armado en conjunto con la reja de acero o malla de alambre, este tapón hermético constara de 3 a 10 metros de espesor al interior de cada labor. Melo y Sánchez (2020, p. 249) aplican las actividades de recontorneado de la capa superior del suelo a través del uso de excavadoras y camiones de carga para la extensión mecánica del perfilado, compactado y nivelado del terreno para la protección de la erosión meteorológica y la implementación de sistemas de drenaje, capa superficial del suelo para remediación y forestación de especies nativas de las áreas. Bialy, et. al. (2020, p. 371) menciona que una de las actividades de rehabilitación de las áreas perturbadas por la minería es el desmantelamiento de las operaciones, infraestructura y equipos que fueron utilizados sobre la vida útil del proceso minero, esta consta de tres fases, siendo la inicial el acondicionamiento o rehabilitación previo en los que se encuentran estas estructuras, el desmantelamiento de excavaciones o equipos y, en caso de relaves, se emplea su rehabilitación. además, como parte de una **remediación geoquímica**, Parada, Vergara y Sánchez (2018, p. 16), Desarrollo el control y prevención de aguas ácidas de mina a través de la incorporación de barreras aislantes compuestas por geomembrana HDEP o arcillas, el cual reduce la generación de aguas ácidas hasta en un 50%, acompañado de canales perimetrales que bordeen los componentes, mineros para la conducción de aguas de no contacto, las generación de aguas ácidas podrán ser tratadas con reactivos químicos de carácter alcalino como roca caliza o cal sobre los componentes generadores de acidez y sobre la rehabilitación del suelo, por último se podrá incorporar un método biológico que permita la prevención de la generación de agua ácida de mina si en caso, la actividad registre presencia de Thiobacillus ferrooxidans a través del Sodio Lauriel Sulfato (SLS) aplicado mediante irrigación. Obed, et al, (2016, p. 669) realizó el tratamiento de aguas ácidas de mina a través de un sistema piloto que contempla el uso de  $\text{CaCO}_3$ , el cual permite la sedimentación de metales como arsénico, hierro, entre otros, disminuyendo la



concentración microbiana de  $\text{SO}_4$ , y el pH, este sistema fue desarrollado mediante RAPS en los cuales se simulaban condiciones similares de los pasivos mineros además deberá comprender tal estructura que asegure que no existan fugas en los sistemas de conducción de aguas ácidas. Ranjan, et al. (2016, p. 259) detallo que es necesario que, para remediar los pasivos ambientales se debe rellenar todas aquellas las labores mineras con material de desecho para su posterior recuperación de la zona intervenida a través de un sistema de coberturas comprendidas entre 30 a 50 cm que deberá ser monitoreada por un periodo de 2 meses por lo cual, de no haber reacción se procederá a rellenar con una capa de material orgánico para finalizar con la revegetación de la zona con especies propias del área. Hudeček, et. al. (2016, p.131) analizo las actividades de remediación de relaves la incorporación del acondicionamiento de los relaves, su desplazamiento y perfilado, así como la aplicación de una geomalla en los rellenos compactados, esto sumado a la construcción de diques de protección y la instalación de sistemas de drenajes que bordean las áreas rehabilitadas, el material de remediación deberá comprender al suelo local que permita cubrir la geomalla y el diseño de drenaje deberá comprender construcción de canales o tuberías dependiendo de las condiciones del suelo. Sözen, et. al. (2017, p 1546), argumenta que como parte de la remediación minera consiste en el reaprovechamiento de los relaves a través de un sistema de lixiviación y cementación, sin embargo, considera el manejo de aguas de no contacto para restringir la generación de aguas de contacto a través de sistemas de canales que transportan el agua de no contacto hacia pozas de almacenamiento que permitan la reutilización para el sistema de reaprovechamiento o para la remediación misma evitando que estas aguas entren en contacto con las pozas de relaves. Por otro lado, Williams (2016, p. 603) menciona que los efluentes deben transportar caudales que permiten la continuidad de la topografía formada por la estabilidad física, por lo que se deberá ajustar una infraestructura adecuada para conducción de los drenajes de mina que posteriormente de convertirán en el recurso agua, es importante tomar en cuenta que al principio de esta actividad se detectara fugas, sin embargo, al concluir, se convertirán en abastecimientos de agua. además, Sanchez y Ferreira (2016, p. 21) plantea que la remediación de estos pasivos puede realizarse a través de métodos pasivos como son la incorporación de humedales artificiales, drenajes calizos,

canales de calizos, entre otros, estos humedales artificiales realizan el proceso de precipitación de hidróxidos metálicos, formación de sulfuros metálicos, intercambio de cationes de carga negativa y absorción por las plantas. Por tal es preciso mencionar que como parte de la **remediación biológica**; Strohbach, et. al. (2018), discute que la remediación ecológica de componentes mineros debe contemplar especies de alta duración (tiempo de vida) y evitar especies invasoras, por lo que es recomendable el uso de pastos nativos o especies ideales a las condiciones ambientales que permitan el establecimiento de una vegetación perenne, para esto se debe considerar que el suelo propuesto deba contemplar materia rica en carbono o fertilizantes que sirvan de soporte para las plantas y filtro para ciertas sustancias, sin embargo para que el suelo pueda mantener sus nutrientes, es necesario la aplicación de hongos o rizobios, estas actividades de vegetación podrán ejercer una protección a los componentes rehabilitados frente de las condiciones meteorológicas, por lo cual, la incorporación de esta vegetación perenne es de gran importancia para la remediación. Humphries (2016, p. 371), plantea que las actividades de rehabilitación vegetativa del cierre de minas deben ser supervisado desde el sembrado de la primera semilla y sus diversidades representativa, enfocándose en especies predominantes de las áreas de rehabilitar y eliminando plantas invasivas, precisando que la primera generación de plantas determinara la estabilidad de la comunidad vegetativa de la zona y determinando las actividades de monitoreo de especies vegetativas. Setyawan, Napoleon y Hanum (2016, p. 293), determinaron que la proliferación de microorganismos del suelo recuperado aumenta con la vegetación y la incorporación de material orgánico en la superficie del suelo en el tiempo, lo que permite el aumento de la respiración autótrofa y heterótrofa por acción de las raíces y microorganismos como el gasto del CO<sub>2</sub> por fotosíntesis, teniendo en cuenta que la condiciones ácidas del suelo se asocian a la calidad de rehabilitación del suelo. Además, Loch (2016, p. 446) informa que para las comunidades de vegetación sean sostenibles, estos deben ser sometidos a servicios que permitan: Manejo de lluvias y control de escorrentías, disponibilidad y abastecimiento de agua, proveedores de nutrientes y minerales, estabilidad física del paisaje contra la pérdida del perfil del suelo. Estos pueden variar dependiendo del tipo de suelo y zona, desarrollándose a largo plazo debido a la interacción entre la vegetación y el suelo, demás, Cross (2018, et. al. P. 2) menciona que se debe

evaluar la tasa de crecimiento y estimaciones de crecimiento estandarizadas de las plántulas, estas se darán a través de las muestras de suelo, raíces y brotes de las diferentes especies nativas, por otro lado, el sustrato representativo para la restauración minera deber ser enfocado a una restauración ecológica, sin embargo, es necesario plantear diversos escenarios de los sustratos implementados para obtener los ensayos respectivos de cada sustrato implementado.

**La formulación del problema** se planteó el siguiente problema general:

- ¿De qué manera las medidas de remediación ambiental contribuyen a la remediación de los pasivos ambientales de la Ex. Unidad Minera san Genaro?

Considerando el planteamiento de los siguientes problemas específicos:

- ¿De qué manera las acciones de estabilidad física garantizan la remediación de los Pasivos Ambientales de la Ex. U.M. San Genaro?
- ¿De qué manera las actividades de estabilidad geoquímica contribuyen a la remediación de los Pasivos Ambientales Mineros de la Ex. U.M. San Genaro?
- ¿De qué manera las actividades de estabilidad biológica mejoran la remediación de los Pasivos Ambientales Mineros de la Ex. U.M. San Genaro?

**La justificación del esta investigación** se basa en las razones primordiales de la identificación y remediación de los pasivos ambientales (de acuerdo a los lineamientos descritos) mineros es el dar a conocer el estado en los cuales estos se encuentran, estos pueden ser diversos ya que pueden proceder de muchas fuentes como Relaveras, Bocaminas e incluso componentes mineros que en su debido momento formaron parte de una gestión ambiental dentro de la vida operacional de una mina, pero que debido a su abandono, no cumplirían con su propósito lo cual generaría bajo sus propios mecanismos, un pasivo diferente.

La problemática actual en el departamento de Huancavelica, exactamente en la comunidad campesina de Santa Ana, deviene de una serie de incumplimientos ambientales que fueron dispuestos en un Cierre de Minas, sin embargo, debido a la antigüedad de esta y a su irregularidad, se requiere la implementación de nuevo

sistema que desarrolle las actividades de cierre más adecuadas y hacer de su conocimiento a las autoridades sectoriales competentes para la toma de acciones necesarias para la mitigación de los efectos ambientales negativos que ocasiona el abandono de esta unidad minera.

Por ello, es necesario un informe o documento que brinde la información necesaria para expresar la situación actual de la unidad, el presente contribuirá las acciones más factibles frente al mantenimiento y mitigación de estos pasivos, propiamente dicho, entraríamos en un enfoque de elaboración de un Instrumento de Gestión Ambiental enfocado a la remediación a largo plazo.

**El objetivo general** de esta investigación es el siguiente:

Determinar las medidas de remediación ambiental que se integran a la remediación de los pasivos ambientales mineros de la Ex. U.M. San Genaro.

Así mismo, se contempló tres objetivos específicos para este estudio:

- Determinar como la estabilidad física de los componentes contribuyen a la remediación de los pasivos ambientales de la Ex. U.M. San Genaro.
- Evaluar como las actividades de estabilidad geoquímica aporta a la remediación de los pasivos ambientales mineros de la Ex. U.M. San Genaro.
- Estimar como las actividades de estabilidad biológica aportan a la remediación de los pasivos ambientales de la Ex. U.M. San Genaro.

Como parte de las **hipótesis General del estudio**, tenemos:

Las medidas de remediación Ambiental se relacionan significativamente con la remediación de pasivos ambientales mineros de la Ex Unidad Minera San Genaro.

De igual forma, se tiene como hipótesis específicas:

- Las medidas de estabilidad física se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro.

- las actividades de estabilidad geoquímica se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro.
- las actividades de estabilidad biológica se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación.

El trabajo de investigación es de tipo aplicada, Zorrilla (2017, p. 155), menciona que este tipo de investigación se destaca por buscar una aplicación de los conocimientos adquiridos, que sean empleados de manera práctica, debido a la implementación de la teoría descrita para la remediación de los pasivos ambientales mineros, es por tal que se emplearan los criterios que permitan generar herramientas de gestión, por tal es una investigación presenta un enfoque cuantitativo, Valdés (2019, p. 149) pues estos modelos pueden enfocarse den dar solución a una realidad problemática, teniendo en cuenta sus orígenes, tomando un punto donde empieza y termina, por tal la investigación relaciona la causa y el efecto del problema que supone los pasivos mineros, y dar una solución viable que permita solucionar los problemas generados a través de una remediación.

De nivel descriptivo correlacional y diseño es no experimental transversal descriptivo correlacional, de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2018, p 156 - 158) menciona que un diseño descriptivo explora las modalidades de las variables de estudio y, es correlacional cuando implica relaciones entre estas categorías en un momento determinado pues las causas y los efectos ya han tenido lugar. Debido a que el presente estudio indaga información y observa la muestra, formulando las actividades de remediación con respecto a los pasivos ambientales, estas mismas se aplicarán para las dimensiones de estos, para ello se diseña una estrategia que esté acorde a lo dispuesto en la literatura y la experiencia, según lo dispuesto a la guía cierre de pasivos mineros y sus respectivas guías.

- Diseño General: Descriptivo - Correlacional

M = Obketivo 1 r Objetivo 2

Dónde:

M= muestra.

O1= Observación de la V1

O2= Observación de la V2

r= correlación entre las dos variables

### 3.2 Variables y Operacionalización de Variables.

**Tabla 1. Variables**

<b>Variable Dependiente: Rehabilitación Ambiental</b>	
<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
- Estabilidad Física de los Componentes.	- Puntos de Subsistencia. - Mediciones de estabilidad física - Medidas de revegetación
- Estabilidad Geoquímica.	- Informes de Ensayo de toma de muestras. - Muestras de Campo. - Caracterización Física.
- Estabilidad biológica o revegetación.	- Análisis de Cobertura - Tasa de Crecimiento y desarrollo - Caracterización de suelos
<b>Variable Independiente: Componentes Mineros Abandonados (Pasivos ambientales).</b>	
<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
- Componentes de Mina.	- Componentes de explotación. - Componentes de Exploración. - Sistemas de Manejo y Tratamientos
- Componentes de Beneficio.	- Plantas Procesadoras. - Depósitos de Concentrados y restos de procesos. - Concesiones de Beneficio.
- Componentes Auxiliares.	- Estado físico de componentes. - Reaprovechamiento de residuos. - Disposición final de Residuos Sólidos.

Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Población, Muestra y muestreo.

**La población** corresponde a la zona de la Ex. U.E.A. San Genaro, ubicado en Huancavelica, provincia de Santa Ana, la presente se dispone a estudiar y proponer las acciones de remediación de los pasivos ambientales mineros de esta, por tal **la muestra** se desarrolla sobre la observación, seguimiento fotográfico y desarrollo de la literatura para la remediación de estos pasivos, presentando **un muestreo** es



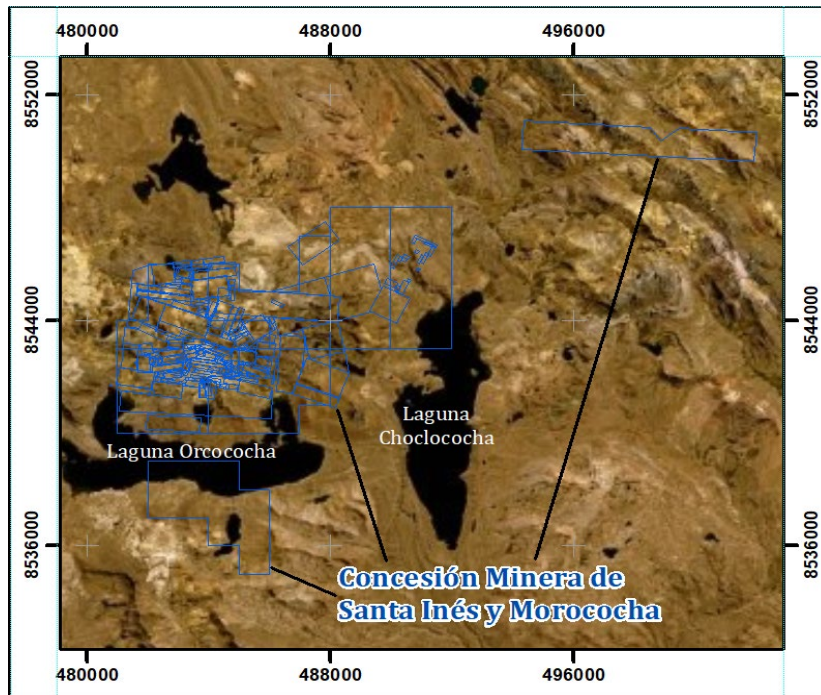
aleatorio simple, pues cualquiera de los componentes, sean sus características (de mina, beneficio o auxiliares), comprenden similares grupos que representan a los pasivos mineros, Otzen y Manterola, (2017, p. 228) determinan que un muestreo aleatorio simple permite enfocarse en todos los individuos de la muestra, esto permite que la probabilidad de selección es independiente, por tanto es un muestreo probabilístico.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

La técnica empleada es en esta investigación, de acuerdo a Rubiano y Aponte (2020, p 67 – 71) menciona que es importante considerar técnicas que permitan precisar lograr los objetivos, de acuerdo a las intenciones del investigador, estas puedan requerir información cualitativa o cuantitativa con una estrategia definida de recolección de datos, estas pueden ser la observación, **encuestas**, grupos de enfoque, grabaciones o entrevista. por tanto, se emplea para este estudio la observación basada en la documentación fotográfica y empleo de criterios del investigador en conjunto de las encuestas tomadas en campo hacia los pobladores, Romero, Martín (2016, p.301) menciona que las encuestas tienen como fin realizar una estadística de una población finita. estas fueron destinadas a identificar el estado de los pasivos mineros y su impacto sobre el medio para así, proponer las actividades de cierre de pasivos que permitan remediar los impactos generados por estos pasivos mineros, además, los instrumentos utilizados se basan en los registros fotográficos y la lista de recolección de datos.

### **3.5 Procedimientos.**

El estudio se centra en la observación de los componentes mineros abandonados, estos se distribuyen a lo largo de las concesiones de la compañía Santa Inés de Morococha, sin embargo, estos pasivos son propiedad de Castrovirreyna Compañía Minera S.A.



*Figura 1 Concesiones de la Ex. U.E.A. San Genaro.*

Dentro de esta área de estudio, se empleó la información de supervisiones de OEFA para determinar el estado actual de estos pasivos y aplicar los conocimientos profesionales adquiridos que permitan el cierre de estos componentes, para ello se determinó en base a lo estipulado por las normas peruanas, como el reglamento de cierre de minas (D.S. 033-2005-EM), y sus guías y complementos.



*Figura 2.* Supervisión OEFA sobre pasivos mineros.

El proceso de gestión de cierre se elabora a partir de la interpretación observable de los componentes abandonados, estos se basan en aplicar los tres criterios de cierre como son la estabilidad física de los componentes, geoquímica y biológica, dentro de estas se describirá las actividades a realizar para cada uno de ellas, además, como todo instrumento de gestión ambiental, se desarrollará la valorización de impactos de estas actividades y su registro de fuentes contaminantes, además de incluir las fases de mantenimiento y post cierre respectivos a las actividades de remediación de pasivos mineros.

### **3.6 Metodo de análisis de datos.**

Se empleó el análisis descriptivo de los componentes mineros, las actividades de remediación serán propuestas en base el criterio del investigador, todas estas acciones serán representadas a través de tablas de mantenimiento y post cierre, se empleará el software SPSS para calcular las encuestas tomadas, las cuales serán catalogadas en base al sistema Likert, el registro fotográfico será tomado a través fotografías de la operación abandonada.

### **3.7 Aspectos éticos.**

El investigador ha respetado todos los procedimientos dispuestos por la Universidad César Vallejo, a su vez, toda la información de los autores citados es mencionado respectivamente en la bibliográfica y citados correctamente por la metodología ISO 960.

## **IV. RESULTADOS**

## Fuentes Potenciales de Contaminación

Toda actividad minera se caracteriza por alterar a gran escala el paisaje en donde se desarrolla, esto puede acarrear una seria de problemas ambientales y sociales, sin embargo, la gran mayoría de titulares mineros cuentan con programas, procesos y estrategias que permiten garantizar la estabilidad y el cuidado del medio, aunque, de no ser debidamente empleadas pueden ser incluso más perjudiciales en función a lo que buscan mitigar.

La Ex. U.E.A. San Genaro presenta aun las instalaciones de explotación, beneficio y componentes auxiliares que en su momento formaron parte de la vida actividad del proyecto, sin embargo, al ser abandonadas y al no existir las medidas necesarias para el cuidado del medio se han convertido en fuentes de gran potencial contaminante, específicamente a los componentes agua y suelo, los componentes detectados son:

**Tabla 2. Identificación de Contaminantes.**

<b>Identificación de Componentes de Potencial Contaminante</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Unidades de procesos</b>	<b>Componentes</b>
Mineros (componentes que forman parte de los Planes de Minado)	Extracción de mineral, transporte y carguío de mineral, material de préstamo, desmonte, entre otros.	Bocaminas (zona Beatricita, Pampamachay, Lolita, Mañoso, entre otros.) Depósitos de Desmonte. Rajos de Trabajo, Piques y Chimeneas Canteras de material de préstamo, etc.
Beneficio (correspondientes a Concesiones de Beneficio)	Transformación del Mineral, procesos de chancado, molienda , flotación, entre otros.	Planta concentradora (incluye todos sus componentes de Chancado, Molienda, flotación, entre otras). Canchas de mineral (Stock Pile) y Relaveras.
Componentes Auxiliares	Complementarios a los componentes principales	Almacenes, Plantas de Tratamiento, Depósitos de RR.SS. Polvorines, Subestaciones, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Las zonas de actividad identificadas más resaltante corresponden a las Zonas Pampamachay, Mañoso, Beatricita, Lolita, Benevento y San Genaro, en estas zonas se concentran gran parte de los componentes mineros que se desarrollaron en el periodo de actividad de la Ex U.E.A. San Genaro.

Muchos de estos componentes presentan la generación de descargas y lixiviados debido al afloramiento de interior mina y la lixiviación de los depósitos de desmonte o relaveras por la precipitación, las zonas mencionadas poseen plantas de tratamiento para efluentes de las bocaminas.



*Figura 3.* Efluente minero proveniente de la bocamina San Julián

Los componentes correspondientes a las actividades de beneficio tales como las relaveras N°1 y N°2 no presentan un adecuado manejo ambiental debido a que fueron construidos sin ningún tipo de impermeabilización, del mismo modo se encuentra la planta concentradora San Genaro, el cual aún conserva algunos de sus componentes que fueron empleados para el beneficio del mineral extraído de las bocaminas, estos componentes se encuentran en un lugar crítico debido a que se sitúan al pie de la laguna Yanacocha, el cual vierte sus aguas a la laguna

Orcococha y posteriormente a la laguna Choclococha, esto demostraría un gran impacto en cuerpos de agua sensibles.



*Figura 4. Relavera N°01 situada al pie de la laguna Yanacocha*

Los componentes auxiliares más importantes situados dentro de la Ex. U.E.A. San Genaro son las plantas de tratamiento de aguas Beatricita y Pampamachay, estas se encargan de coleccionar las aguas de mina de diversas bocaminas, siendo las principales de estas las bocaminas Beatricita y Pampamachay, otros de los componentes que se puede apreciar son los campamentos, sistemas eléctricos (sub estaciones), áreas de almacenes, Plataformas de RR.SS., entre otros.

El estado en que se encuentran las plantas de tratamiento es precario, debido a que solo actúan como sedimentadores lo cual no garantiza el tratamiento de todos los efluentes mineros, además estas pozas sedimentadores descargas sus efluentes en cuerpo natural como las lagunas, sin otro control medido ocasionando la alteración de este cuerpo natural.





*Figura 5.* Planta de Tratamiento de Aguas de Mina (PTAM) Beatricita



*Figura 6.* Campamento, Talleres y Almacenes San Genaro (abandonados)

### **Vías de propagación y Puntos de Exposición**

El análisis de esta evaluación de tipo cualitativo se relaciona con el análisis y recopilación de todos los antecedentes que permitan identificar las actividades que generaban los potenciales contaminantes, las vías de exposición y los receptores del área de estudio, esto comprende el empleo de un análisis general de los

impactos ambientales generados por la actividad minera de la Ex U.E.A. San Genaro.

A partir de la presencia de estas actividades potencialmente contaminantes, se describen todas las vías y rutas de exposición que permiten el transporte de dichos elementos, la zona de estudio recibe los impactos de diversos componentes contaminantes que alteran el agua y suelo, estos pueden ser transportados por diversas actividades que puedan desarrollarse dentro del área de la Ex. U.E.A. San Genaro así como también, pueden ser transportadas por el movimientos de los elementos ambientales (agua y aire), estos ponen en riesgo no solo al medio ambiente, la salud de las personas que transitan o realizan las actividades cerca de las zonas contaminadas son afectadas por estas.

Para conocer estas vías es necesario establecer un modelo conceptual adecuado que represente un relato escrito y/o gráfico de las condiciones ambientales alteradas por las fuentes contaminantes, esta herramienta secuencial de análisis e interpretación busca interpretar la realidad del problema.



Figura 7. Ejemplo de Modelo conceptual

**Tabla 3. Modelo Conceptual para la Ex. U.E.A. San Genaro de los agentes contaminantes.**

<b>Identificación de Vías de propagación y Puntos de Exposición</b>			
<b>Foco potencial</b>	<b>Vías de Propagación</b>	<b>Sustancias Relevantes</b>	<b>Receptores</b>
Bocaminas	Suelo - Contacto Directo Dispersión Atmosférica Emisión de efluentes	Metales (As, Pb, Zn, Cr, S, Fe)	Ambiente Personas Animales
Depósitos de Desmonte	Suelo - Contacto Directo Dispersión Atmosférica Generación de Lixiviados	Metales (As, Pb, Zn, Cr, S, Fe)	Ambiente Personas Animales
Canteras de material de préstamo	Suelo - Contacto Directo Dispersión Atmosférica Generación de Lixiviados	Metales (As, Pb, Zn, Cr, S, Fe)	Ambiente Personas Animales
Piques superficiales y Chimeneas	Dispersión Superficial (inundación)	Metales (As, Pb, Zn, Cr, S, Fe)	Ambiente Personas Animales
Depósitos de Relaves	Suelo - Contacto Directo Dispersión Atmosférica Generación de Lixiviados	Metales (As, Pb, Zn, Cr, S, Fe)	Ambiente Personas Animales
Planta concentradora	Suelo - Contacto Directo Dispersión Atmosférica	Metales (As, Pb, Zn, Cr), Hidrocarburos (F1, F2 y F3)	Ambiente Personas Animales
Canchas de Mineral	Suelo - Contacto Directo Dispersión Atmosférica Generación de Lixiviados	Metales (As, Pb, Zn, Cr, S, Fe, Ag, Au)	Ambiente Personas Animales
Planta de Tratamiento de Aguas	Dispersión Superficial (inundación) Emisión de Efluentes	Metales (As, Fe, S, Zn)	Ambiente Personas Animales
Almacenes de residuos	Suelo - Contacto Directo Dispersión Atmosférica Generación de Lixiviados	Metales (Cr, Al), Hidrocarburos (F1, F2, F3), BTEX	Ambiente Personas Animales
Almacenes de Insumos	Suelo - Contacto Directo	Reactivos, Aceites y Grasas, Metales	Ambiente Personas Animales
Talleres de mantenimiento	Suelo - Contacto Directo	Hidrocarburos (F1, F2, F3)	Ambiente Personas Animales

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del muestreo detallado de la supervisión por parte de OEFA evidencia que estas vías de propagación y rutas de exposición han generado un impacto negativo significativo al medio ambiente, mencionando además que la unidad se encuentra entre ecosistemas sensibles, los cuales han sido altamente contaminados de acuerdo a los resultados de muestras de agua, suelo y sedimentos.

### **Caracterización de Impactos de Cierre de Minas**

Toda actividad minera realiza impactos al medio ambiente, incluso para la remediación inicial de los componentes operativos se generaran impactos por diversos medios, es por ello que se ha de realizar la identificación y evaluación cualitativa y cuantitativa de los potenciales impactos que generarían estas actividades, esta información se obtendrá por medio de la sinergia entre la identificación del medio físico y las actividades de cierre del proyecto, considerando además la identificación de posibles riesgos asociados a cada uno de los componentes. La identificación, valorización y evaluación de estos impactos ambientales permitirán identificar las medidas de manejo ambiental para esta fase de cierre.

Es necesario la identificación de los aspectos ambientales involucrados en las actividades del proyecto, esto permitirá definir y evaluar los diseños que aún conservan los componentes y obtener una visión global de los impactos generados por las actividades de remediación, se debe tener presente que el cumplimiento de estas acciones deberá estar relacionado con el requerimiento legal en materia de protección ambiental (D.S. N°033-2005-EM).

### **Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales**

Para estos efectos, se procedió a realizar la matriz de aspectos e impactos ambientales de la etapa de cierre, el cual comprenderá todas aquellas actividades enfocadas en remediación que, de una manera u otra, generaran un impacto al medio.

**Tabla 4. Matriz de Registro de Aspectos e Impactos Ambientales Potenciales – Etapa de Cierre**

<b>Matriz de Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales</b>			
<b>Componentes</b>	<b>Actividad</b>	<b>Aspecto</b>	<b>Impacto</b>
Todas las actividades		Mano de obra local	Generación de empleo local (SOC-1)
		Servicio y bienes locales	Movilización del mercado local (SOC-2)
Todas las instalaciones (Incluye Planta concentradora)	Demolición, Salvamento y Disposición	Generación de Vibraciones	Incremento de vibraciones (RV-2)
		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)
		Generación de Ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)
	Transporte de equipos y maquinarias	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)
		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)
	Manejo y transporte de residuos	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)

	sólidos e insumos	Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)
		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)
Bocaminas	Cierre por Tapón hermético	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)
		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)
		Efluentes de aguas de contacto	Alteración de la calidad de agua subterránea y superficial (ASF-1/AST-1) Alteración de comunidades de Flora y Fauna (EA-2)
		infiltraciones	Impactos en nivel freático (impactos de bofedales) (AST-2)
Depósitos de Desmontes	Incorporación de cobertura	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)
		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)
	Revegetación	Incorporación de cobertura vegetal	Modificación de uso de suelo

Depósitos de Relaves	encapsulamiento de la zona de flotación	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)	
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)	
		Emisión de gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)	
	Incorporación de cobertura	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)	
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)	
		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)	
	Revegetación	Incorporación de cobertura vegetal	Modificación de uso de suelo	
	Piques superficiales y Chimeneas	Sellado de cabinas de ventilación	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)
			Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)
Emisión de gases por combustión			Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)	
Cierre de cabinas de piques		Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)	
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)	

		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)
		Efluentes de aguas de contacto	Alteración de la calidad de agua subterránea y superficial (ASF-1/AST-1) Alteración de comunidades de Flora y Fauna (EA-2)
	Revegetación (solo para chimeneas)	Incorporación de cobertura vegetal	Modificación de uso de suelo
Plantas de Tratamiento de Aguas de mina (PTAM)	Desmantelamiento y desmontaje	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)
		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)
	Recuperación del relieve	Generación de ruido	Incremento de los niveles de Ruido (RV-1) Perturbación de la Fauna (ET-3)
		Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire por material particulado (CA-1)
		Emisión de Gases por combustión	Alteración de calidad de aire por recepción de emisiones gaseosas (CA-1)
	Revegetación	Incorporación de cobertura vegetal	Modificación de uso de suelo

Fuente: Elaboración propia.

### **Caracterización de Impactos Ambientales**



Para la metodología aplicable que permite la identificación y evaluación de impactos ambientales que genera el proyecto, se ha relacionado las actividades de cierre (sus efectos) y el estado actual de los componentes ambientales presentes en el área, esto permitirá diseñar modelos de contención ante los impactos negativos que se generen, fortaleciendo los impactos positivos.

La evaluación de los impactos ambientales parte del análisis de causa – efecto, analizando la interacción de las actividades del cierre del proyecto y los componentes ambientales, estos impactos evaluados son analizados y calificados de acuerdo a los criterios descritos en la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (Conesa Fernández, et. al. 2009), estos criterios determinaran las fuentes de impacto de la actividad de cierre sobre los componentes ambientales.

### **Criterios para la Calificación de Impacto Ambiental**

Los criterios cualitativos y semi cualitativos requeridos para la evaluación del nivel de importancia de los impactos (I), son establecidas según Conesa (2010), siendo estas:

**Tabla 5. Identificación de criterios de clasificación ambiental.**

<b>Criterios de Clasificación Ambiental</b>					
<b>Criterio</b>	<b>Código</b>	<b>Definición</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Rango</b>	<b>Descripción de la Clasificación</b>
Naturaleza	N	Define si la acción es benéfica o positiva (+) o negativa (-)	+1	Positivo	Corresponde a aquellos impactos que generen una acción positiva de mejoramiento del medio o componente
				Negativo	corresponde a todos los impactos que deterioren al medio o componente
Intensidad	IN	Grado de afectación del componente	1	Baja o mínima	Afectación mínima o poco significativa
			2	Media	Afectación media

		ambiental por los efectos de un acción, independiente de la extensión afectada	4	Alta	Afectación alta
			8	Muy Alta	Afectación muy alta
			12	Total	Afectación Total del componente ambiental
Extensión	EX	Se refiere a la fracción del medio afectado por la acción del proyecto.	1	Puntual	Efectos Localizados
			2	Parcial	Efectos parcial del medio
			4	Amplio o extenso	Efectos de extensión media
			8	Total	Sin ubicación precisa dentro del terreno, presenta una influencia generalizada
			+4	Critico	Efectos sobre lugares críticos, se detalla un valor adicional de 4 por encima de cualquier otro rango.
Momento	MO	Plazo de manifestación del impacto sobre el medio por la ejecución de actividades y generación de sus efectos (tiempo de respuesta)	1	Largo Plazo	Tiempo de manifestación del impacto mayor a 10 años
			2	Medio Plazo	Tiempo de manifestación del impacto entre 1 a 10 años
			3	Corto Plazo	Tiempo de manifestación menor a 1 año
			4	Inmediato	Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea nulo
			+4	Critico	Si concurriese alguna circunstancia que hiciese critico el plazo de manifestación del impacto, se atribuye un valor adicional por encima las especificas
Persistencia	PE	Relacionado al tiempo que persiste el	1	Fugaz	Permanencia del efecto es mínima o nula

		efecto ocasionado desde su punto de propagación y, a partir del cual el factor alterado retomaría a sus condiciones iniciales previas a la acción	1	Momentáneo	Permanencia del efecto es menor a 1 año
			2	Temporal o transitorio	Permanencia del efecto es menor es de 1 año hasta 10 años
			3	Persistente	los efectos permanecen entre los 11 a 15 años
			4	Permanente o constante	la permanencia es mayor a los 15 años
Reversibilidad	RV	Es la capacidad del factor afectado para recuperarse de la actividad por medios naturales, una vez que se deje las acciones dejen de actuar sobre el	1	Corto Plazo	Si los impactos son reversibles en un tiempo menor a 1 año
			2	Medio Plazo	si los impactos son reversibles en un tiempo entre 1 año a 10 años
			3	Largo Plazo	si los impactos son reversibles en un tiempo entre los 11 y 15 años
			4	Irreversible	Si el tiempo de reversibilidad es mayor a 15 años
Sinergia	SI	Es la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de sus efectos individuales, incluyendo a los efectos que cuya acción se inducen en el tiempo la manifestación de otros nuevos, de superior afectación, cuando se	1	Sin sinergismo o simple	cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor
			2	Sinergismo moderado	Cuando una acción actuando sobre un factor produce un sinergismo moderado con otras acciones que actúan sobre el mismo factor
			4	Muy sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor produce un sinergismo alto con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, potenciándose

		presenten casos de debilitamiento o minoración (sinergia negativa), la valoración del efecto presentara valores de signo negativo			la manifestación de manera ostensible
Acumulación	AC	Describe los efectos sobre el ambiente ocasionados por proyectos desarrollados o por desarrollarse en un espacio de influencia común, los cuales pueden tener un efecto sinérgico	1	Simple	Cuando la acción se manifiesta sobre un componente ambiental de manera individual sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en su acumulación, ni en la de su sinergia
			4	Acumulativo	los impactos generados son producidos por un efecto anterior, en este caso actúa como un agente causal.
Efecto	EF	Se refiere a la relación causa-efecto, el efecto puede ser directo o primario cuando es consecuencia directa de una acción. Los efectos serán indirectos o secundarios cuando son producidos por efecto anterior	1	Indirecto o secundario	Los impactos generados por un efecto anterior, actúa como agente causal
			4	Directo o primaria	la relación causa-efecto es directa, sin intermediación anteriores
periodicidad	PR	La regularidad de	1	Irregular (esporádico)	Cuando la manifestación de los efectos son

		manifestación de la acción que produce un efecto			infrecuentes, presentándose de carácter excepcional
			2	Periódico	Cuando los plazos de manifestación se presenta de forma regular, en una cadena establecida
			4	Continuo	Cuando los efectos son constantes en el tiempo
Recuperabilidad	MC	Posibilidad de recuperación total o parcial del componente afectado como consecuencia de las actividades desarrolladas, por medio de la intervención humana, se considera mitigable si la recuperación de la alteración es parcial	1	Recuperable a corto plazo	El tiempo de recuperación es inmediato
			2	Recuperable a corto plazo	El tiempo de recuperación es menor a 1 año
			3	Recuperable a mediano plazo	El tiempo de recuperación varía entre 1 a 10 años
			4	Recuperable a largo plazo	El tiempo de recuperación se encuentra entre los 11 a 15 años
			4	Mitigable, sustituible y comprensible	En el caso que la alteración se recupere parcialmente si cesa o no, la presión provocada por la acción y previa incorporación de medidas correctoras
			8	Irrecuperable	cuando el tiempo de recuperación es mayor a 15 años

Fuente: elaboración propia.

Esta calificación nos permitirá determinar el nivel de importancia (I) de los impactos, representadas de forma numérica determinada por cada impacto ambiental resultante de la intervención de los criterios de calificación, presentando por:

$$I = N \times (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

La intensidad (IN) y la extensión (EX) del efecto son considerados factores de gran influencia en la significancia del efecto, por lo que reciben una ponderación adicional de cálculo, esta calificación se realizara considerando la información recopilada por el estudio del diagnóstico ambiental y las características normativas para la protección ambiental tales como los estándares de calidad ambiental de los componentes aire, agua, suelo, ruido y vibraciones, como los Límites máximos permisibles y normas internacionales en el caso de geoquímica.

La importancia de los impactos es medida por valores de entre 13 a 100, estos criterios de jerarquización de la significancia son las siguientes:

**Tabla 6.** Niveles de importancia según calificación de impactos.

Calificación de impactos		
Valor Final CI	Clasificación del Impacto	Nivel de Importancia del Impacto (I)
>75	Positivo Muy Significativo	Importancia Crítica Significativa
entre 51 y 75	Positivo Significativo	Importancia Severa Positiva
entre 25 y 50	Positivo Moderadamente Significativo	Importancia Moderadamente Positiva
entre 24 y -24	No Significativo	Irrelevante
entre -25 y -50	Negativo Moderadamente Significativo	Importancia Moderadamente Negativa
Entre -51 y -75	Negativo Significativo	Importancia Severa Negativa
<-75	Negativo Muy Significativo	Importancia Crítica Negativa

Fuente: Conesa (2010).

### Identificación de los Impactos Ambientales

La idea principal para la identificación de los impactos potenciales fue realizada sobre los componentes que presenten mayor susceptibilidad de ser impactados, basados en la información recopilada de la tabla de componentes y factores ambientales potencialmente afectados, se consideran los siguientes:

**Tabla 7.** Impacto Ambiental Asociado al Proyecto de Remediación Ambiental.

<b>Componentes</b>	<b>Impactos</b>	<b>Código del Impacto</b>
<b>Ambiente Físico</b>		
Topografía	Alteración del relieve local	TP-1
Paisaje	Perdida de la calidad visual del paisaje	PA-1
Aire	Alteración de la calidad del aire por recepción de material particulado	CA-1
	Alteración de la calidad del aire por emisiones gaseosas	CA-2
Ruido y Vibraciones	Incremento en los niveles de ruido	RV-1
	incremento de los niveles de vibraciones	RV-2
Agua Superficial	Alteración de la calidad del agua superficial	ASF-1
	Alteración de la red de drenaje	ASF-2
	Cambio de caudal de agua superficial	ASF-3
Agua Subterránea	Alteración de calidad de agua subterránea	AST-1
	Cambio en el nivel freático	AST-2
Suelos	Pérdida de suelo	SU-1
	Degradación de suelo por erosión	SU-2
	Alteración de la capacidad de uso mayor	SU-3
<b>Ambiente Biológico</b>		
Biota Terrestre	Perdida de la cobertura vegetal	ET-1
	Perdida de hábitat para la flora y fauna	ET-2
	Perturbación de la fauna	ET-3
Biota Acuática	Perdida de hábitat acuáticos	EA-1
	Alteración de las comunidades de flora y fauna acuática	EA-2
Ecosistemas Frágiles	Alteración de la calidad ambiental de ecosistemas frágiles	EF-1

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de verificar aquellos impactos sobre cada componente ambiental, se procedió a la elaboración de la matriz de interacciones de actividades y fuentes de impacto para la etapa de rehabilitación.



**Tabla 8. Matriz de identificación de impactos potenciales de Cierre de Minas**

Actividades del Proyecto		Topografía y Paisaje		Aire		Ruido y vibraciones		Agua Superficial			Agua Subterránea		Suelos			Biota terrestre			Biota Acuática		Ecosistemas frágiles
		TP-1	PA-1	CA-1	CA-2	RV-1	RV-2	ASF-1	ASF-2	ASF-3	AST-1	AST-2	SU-1	SU-2	SU-3	ET-1	ET-2	ET-3	EA-1	EA-2	EF-1
Todas las instalaciones (Incluye Planta concentradora)	Demolición, Salvamento y Disposición	1		1	1	1	1										1				
	Transporte de equipos y maquinarias	1		1	1	1	1										1				
	Manejo y transporte de residuos sólidos e insumos	1		1	1	1	1														
	Perfilamiento del terreno			1	1	1								2							
Bocaminas	Cierre por Tapón hermético (estabilidad Física)			1				2	2	2	1	1					1				2

Depósitos de Desmontes	Incorporación de cobertura			1	1	1									2			1			
	Revegetación														2						
Depósitos de Relaves	encapsulamiento de la zona de flotación			1	1	1		2	2	2	1	1									2
	Incorporación de cobertura			1	1	1		2	2	2	1	1									2
	Revegetación														2						
Piques superficiales y Chimeneas	Sellado de cabinas de ventilación			1	1	1												1			
	Cierre de cabinas de piques			1	1	1												1			
	Revegetación (solo para chimeneas)														2						
Plantas de Tratamiento de Aguas de mina (PTAM)	Desmantelamiento y desmontaje			1	1	1		2	2	2								1			2
	Recuperación del relieve			1	1	1												1			
	Revegetación														2						

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 9. Impactos ambientales de la Fase de Cierre.**

<b>IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS</b>			
<b>Componente Ambiental</b>	<b>Código</b>	<b>Impacto</b>	<b>Descripción</b>
<b>AMBIENTE FÍSICO</b>			
Topografía y Paisaje	TP-1	Alteración del relieve local	Los impactos asociados al relieve estarán relacionados a la habilitación de accesos para maquinarias y equipos, se removerá el suelo formado por la ausencia de actividades (recuperación), así como el perfilamiento y modificación de taludes de componentes, el fin de la operaciones consideraran la rehabilitación del relieve, sin embargo se deberá considerar los impactos iniciales sobre su recuperación.
	PA-1	Pérdida de la calidad visual del paisaje	El proyecto considera los impactos paisajísticos generados por el abandono de las actividades, a su vez la habilitación de accesos provocara un cambio al impacto visual del paisaje, así como la incorporación de las actividades de cierre.
Aire	CA-1	Alteración de la calidad del aire por recepción de material particulado	Los inicios de las actividades generara una alta generación de material particulado, esto debido al acumulamiento de este material fino a lo largo de los años sobre los componentes, principalmente en las etapas de demolición y desmantelarán serán los focos de generación de material particulado.
	CA-2	Alteración de la calidad del aire por emisiones gaseosas	La emisión de gases será generada por la movilización de vehículos, equipos y maquinarias requeridas por las actividad.
Ruido y Vibraciones	RV-1	Incremento en los niveles de ruido	Todas las actividades de cierre serán fuentes generadoras de ruido, estos varían desde la movilización de vehículos y equipos, como la las actividades de demolición, desmantelarán, cierre de labores, estabilidad física, etc.
	RV-2	incremento de los	Concentradas en todas las actividades de cierre.

		niveles de vibraciones	
Agua Superficial	ASF-1	Alteración de la calidad del agua superficial	De acuerdo a la línea base física, se detectó altas concentraciones de metales tales como el Zinc, la remediación de los componentes clausuraran los efluentes mineros que discurren en los cuerpos de agua permitiendo la mitigación del impacto generado.
	ASF-2	Alteración de la red de drenaje	El cierre de componentes mitigara la generación de efluentes que discurren en los cuerpos de agua superficiales, los cuerpos de agua presentes son aportados por agua subterránea, siendo afectados por agua superficial generada por los efluentes mineros, estas acciones permitirán un mejor acondicionamiento de la estructura natural de los componentes.
	ASF-3	Cambio de caudal de agua superficial	Los caudales aportantes a los cuerpos aportantes serán alterados por las actividades de cierre, sin embargo estos caudales no son aportantes naturales, siendo producto de las actividades mineras realizadas, el cierre de estos se considera positivo debido al restablecimiento de las condiciones naturales.
Agua Subterránea	AST-1	Alteración de calidad de agua subterránea	Los impactos generados se derivan desde el momento de afectación de los cuerpos de agua subterráneo y al periodo de ausencia de actividades de explotación, la alteración será ocasionado al momento del cierre de bocaminas.
	AST-2	Cambio en el nivel freático	el cierre de bocaminas, son los principales acciones que generaran un cambio en el nivel freático de los cuerpos de agua subterránea, se espera que este componente ambiental recupere sus condiciones iniciales, sin embargo la alteración inicial se desarrollaran en los primeros años del cierre.
Suelos	SU-1	Pérdida de suelo	No se considera perdida de suelo por las actividades de cierre.

	SU-2	Degradación de suelo por erosión	No se procederá a la remoción y ejecución de actividades en suelo no intervenido, lo cual prevé la no generación de impactos.
	SU-3	Alteración de la capacidad de uso mayor	los impactos generados por las actividades de cierre están enfocadas en la remediación ambiental, se considera para estos efectos la recuperación de los suelos debido a las actividades de cierre, esperando un impacto positivo.
<b>AMBIENTE BIOLÓGICO</b>			
Biota Terrestre	ET-1	Perdida de la cobertura vegetal	No se consideran la pérdida de cobertura vegetal debido a que las actividades se realizarán en terrenos intervenidos.
	ET-2	Perdida de hábitat para la flora y fauna	No se considera la pérdida de hábitats
	ET-3	Perturbación de la fauna	Este impacto está asociado a la generación de ruido, el cual alterará el comportamiento de la fauna local establecida, adicionalmente añadiendo los casos movimiento de equipos y maquinarias.
Biota Acuática	EA-1	Perdida de hábitat acuáticos	Se considera que desde los inicios de las actividades de cierre, la contaminación de los cuerpos de agua serán mitigados satisfactoriamente, lo cual restablecerá sus condiciones naturales.
	EA-2	Alteración de las comunidades de flora y fauna acuática	Las actividades de cierre no consideran alteración a las comunidades nativas de flora y fauna.
Ecosistemas Frágiles	EF-1	Alteración de la calidad ambiental de ecosistemas frágiles	Básicamente el desarrollo de las actividades de la Ex. U.E.A. San Genaro se ha desarrollado sobre ecosistemas frágiles, considerando que las actividades de cierre están encaminadas en su remediación, se considera un impacto positivo sobre el área.

Fuente: Elaboración propia.

## Valorización de Impactos

Se considera la evaluación de los impactos identificados en la Matriz de identificación de impactos potenciales de rehabilitación de Minas para cada componente ambiental.

**Tabla 10. Jerarquización de Significancia de impactos del Proyecto.**

Componente Ambiental	Código	Impacto	Jerarquización
<b>AMBIENTE FÍSICO</b>			
Topografía y Paisaje	TP-1	Alteración del relieve local	-34
	PA-1	Perdida de la calidad visual del paisaje	-34
Aire	CA-1	Alteración de la calidad del aire por recepción de material particulado	-29
	CA-2	Alteración de la calidad del aire por emisiones gaseosas	-25
Ruido y Vibraciones	RV-1	Incremento en los niveles de ruido	-24
	RV-2	incremento de los niveles de vibraciones	-19
Agua Superficial	ASF-1	Alteración de la calidad del agua superficial	+32
	ASF-2	Alteración de la red de drenaje	+34
	ASF-3	Cambio de caudal de agua superficial	+24
Agua Subterránea	AST-1	Alteración de calidad de agua subterránea	-38
	AST-2	Cambio en el nivel freático	-38
Suelos	SU-1	Pérdida de suelo	No Aplica
	SU-2	Degradación de suelo por erosión	No Aplica
	SU-3	Alteración de la capacidad de uso mayor	+35
<b>AMBIENTE BIOLÓGICO</b>			
Biota Terrestre	ET-1	Perdida de la cobertura vegetal	No Aplica
	ET-2	Perdida de hábitat para la flora y fauna	No Aplica
	ET-3	Perturbación de la fauna	-20
Biota Acuática	EA-1	Perdida de hábitat acuáticos	No Aplica
	EA-2	Alteración de las comunidades de flora y fauna acuática	No Aplica

Ecosistemas Frágiles	EF-1	Alteración de la calidad ambiental de ecosistemas frágiles	+35
----------------------	------	--	-----

Fuente: Elaboración propia.

### Actividades de Cierre de Minas (rehabilitación y remediación)

La Ex. Unidad Económica Administrativa San Genaro, desarrollo su último estudio correspondiente al cierre de minas en el año 2011, aun cuando la unidad se encontraba en Operación, sin embargo, después de más de 5 años de abandono las condiciones medio ambientales han cambiado, es por ello que se requiere la aprobación de medidas que se encuentren enfocadas en cumplir los compromisos asumidos por Castrovirreyna, el proyecto no contempla más que un instrumento de adecuación, careciendo de un estudio preventivo de sus operaciones al ser de adecuación.

Es por tal motivo que el presente ítem se centrara en describir las actividades de cierre para los componentes más relevantes a fin de buscar la remediación del ambiente afectado, esto podrá ser llevado a cabo de acuerdo al análisis físico de llevado acabo, la identificación de los impactos generados y la evaluación de los impactos que podrían generarse por las actividades de remediación.

**Tabla 11. Relación de Componentes Mineros Metalúrgicos Identificados.**

N°	Componentes	UTM - WGS 84 - 18S		Altitud
		Norte	Este	
1	Bocamina Beatricita	8541474	482062	4681
2	Sistema de Tratamiento de bocamina Beatricita	8541486	482029	4676
3	Bocamina s/n 1	8541580	482011	4675
4	Bocamina Soleman	8542325	482031	4707
5	Pique Poder	8541530	483624	4751
6	Crucero Unión - 845 (Nv. 740)	8541530	483624	4751
7	Bocamina By Pass 720	8541643	483452	4806
8	Bocamina Trabajo	8541777	483457	4838
9	Polvorín	8541898	483650	4852
10	Bocamina Quispisisa	8542039	483779	4865
11	Chimenea Poder	8541569	482799	4851

12	Chimenea s/n 1	8541790	482622	4817
13	Bocamina Alivio	8541824	482660	4819
14	Bocamina San Julián	8542268	482762	4770
15	Bocamina s/n 2	8542248	482760	4765
16	Chimenea San Julián	8542238	482756	4766
17	Bocamina s/n 3	8542339	482872	4797
18	Bocamina Lolita	8544666	483198	4879
19	Bocamina s/n 4	8544811	483604	4896
20	Bocamina s/n 5	8544587	482838	4912
21	Pique s/n 1	8544595	482818	4912
22	Pique s/n 2	8544608	482785	4912
23	Bocamina s/n 6	8544683	482666	4915
24	Depósito de Desmonte	8544680	482729	4914
25	Bocamina s/n 7	8545408	482938	4827
26	Depósito de Desmonte	8545441	482948	4825
27	Bocamina s/n 8	8545359	483149	4830
28	Bocamina s/n 9	8545417	483309	4848
29	Rajo s/n 1	8545434	483363	4856
30	Bocamina Benevento	8545658	484277	4847
31	Bocamina s/n 10	8545477	484033	4900
32	Chimenea s/n 2	8545294	482907	4865
33	Bocamina s/n 11	8545297	482893	4866
34	Rampa 870 (Veta Jofre)	8542523	484545	4797
35	Chimenea s/n 3	8542599	484581	4802
36	Chimenea s/n 4	8542697	483945	4860
37	Chimenea s/n 5	8542739	483859	4866
38	Relleno Sanitario (poza)	8542670	483810	4861
39	Chimenea s/n 6	8542689	484002	4855
40	Bocamina s/n 12	8542743	484008	4850
41	Chimenea s/n 7	8542913	483762	4895
42	Chimenea s/n 8	8542889	483643	4914
43	Rajo Trabajo (Zona Grau)	8541695	484492	4831
44	Bocamina s/n 12 (*)	8541968	484712	4784
45	Bocamina s/n 13 (Ramal Aranzazu)	8542000	484772	4779
46	Bocamina s/n 14	8541785	484730	4772
47	Bocamina Nv. 750	8541954	484718	4771
48	Depósito de Desmonte s/n1	8542140	485290	4701
49	Bocamina s/n 15	8542171	484230	4824
50	Bocamina Mañoso	8543904	486322	4855
51	Rajo s/n 2	8544273	486109	5104
52	Bocamina XC 933	8544228	485667	4989
53	Bocamina s/n 16	8544215	485605	4989
54	Tolva (Zona Mañoso)	8543678	486417	4856
55	Depósito de Desmonte Zona Mañoso	8543668	486441	4858
56	Bocamina Pampamachay	8541608	485342	4681



57	PTAM Pampamachay	8541600	485435	4674
58	Zona de Subsistencia	8542350	483070	4856
59	Crucero XC 290	8542298	483063	4868
60	Bocamina San Julián	8542363	483005	4836
61	Bocamina Bella	8542424	483000	4834
62	Rampa San Genaro - Rampa 760	8541249	483540	4739
63	Relavera N°2	8541267	483617	4733
64	Relavera N°1	8541381	483926	4740
65	Sistema de tratamiento wetland	8540985	483988	4704
66	Tolva de Mineral (Zona Planta)	8541409	483580	4742
67	Bocamina RP 700 (Bocamina La Fe)	8541367	483596	4772
68	Planta Concentradora	8541327	483632	4742
69	Sistema de Almacenamiento y Distribución de Combustible	8541608	483805	4763
70	Depósito de Aceites Usados	8541627	483776	4766
71	Depósito de Desmonte	8541576	483869	4757

Fuente: OEFA

### **Estabilidad Física de Componentes.**

La estabilidad física que se implementara en los componentes desarrollaran las actividades destinadas para este fin, estas actividades se realizaran de acuerdo al tipo de componentes.

### **Desmantelamiento**

El desmontaje y/o desmantelamiento se realizará de acuerdo al retiro de las instalaciones de las zonas operativas en los diferentes componentes identificados y por identificar. Este desmantelamiento se realizará previo informe específico ambiental y detallado que amerite su no peligrosidad del componente operativo.

**Tabla 12. Lista de Componentes – Actividades de Desmontaje y Desmantelamiento.**

Ítem	Tipo	Componente	Actividad
1	Instalaciones de procesamiento	Planta Concentradora	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y purificación de circuitos de procesos</li> <li>- Limpieza y purificación de tanques y depósitos de almacenamiento de productos químicos y combustible</li> <li>- Desactivación de sistemas de electricidad y agua</li> <li>- Desmontaje de equipos electromecánicos de gran tonelaje</li> <li>- Traslado de equipos desmontados</li> <li>- Desmontaje de techos</li> <li>- Cobertura de calamina galvanizada y transparente</li> <li>- Desmontaje de aparatos sanitarios</li> <li>- Desmantelamiento de cerramiento lateral</li> <li>- Cobertura de calamina galvanizada</li> <li>- Desmantelamiento de columnas y vigas metálicas</li> <li>- Traslado de materiales y/o residuos desmantelados</li> </ul>
2	Instalación de Manejo de RR.SS.	Relleno Sanitario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontaje de cerco perimétrico</li> <li>- Desmontaje de aparatos sanitarios</li> <li>- Desmantelamiento de cerramiento lateral</li> <li>- Retiro de Geomembrana HDPE</li> <li>- Traslado de materiales y/o residuos desmantelados</li> </ul>
3		Zona de RR.SS. Industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontaje de aparatos sanitarios</li> <li>- Desmantelamiento de cerramiento lateral</li> <li>- Cobertura de calamina o techo</li> <li>- Desmantelamiento de columnas y vigas metálicas</li> <li>- Traslado de materiales y/o residuos desmantelados</li> </ul>
4	Instalaciones en Manejo y Tratamiento de Agua	Planta de Tratamiento de Mina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontaje de estructuras metálicas</li> <li>- Desmontaje de tubería HDPE</li> <li>- Traslado de materiales y/o residuos desmantelados</li> </ul>
5		Sistemas de Capaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontaje de cerco perimétrico</li> <li>- Desmontaje de estructuras metálicas</li> <li>- Desmontaje de tubería HDPE</li> </ul>

			- Traslado de materiales y/o residuos desmantelados
6		Sistema de Tratamiento Wetland	- Retiro de membrana HDPE - Retiro de cobertura vegetal - Desaguado de aguas tratadas
7	Otras Infraestructuras Relacionadas del Proyecto	Almacenes	- Desactivación de redes eléctricas - Desmontaje de cerco perimétrico - Desmontaje de puertas y ventanas - Desmontaje de techos - Cobertura de calamina galvanizada y/o transparente - Desmantelamiento de cerramiento lateral - Desmontaje de tabiques - Desmantelamiento de columnas y vigas metálicas - Desmontaje de aparatos sanitarios - Traslado de materiales y/o residuos desmantelados
8		Caza fuerza y Taller de Mantenimiento	- Desactivación de redes eléctricas - Vaciado, limpieza y purificación de tanques de productos químicos y combustible - Desmontaje de puertas y ventanas - Desmontaje de techos - Cobertura de calamina galvanizada y/o transparente - Desmantelamiento de cerramiento lateral - Desmontaje de tabiques - Desmantelamiento de columnas y vigas - Traslado de materiales y/o residuos desmantelados
9		Sistema de Almacenamiento y Distribución de Combustible	- Vaciado, limpieza y purificación de tanques de combustible - Desmontaje de cerco perimétrico - Desmontaje de puertas y ventanas - Desmontaje de techos - Cobertura de calamina galvanizada y/o transparente - Desmantelamiento de columnas y vigas - Desmontaje de aparatos sanitarios - Traslado de materiales y/o residuos desmantelados

10		Sub Estaciones Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desactivación de redes eléctricas</li> <li>- Desmontaje de puertas y ventanas</li> <li>- Desmontaje de techos</li> <li>- Cobertura de calamina galvanizada y/o transparente</li> <li>- Desmontaje de aparatos sanitarios</li> <li>- Traslado de materiales y/o residuos desmantelados</li> </ul>
11		Taller de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desactivación de redes eléctricas</li> <li>- Desmontaje de puertas y ventanas</li> <li>- Desmontaje de techos</li> <li>- Cobertura de calamina galvanizada y/o transparente</li> <li>- Desmontaje de tabiques</li> <li>- Desmantelamiento de columnas y vigas</li> <li>- Traslado de materiales y/o residuos desmantelados</li> </ul>
12		Campamentos y Comedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontaje de techos</li> <li>- Cobertura de calamina galvanizada y/o transparente</li> <li>- Desmontaje de tabiques</li> <li>- Desmantelamiento de columnas y vigas</li> <li>- Desmontaje de aparatos sanitarios</li> <li>- Traslado de materiales y/o residuos desmantelados</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

### **Demolición, Recuperación y Disposición**

Las actividades para la demolición de estructuras de concreto y hormigón han sido clasificados de acuerdo a las obras de concreto simple o armado, si cuentan con base de concreto o expuestas, si son masivas o de pequeñas dimensiones, se deberá considerar aquellas estructuras que serán de requerimiento el uso de explosivos, martillo neumático o maquinarias de demolición.

Los escombros provenientes de estas actividades serán ubicados en zonas asignadas para su acopio (considerar la ubicación de la misma edificación) para luego ser usados como relleno para estabilización de relieves o ser transportados para su disposición final.

**Tabla 13. Lista de Componentes – Actividades de Demolición de Infraestructuras.**

ítem	Tipo	Componente	Actividad
1	Labores Mineras Subterráneas	Bocaminas	- Demolición de pórtico - Traslado y disposición de residuos de construcción (retiro de escombros)
2	Instalaciones de Procesamiento	Planta Concentradora	- Demolición de vigas de concreto armado - Demolición de columnas de concreto armado - Demolición de muros de ladrillo - Demolición de losas de concreto incluye falso piso - Traslado y disposición de residuos de construcción
3	Instalación de Manejo de RR.SS.	Relleno Sanitario	- Demolición de losas - Traslado y disposición de residuos de construcción
4		Zona de RR.SS. Industriales	- Demolición de losas de concreto incluye falso piso - Traslado y disposición de residuos de construcción
5	Instalaciones en Manejo y Tratamiento de Agua	Planta de Tratamiento de Mina	- Demolición de losas de concreto incluye falso piso c/equipo - Traslado y disposición de residuos de construcción
6		Sistemas de Capacaciones	
7		Sistema de Tratamiento Wetland	
8	Otras Infraestructuras Relacionadas del Proyecto	Almacenes	- Demolición de losas de concreto incluye falso piso - Traslado y disposición de residuos de construcción
9		Caza fuerza y Taller de Mantenimiento	- Demolición de columnas de concreto armado - Demolición de muros de ladrillo - Demolición de losas de concreto incluye falso piso - Traslado y disposición de residuos de construcción
10		Sistema de Almacenamiento y Distribución de Combustible	- Demolición de losas de concreto incluye falso piso - Traslado y disposición de residuos de construcción
11		Taller de Mantenimiento	- Demolición de losas de concreto incluye falso piso

			- Traslado y disposición de residuos de construcción
12		Campamentos y Comedores	- Demolición de losas de concreto incluye falso piso - Traslado y disposición de residuos de construcción
13		Sub Estaciones Eléctricas	- Demolición de losas de concreto incluye falso piso - Traslado y disposición de residuos de construcción

Fuente: Elaboración propia.

### **Estabilidad Física de Componentes de Minado y Beneficio.**

Los componentes de gran envergadura usualmente no cuentan con estructuras que puedan ser sometidas a un desmantelamiento o demolición y su demolición conlleva a un gran costo y un peligro para el medio, por tal motivo se requiere la implementación de estudios y maquinarias para reconfigurar la estructura de estos componentes con la finalidad de asegurar su permanencia en el tiempo.

**Tabla 14.** Listado de Componentes– Actividades de Estabilidad Física.

ítem	Tipo	Componente	Actividad
1	Labores Mineras Subterráneas	Bocaminas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relleno compactado con material de desmonte de zona adyacente</li> <li>- Traslado de material de desmonte desde zona adyacente a la zona de relleno</li> <li>- Concreto (diseño de tapón)</li> <li>- Relleno compactado con material propio (suelo inerte)</li> <li>- Instalación de material dren ante (arena gruesa)</li> <li>- Relleno con grava para dren</li> <li>- Pintura asfáltica impermeabilizante</li> <li>- Encofrado y desencofrado</li> <li>- Encofrado perdido</li> <li>- Acero de refuerzo</li> <li>- Mampostería de piedra mortero C:A ; 1:3 c/cemento Tipo V</li> <li>- Suministro e instalación de tubería lisa HDPE D=6"</li> </ul>

			- Suministro e instalación de codo para tubería lisa HDPE D=6"
2		Chimeneas / Piques	- Excavación manual en material suelto - Concreto (diseño de tapón) - Acero de refuerzo - Encofrado y Desencofrado - Encofrado perdido
3	Zonas de Residuos Mineros	Depósito de Desmonte	- Perfilado de taludes - Perfilado de superficie en material suelto - Relleno compactado con material propio (suelo inerte)
4	Instalaciones de Procesamiento	Depósito de Relaves	- Perfilado de taludes - Perfilado de superficie en material suelto - Relleno compactado con material propio (suelo inerte)
5	Instalaciones en Manejo y Tratamiento de Agua	Planta de Tratamiento de Mina	- Perfilado de superficie en material semi consolidado - Relleno compactado con material propio (suelo inerte)
6		Sistemas de Capaciones	
7		Sistema de Tratamiento Wetland	

Fuente: Elaboración propia.

### **Labores Mineras Subterráneas**

Las bocaminas son las vías de entrada del aire hacia el interior de las labores mineras, así como la salida de efluentes mineros, es por esto que se desarrolla el origen de la generación del drenaje ácido debido a que favorecen las condiciones de oxidación de sulfuros y disolución de metales pesados, además se considera el impacto a nivel de relieve y paisaje como la afectación de la calidad de cuerpos de agua y suelo de no ser tratado estos residuos.

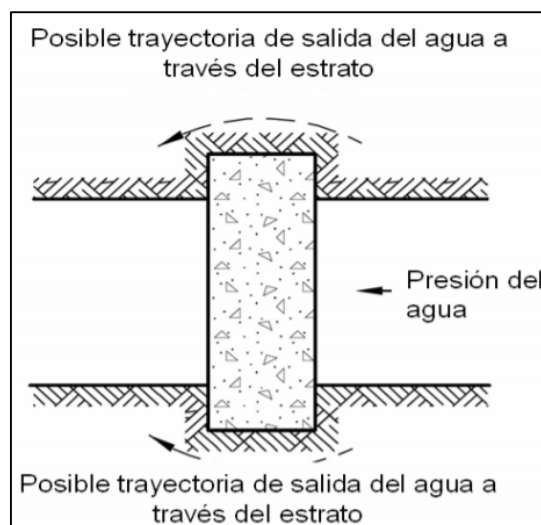
La actividad de cierre de bocaminas tiene como objetivo primordial prevenir y mitigar la generación de impactos negativos, reconfigurando el paisaje de acuerdo a la zona donde este situada y mejorando la calidad de drenaje ácido de mina, esto consisten en el bloqueo del ingreso de aire de las mismas, sin embargo, estas acciones deberán ser complementadas con actividades que regulen el ingreso de

aguas de lluvia y las escorrentías que estos puedan generar (estabilidad hidrológica).

Estas actividades de cierre de bocaminas cumplen dos finalidades, la primera es el aseguramiento de la estabilidad física de los componentes y la segunda es la estabilidad geoquímica, además se deberá considerar el diseño de tapón hermético de acuerdo a la estabilidad geoquímica a aplicar.

### *Bocamina Sin Drenaje Minero*

Las obras de estabilidad física deberán ser corroboradas con diseños de ingeniería para la elaboración del tipo de tapón hermético, estas considerarán la resistencia al corte del concreto ( $f'c$ ) y sus dimensiones, la finalidad del este tipo de cierre tiene por objeto asegurar el ingreso de personas, así como proteger los cimientos de la misma.



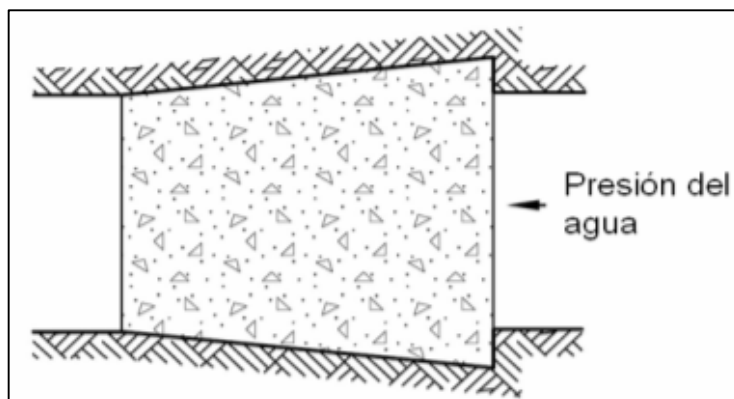
*Figura 8. Diseño de Tapón "A" (Guía para el Diseño de Taponos para Cierre de Labores Mineras – MINEM, 2017)*

### *Bocamina con Drenaje Minero*

Para este tipo de componentes se considera realizar las obras de estabilidad física que consideren un tapón que permita el drenaje (tubería) de efluentes mineros sin



permitir la entrada del aire a fin de evitar la oxidación de la roca, esta deberá contener una estructura de sedimentadores para el manejo de la calidad del agua, estos sedimentadores estarán comprendidos por muros que correspondan al 35% de la altura de la labor minera, tomando en consideración que se construirán un número de sedimentadores de acuerdo a la calidad de agua producida.



*Figura 9. Diseño de Tapón "C" (Guía para el Diseño de Tapones para Cierre de Labores Mineras – MINEM, 2017)*

**Tabla 15. Propuesta de diseño de bocamina con drenaje.**

Tapón				Muro			
Tipo <sup>(1)</sup>	Ubicación <sup>(2)</sup>	Ancho	Alto	Tipo	Ubicación	Ancho	Alto
C	II-c	12.00	4.00	M-1	14.5	4.00	1.35
				M-2	3.50	4.10	1.35

Fuente: Elaboración propia.

- (1) Ejemplo de un tapón de concreto con diseño de captación y derivación de aguas.
- (2) La ubicación está relacionada en base a la zona superficial de la bocamina.

El análisis físico de estabilidad de cada bocamina debe ser ensayada en base a modelamientos numéricos que permitan calcular los factores de seguridad necesarios, estos se deben considerar:

Ítem	Descripción	Unidad	Símbolo	Fórmula
<b>Condiciones Iniciales</b>				
0101	Lado Mayor	mm	la	
0102	Lado Menor	mm	lb	
0103	Abertura	mm <sup>2</sup>	A	$A = la \times lb$
0201	Elevación Mayor	m	h1	
0202	Elevación Menor	m	h2	
0203	Presión Hidrostática	m	H	$H = h1 - h2$
0301	Resistencia a la Compresión del Concreto	kg/cm <sup>2</sup>	fc	
0302		MPa	fc	
0401	Resistencia a la Fluencia del Refuerzo	MPa	fy	
0501	Densidad del agua	kg/m <sup>3</sup>	$\rho_w$	
0502	Gravedad	m/s <sup>2</sup>	g	
0503	Carga viva debido a la presión hidrostática	kN/m <sup>2</sup>	w	$w = H \times \rho_w \times g$
<b>Resistencia al Corte</b>				
1001	Coefficiente de Diseño		$\beta_c$	$\beta_c = lb/la$
1002	Coefficiente de Diseño - Requerimiento de Configuración		m	$m = la/lb$
1003	Factor de Importancia		$\lambda$	
1004	Factor de Resistencia		$\phi_c$	
1005	Resistencia del Concreto		fc	$f'_c = (f_c)^{0,5}$
1006	Profundidad Efectiva	mm	d	
1007	Perímetro de la Sección Crítica	mm	$b_0$	$b_0 = 2(la + lb - 2d)$
1008	Resistencia al Corte Ponderada	kN	Vc	$V_c = (1 + 2/\beta_c)0,2\lambda\phi_c(f'_c)^{0,5}b_0d$
<b>Estabilidad de la Geometría del Tapón</b>				
2001	Resistencia a la Compresión del Concreto	MPa	fc	
2002	Resistencia al Corte del Concreto	kPa	fs	$f'_s = 2\sqrt{f'_c}$
2003	Resistencia al Corte del Concreto	kPa	fs	$f'_s = 166,1\sqrt{f'_c}$

Figura 10. tabla de cálculos de seguridad física.

## Chimeneas

Los trabajos en minería subterránea están constituidos de labores subterráneos que conforman desde cruceros, galerías, entre otras, dentro de estos se encuentran la necesidad de realizar labores verticales en roca, estas están constituidas de una geometría establecida con fines de ventilación, acceso y transporte de materiales. Estas comunican diversas galerías de diferentes niveles hasta su comunicación en superficie.

El cierre de este componente tiene como objetivo asegurar la estabilidad física a fin de prevenir riesgos de accidentes y el cuidado de medio ambiente, para esto se deberá impedir el ingreso de aire y agua con la finalidad de evitar la generación de drenaje ácido y en base a ello, los procesos de inestabilidad geoquímica.

La acción de estabilidad física de las chimeneas considera la disposición de material de préstamo, accesos y dimensiones para la construcción de vigas de concreto que comprenderán las longitudes de estos componentes de acuerdo a su ingeniería, luego de haber realizado estas acciones se procederá a la incorporación de cobertura tipo II a fin de garantizar la su impermeabilidad a modo de asegurar la estabilidad geoquímica del componente y para su adecuación a la forma del relieve natural.

La remediación o cierre consiste en la adición de concreto prefabricado, en una longitud de 2.50 m a 4.00 m, sobresaliendo de la capa superficial del suelo en 20 cm, estas serán aplicables para todas las chimeneas de la unidad, considerando la remoción de tierra y construcción de vigas para el sellado de estas chimeneas.

### **Instalaciones de Procesamiento (Beneficio)**

Los depósitos de relaves se encuentran ubicados al pie de la laguna Yanacocha, se desconoce si estos componentes han considerado un diseño adecuado para la estabilidad física del componente, sin embargo, se ha identificado la presencia de infiltración y afloramiento de agua, por lo que se deberá considerar los criterios adecuados para el cierre de estos componentes.

La implementación de diseño de estabilidad física a través de instrumentos geotécnicos como los ensayos de compacidad del depósito de relaves, además se determinará los criterios de seguridad con respecto al dique de contención.

Los modelamientos de estabilidad física consideraran las siguientes condiciones de análisis:

- Selección de sección más crítica (Mayor empuje – Sección).
- Modelamiento de sección de relave.
- Perfil de análisis de acuerdo al tipo de suelo.
- Análisis de propiedades del talud del dique de relaves.
- Identificación de fallas que presentarían los tipos de suelos.
- Compactación de la estructura con una densidad mayor a 90% al valor de la densidad relativa

- Análisis de capa freática para análisis de estabilidad física.

Para la evaluación de la estabilidad del talud del dique del Depósito de Relaves durante la ocurrencia de un evento sísmico, se empleará el análisis Pseudo-estático. Este análisis consiste en imponer fuerzas horizontales y verticales al potencial de planos de deslizamiento, que representan las fuerzas sísmicas inerciales. Estos serán considerados de acuerdo a los registros brindados por el instituto Geofísico del Perú, Dirección de Sismología; la información sísmica de las cifras de Aceleración Pico del Suelo (APS).

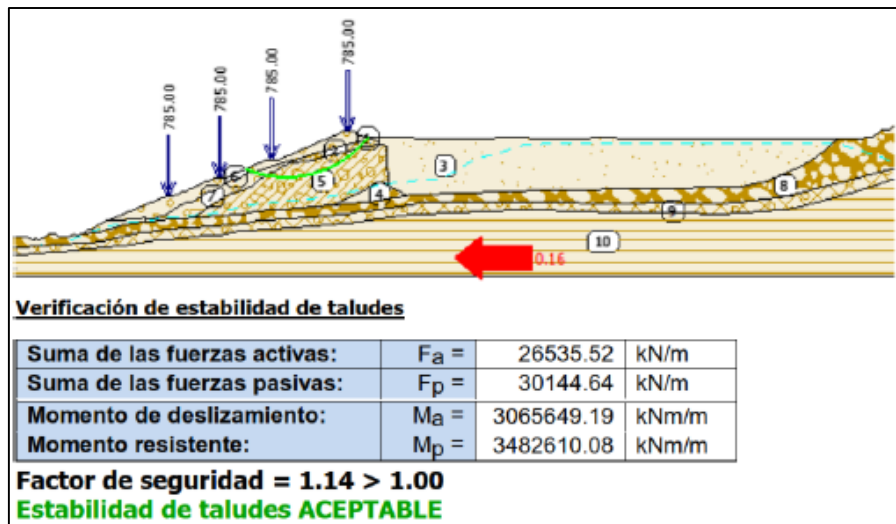


Figura 11. Modelo de análisis de modelamiento pseudo-estático de estabilidad física en relaveras.

Tabla 16. Características de depósito de relaves.

Descripción	Dique
Talud Global y Parcial.	1,5H:1,0V (recomendable)
Etapas constructivas	2
Borde Libre (m)	1,0 a 2 metros
Método constructivo	Aguas Abajo / Aguas arriba.
Nivel de corona final (msnm)	Expresado en metros
Longitud (m)	Expresado en metros
Ancho plataforma o corona (m)	Expresado en metros
Tipo de dique	Heterogéneo / Homogéneo

Material de los diques de contención	Material de préstamo, mezcla e desmonte o relave grueso.
Impermeabilización	Si / No
Tipo de recrecimiento del dique	Aguas abajo / aguas arriba.

Fuente: Elaboración propia.

### **Deposito de Desmonte**

Para la estabilidad y remediación de los depósitos de desmonte se han considerado dos actividades, el desplazamiento del desmonte hacia el interior de las labores mineras no generadoras de drenaje ácido o la impermeabilización del depósito de desmonte, estas acciones serán evaluadas de acuerdo a la distancia y la disponibilidad económica del proyecto.

La estabilidad física estos componentes deberá corresponder a los diseños de ingeniería que destinaran actividades de perfilado de taludes y la evaluación de los mismos, del mismo modo que los depósitos de relaves, se debe considerar estos criterios para los depósitos de desmonte.

### **Estabilidad Geoquímica**

La estabilidad geoquímica de los componentes mineros se enfoca en controlar y mitigar la generación de drenaje ácido de roca (DAR), estas actividades no solo se encuentran enfocadas en neutralizar el drenaje ácido de mina, estas están destinadas a controlar las concentraciones de metales presentes, esto ocurre cuando el relave o desmonte se encuentra en contacto con agua y oxígeno lo cual genera este tipo de lixiviado o efluente. Para prevenir o mitigar la generación del DAR, es necesario evitar la interacción de partículas de sulfuros con humedad y aire, estas actividades serán desarrolladas por la implementación de coberturas que impidan el acceso del agua y aire, el cual considerara un componente de fina partícula (<0.150 mm).

Los métodos para prevenir la generación de drenaje ácido de mina (DAR) se consideran a continuación:

- Método Húmedo, el cual consiste en la disposición subacuática en el fondo de los lagos o lagunas, asegurándose que exista siempre una cobertura de agua de por lo menos 1.5 metros de profundidad.
- Método seco, consiste en la implementación de coberturas con materiales impermeables y una capa de capa de tierra agrícola que garantice la revegetación de las zonas intervenidas.

La evaluación del análisis de acides se aplica de acuerdo al criterio de Potencial de Acidez y Potencial de Neutralización, donde:

PA = Potencial de Acidez (kg CaCO<sub>3</sub>/TM).

PN = Potencial de Neutralización (kg CaCO<sub>3</sub>/TM).

PNN = Potencial Neto de Neutralización (kg CaCO<sub>3</sub>/TM) Donde se aplica la siguiente fórmula:

$$PNN = PN - PA$$

**Tabla 17.** *Criterios para la Determinación de Generación de Acides.*

Potencial de Generación de Acides	PNN	PN/PA	Identificación
Bajo o Nulo Potencial de Generación de Acides	> +20	> 3	
Potencial Marginal de Generación de Acides	>-20 o <+20	> 1 y < 3	
Alto Potencial de Generación de Acides	< -20	< 1	

Fuente: elaboración propia.

Dentro de las inmediaciones del área de la Ex. U.E.A. San Genaro, se identificó la generación de drenaje ácido de mina proveniente de bocaminas y relaveras, sin embargo, se dentro del control geoquímico en bocaminas, estas estarán consideradas dentro de la estabilidad física por lo que el nivel de cobertura será evaluado de acuerdo a la su necesidad de implementación.

**Tabla 18.** Listado de Componentes – Actividades de estabilidad Geoquímica.

Ítem	Tipo	Componente	Actividad
1	Labores Mineras Subterráneas	Bocaminas	Cobertura Tipo I
2		Chimeneas / Piques	Cobertura Tipo I
3	Depósito de Residuos Mineros	Depósitos de Desmonte	Cobertura Tipo III
4	Instalaciones de Procesamiento	Planta Concentradora	Cobertura Tipo III
5		Depósito de Relaves	Cobertura Tipo IV
6	Instalación de Manejo de RR.SS.	Relleno Sanitario	Cobertura Tipo I
7		Zona de RR.SS. Industriales	Cobertura Tipo I
8	Instalaciones en Manejo y Tratamiento de Agua	Planta de Tratamiento de Mina	Cobertura Tipo I
9		Sistemas de Capaciones	
10		Sistema de Tratamiento Wetland	
11	Otras Infraestructuras Relacionadas del Proyecto	Almacenes	Cobertura Tipo I
12		Caza fuerza y Taller de Mantenimiento	
13		Sistema de Almacenamiento y Distribución de Combustible	
14		Taller de Mantenimiento	
15		Campamentos y Comedores	
16		Sub Estaciones Eléctricas	

### **Labores Mineras Subterráneas**

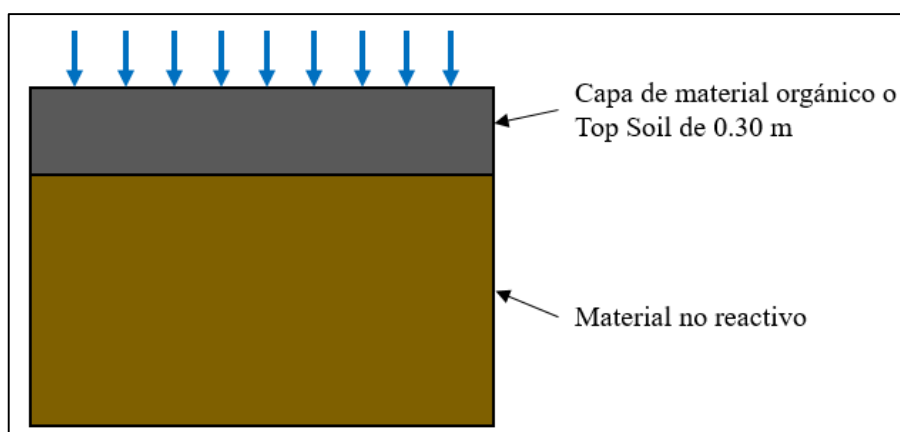
De acuerdo a los resultados del muestreo de sedimentos dispuestos como antecedentes, se estima que la mineralogía de la roca presente en las labores mineras es abundante en compuestos de alto contenido de arsénico, plomo y zinc, sin embargo, se deberá garantizar las estructuras mineralógicas de acuerdo a las pruebas de ensayo y SPLP, a través del muestreo realizado se ha verificado el impacto de la generación de aguas ácidas, así como el alto contenido en sedimentos

## **Bocaminas**

El cierre de bocaminas tiene por objeto prevenir y mitigar la generación de aguas acidas con el fin de mejorar la calidad de agua de los efluentes de las labores subterráneas, para esto es clave el impedimento del ingreso del aire hacia el interior de estas, la estabilidad geoquímica correspondes como complemento a la estabilidad física y el manejo hidrológico de estos componentes, es por esto que se considera un método de tapón de rebose y bloqueo de aire al interior de la labor, recuperando la calidad del agua de mina.

Es necesario recalcar que de considerarse el desplazamiento del material de desmonte hacia el interior de las bocaminas siempre y cuando estas no presenten generación de drenaje de mina, para estas se ha considerado la construcción de Tapón Hermético (sellado completo) según lo descrito en la estabilidad física y, para bocaminas que presenten drenaje de mina será constituido un Tapón con drenaje y bloqueo de aire.

Para toda bocamina se implementará una cobertura Tipo I a fin de estabilizar el terreno, sin embargo, se considera que el material a implementar será tomado de las acciones de reactivación de vías y carreteras y la incorporación de Top Soil, estos trabajos deberán tomar en cuenta el cuidado y manejo de tuberías de efluentes una vez sellada la bocamina.

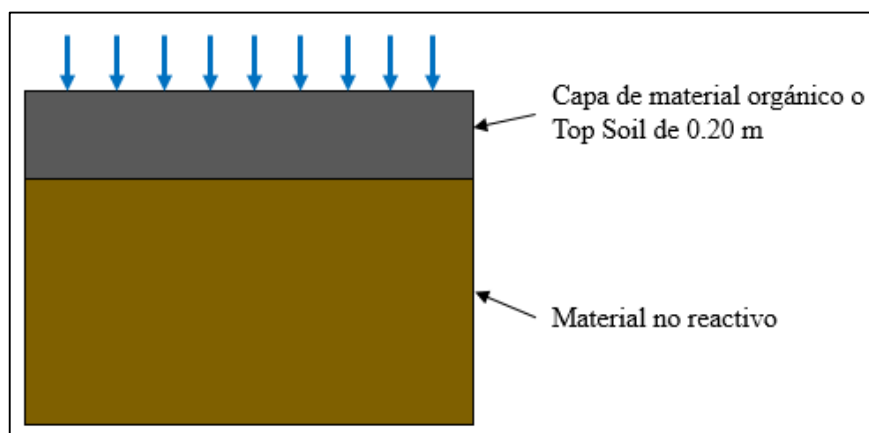


*Figura 12.* Cobertura Tipo I para cierre de bocaminas.



## **Chimeneas**

El cierre de chimeneas tiene como fin asegurar la estabilidad geoquímica y prevenir cualquier tipo de accidente, se considera una especie de tapón para estas que garantice la clausura del acceso de personas e impida el ingreso del aire o el afloramiento de agua subterránea por ello se considera la aplicación de una cobertura Tipo I que contempla una capa de relleno detrítico o grava de 0.10 metros (opcional) y una capa de suelo orgánico de 0.20 metros, la roca presente en estos componentes no consideran la generación de acidez, sin el afloramiento de agua subterránea, de acuerdo a la zona donde estos se encuentren dispuestos, se considerara la forestación de los suelos afectados, sin embargo las chimeneas que presenten afloramientos son sometidas al proceso de conducción de efluentes con una gradiente elevada para la conducción de las aguas, se considera la incorporación del tapón hermético que permita el afloramiento e impida la entrada del aire para posterior implementar el sistema de cobertura.

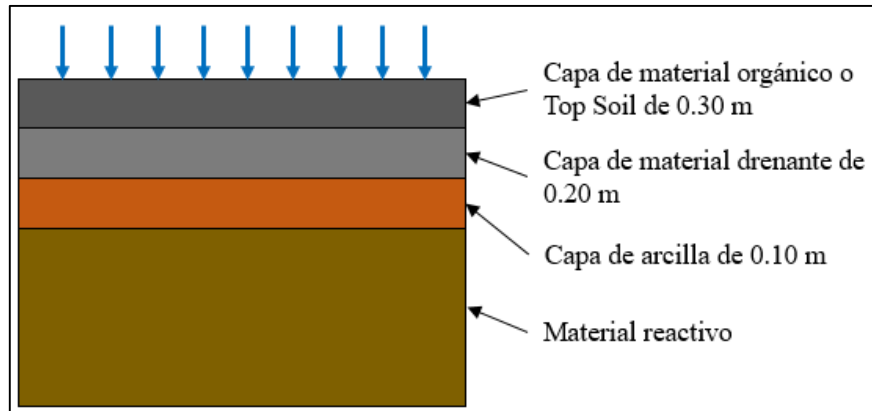


*Figura 13. Cobertura Tipo I, para cierre de chimeneas*

## **Depósitos de Desmonte**

Los depósitos de desmonte que no sean sometidos a trabajos de transporte para su integración sobre las labores mineras, serán sometidos a la incorporación de coberturas Tipo III, pues de acuerdo a las evidencias de la generación de acidez de bocaminas, se estima la generación de lixiviado de roca, además de sedimentos con presencia de metales pesados.

Para la estabilización geoquímica de los depósitos de desmonte se ha considerado la aplicación de coberturas compuestas de 0.10 metros de arcilla, 0.20 metros de material de drenaje y 0.30 metros de Top Soil, considerando la revegetación siempre que se presente vegetación representativa sobre el área.



*Figura 14. Cobertura tipo III para Cierre de depósito de desmonte.*

## **Instalaciones de Procesamiento**

### **Planta Concentradora**

Para la estabilización geoquímica de las áreas ocupadas por las instalaciones de beneficio, se ha considerado la implementación de una cobertura Tipo III debido a que se ha identificado concentraciones elevadas de Plomo y otros compuestos sobre suelo intervenido, por lo que se estima la impermeabilización del área, de forma que las precipitaciones no presenten contacto directo con estos compuestos.

Este tipo de cobertura estará compuesta por una capa de 0.10 m de arcilla compactada, una capa de arena o drenante de 0.20 metros y una capa de 0.20 metros de Top Soil, considerando la aplicación de actividades de revegetación.

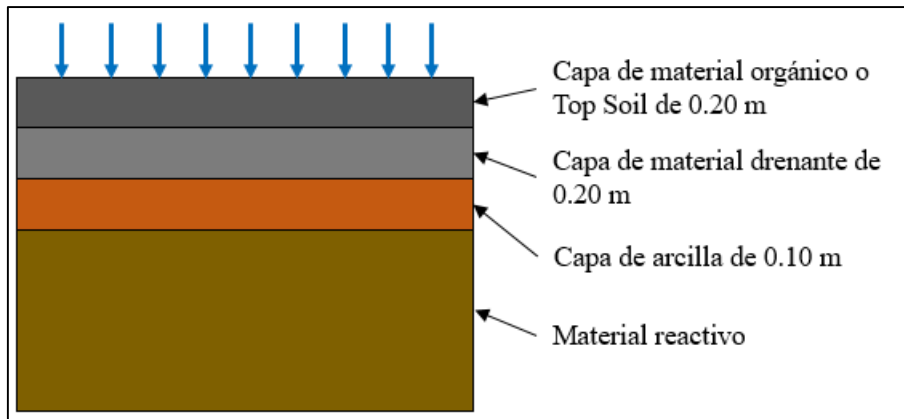


Figura 15. Cobertura Tipo III, para cierre de Planta Concentradora.

### **Depósito de Relaves**

Uno de los componentes más importantes en minería generadora de concentrados es el depósito de relaves, en estos se dispone gran cantidad de residuos de procesos de beneficio que son depositado sobre grandes reservorios que deberán contar una estabilidad física acreditada y un manejo hidrológico e hidrogeológico.

Dada sus características, los residuos que estos contienen de alta peligrosidad, con un gran potencial contaminador al medio por lo que el manejo de estabilidad geoquímica estará enfocado en su encapsulamiento a través de geomembrana HDPE por lo que se empleará una cobertura especial no mencionada con anterioridad, siendo de Tipo IV, el cual presentará una capa de geomembrana HDPE de 1.5 milímetros, 0.15 metros de arcilla compactada, cobertura de 0.20 metros de material drenante con granulometría variada y 0.30 metros de Top Soil.

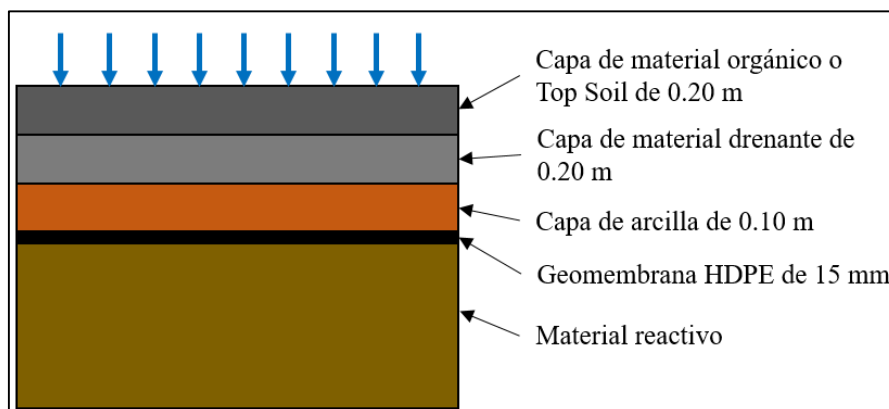
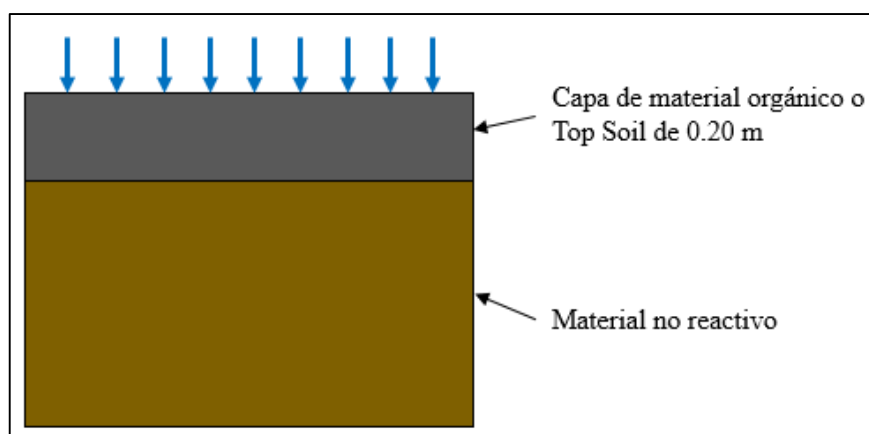


Figura 16. Cobertura Tipo IV, para cierre de Depósitos de Relaves.

Se deberá considerar que para la estabilidad geoquímica del depósito de relaves N°1 y N°2, se evaluara el comportamiento hidrogeológico debido a la presencia de afloramiento de agua de estos componentes, lo cual indicaría el flujo de agua subterránea sobre estos, por ende se consideraran medidas necesarias para su derivación o control debido a que al realizarse los trabajos de impermeabilización no se garantizaría el cierre de estos afloramientos que discurrirán sobre la superficie del depósito de relaves ocasionando infiltraciones sobre los mismos (lixiviación) lo que generaría impactos significativos negativos sobre las aguas subterráneas aportantes a la laguna Yanacocha.

### **Instalaciones Auxiliares o Complementarias**

En el caso de las instalaciones auxiliares se ha tomado en cuenta que estas fueron desarrolladas sobre zonas con pisos falsos o plataformas que garanticen el no contacto de contaminantes sobre el suelo natural por lo cual se toma en cuenta que los suelos no han sido alterados significativamente en comparación a los componentes de procesamiento y minado, por tal motivo se considera la implementación de una cobertura Tipo I, cual presente una cobertura de material drenante (opcional) de 0.15 metros y una capa de Top Soil de 0.20 metros, posterior a estas actividades se considera la revegetación de las zonas intervenidas debido a que su gran mayoría se encuentra frente a la laguna Yanacocha, por lo que formaría parte de la recuperación del Paisaje.



*Figura 17. Cobertura Tipo I, para cierre de Instalaciones Auxiliares o Complementarias*

## **Estabilidad Hidrológica**

El sistema de manejo de aguas consiste en trabajos de nivelación del terreno y obras hidráulicas orientadas a garantizar una efectiva estabilización hidrológica de las zonas donde se han desarrollado las actividades de cierre, estas actividades son complementarias de las actividades físicas y geoquímicas.

Las obras de derivación y drenaje de aguas superficiales provenientes escorrentías producto de lluvias consisten en la incorporación de canales de coronación, cajas colectoras, alcantarillas o estructuras de disipación, que serán ubicadas y dimensionadas de tal forma que permita el manejo de los caudales de escorrentías, evitando posibles eventos hidrológicos que puedan afectar las actividades de cierre realizadas.

Es de suma necesidad captar todos los flujos de agua proveniente de precipitaciones de alta intensidad y derivarlas a cuerpos receptores o cursos de agua naturales, en base a estos se efectuará el debido dimensionamiento de las infraestructuras de conducción para estas precipitaciones, su funcionamiento está en relación a los criterios establecidos según distintas disciplinas, como la geotecnia el cual se encuentra establecida en los trabajos de estabilidad física que, serán parte de la estabilidad hidrológica.

**Tabla 19.** *Listado de Componentes – Actividades de estabilidad Hidrológica.*

<b>ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Componente</b>	<b>Actividad</b>
1	Labores Mineras Subterráneas	Bocaminas	- Implementación de tuberías HDPE Excavación sobre suelo - Construcción de Mampostería de piedra
2	Depósitos de Residuos Mineros	Depósitos de Desmonte	- Excavación sobre suelo - Construcción de Mampostería de piedra
3	Instalaciones de Procesamiento	Planta Concentradora	-Construcción manual sobre terreno suelto
4		Depósito de Relaves	- Excavación sobre suelo - Construcción de Mampostería de piedra y geomembrana HDPE

Solo se considera la estabilidad hidrológica sobre los componentes principales o aquellos componentes que se encuentren en taludes pronunciados o de grandes extensiones.

### **Estabilidad Biológica**

Estas actividades serán consideradas al mismo tiempo que se realicen las actividades de estabilización física, geoquímica e hidrológica del cierre final de los componentes, se tendrá que determinar el diseño de la forma del terreno, estos consisten en tres acciones:

- Renivelación.
- Recontorneo de áreas de pendiente.
- Recubrimiento con material inerte (sin valor agrológico).

Antes de las actividades de revegetación, se aplicarán las medidas de acondicionamiento de suelos expuestos con el fin de evitar su compactación, estas medidas comprenden el acondicionamiento de niveles adecuados de aireación y humedad de los suelos, considerando evitar el paso de vehículos sobre los componentes cerrados.

En todo momento se enfoca en recuperar las condiciones de los suelos que presentaban antes de su intervención de la actividad minera, sin embargo, se considera que muchos componentes no recuperaran su condición inicial por considerarse técnicamente inviables, debido a ello se proyecta realizar trabajos de excavación, transporte, relleno y perfilado de taludes que aseguren la estabilidad física.

En terrenos cuyos componentes presenten una superficie horizontal donde la infraestructura ha sido demolida se considera el perfilado del terreno en conjunto a la implementación de sus respectivas coberturas.

### **Revegetación**

Como actividades finales del cierre, están contempladas la implementación de coberturas y revegetación de las áreas intervenidas, las cuales tiene como propósito recuperar la cobertura vegetal en suelos desnudos o degradados, presentando como fin la restauración del paisaje de las zonas alteradas por las actividades extractivas y de beneficio, evitando la erosión del suelo por fuentes eólicas e hídricas de forma que se pueda restablecer lo más posible los ecosistemas intervenidos por el proyecto.

El área sobre el que se ha desarrollado la Ex. U.E.A. San Genaro comprende un ecosistema comprendido por pajonal de puna y comunidades de plantas de almohadillas, plantas arrosquetadas de porte almohadillado, gramíneas sobre predregales con menor frecuencia en rocas, teniendo como principales aportes de vegetación como *Distichia muscoides* (Champa), *Festuca*, *Calamagrostis*, *Almogadillas Pycnophyllum* sp, *Arenaria* sp, *dolychophylla*, *Stipa* "Ichu", *Colopalaca* sp (musgo), *Bacharis* sp, *Azolla* yareta, la Queñoa y *Quisiuar Buddleia* sp.

Dentro del área que comprende todas las actividades de la Ex. U.E.A. San Genaro no se ha registrado una especie forestal, siendo las más abundantes especies semiacuáticas por la abundante presencia de bofedales y presencia de pajonal de puna en zonas amplias.

Sin embargo, se considera que las actividades de forestación serán implementadas sobre zona que presenten material vegetativo, considerando que no todas las zonas son aptas para revegetación (condiciones climáticas), o por no presentar cuerpos forestales, por ello las actividades se centraran en la colecta de semillas de las pocas especies identificadas sin embargo la mayor fuerza laboral se centrara en la siembra de plántones previamente climatizados, el trabajo consiste en utilizar 5 kg de semillas por Hectárea de pastos nativos, sin embargo el ichu será sometido a una plantación de 8 matas/m<sup>2</sup>.

### **Mantenimiento y Monitoreo Post Cierre o Post Remediación**

Las obras de cierre tienen por objeto la remediación de los componentes mineros desarrollados por el proyecto sobre el entorno ambiental que se desarrollaron, recuperando la calidad ambiental y la sostenibilidad del espacio-tiempo del medio,

es por ello que es de necesidad asegurar que las medidas de remediación y restauración ambiental, cumplan de manera efectiva los requerimientos necesarios y los objetivos de cierre trazados sobre las diversas áreas del proyecto. De esta forma, la realización de los programas de mantenimiento y monitoreo Post Cierre tienen por objeto asegurar a través del tiempo la efectividad de los trabajos de cierre realizados, mediante criterios técnicos que permitan evaluar la efectividad de cada una de las actividades, mediadas u obras ejecutadas del cierre final.

Para esto, estas actividades presentaran una gran importancia para los trabajos de Estabilidad Física, Estabilidad Geoquímica, Estabilidad Hidrológica, entre otros pues permiten identificar los problemas que puedan surgir por diversos factores antropológicos o medioambientales para la ejecución de medidas de acción y corrección necesarias para la preservación de los trabajos realizados.

El programa de Mantenimiento y Monitoreo post cierre están basados en los lineamientos establecidos en el Anexo 1 del D.S. N°033-2005-EM, el cual comprende las diversas actividades destinadas a la efectividad el cierre de minas.

### **Componentes de Mantenimiento y Post Cierre**

Se toma en cuenta los componentes incluidos en la fase de remediación, sin embargo, se debe tener en cuenta que de acuerdo al cierre de minas que se ha identificado diversos componentes que se acoplaran a las medidas de cierre, mantenimiento y post Cierre.

### **Mantenimiento Post Cierre**

Al termino de culminación de las actividades de cierre de los componentes minero metalúrgicos de la Ex. U.E.A. San Genaro, se procederá al diseño de las actividades de mantenimiento detallado correspondiente a un programa definido de obras y medidas de cierre ejecutadas, estas deberán considerar criterios que garanticen el adecuado seguimiento de las medidas propuestas para el cierre de las instalaciones.



**Tabla 20. Listado de Componentes – Mantenimiento Post Cierre.**

ítem	Tipo	Componente	Actividad			
			MPC-01	MPC-02	MPC-03	MPC-04
1	Labores Mineras Subterráneas	Bocaminas	X	X	X	x
2		Chimeneas / Piques	X	X	X	X
3	Depósito de Residuos Mineros	Depósitos de Desmonte	X	X	X	x
4	Instalaciones de Procesamiento	Planta Concentradora	X	X	X	X
5		Depósito de Relaves	X	X	X	X
6	Instalación de Manejo de RR.SS.	Relleno Sanitario		X	x	x
7		Zona de RR.SS. Industriales		X	X	x
8	Instalaciones en Manejo y Tratamiento de Agua	Planta de Tratamiento de Mina		X	X	x
9		Sistemas de Capacaciones	x	X	X	x
10		Sistema de Tratamiento Wetland	X	X	X	X
11	Otras Infraestructuras Relacionadas del Proyecto	Almacenes	x	X	X	x
12		Caza fuerza y Taller de Mantenimiento	x	X	X	x
13		Sistema de Almacenamiento y Distribución de Combustible	x	X	X	x
14		Taller de Mantenimiento	x	X	X	x
15		Campamentos y Comedores	x	X	X	x
16		Sub Estaciones Eléctricas	x	X	X	x

**Tabla 21.** Interpretación de la Nomenclatura de Mantenimiento Post Cierre.

Ítem	Codificación	Interpretación
1	MPC-01	Mantenimiento Físico
2	MPC-02	Mantenimiento Geoquímico
3	MPC-03	Mantenimiento Hidrológico
4	MPC-04	Mantenimiento Biológico
5	<b>X</b>	De Carácter Obligatorio
6	x	De Acuerdo a las Características de la Zona

Fuente: elaboración propia.

### **Mantenimiento Físico**

Estas actividades consideran trabajos de estabilidad física con el objetivo de conservar las condiciones de las actividades de estabilidad física de los componentes cerrados mediante medidas preventivas que permitan evitar la aparición de condiciones que comprometan los trabajos de estabilidad física realizados.

**Tabla 22.** Listado de Mantenimiento por Componente – Mantenimiento Físico.

Ítem	Tipo de Mantenimiento	Actividad	Frecuencia
1	Cuidado Pasivo	Inspección de Tapones de bocamina y chimeneas	Antes de Cobertura
2	Cuidado Pasivo	Inspección de Talud de Deposito de Desmonte y Relaveras	Bimensual
3	Cuidado Pasivo	Inspección de Talud de Canteras o Rajos de Trabajo	Bimensual
4	Cuidado Pasivo	Inspección de Afloramientos	Bimensual
5	Cuidado Pasivo	Evaluación de agrietamiento de taludes	Bimensual
6	Cuidado Activo	Mantenimiento de Cercos o Rejas perimétricos	Anual
7	Cuidado Activo	Mantenimiento por degradación meteorológica	Anual
8	Cuidado Activo	Reconstrucción por derrumbes	Anual
9	Cuidado Activo	Retiro de Materiales ajenos al componente	Anual

10	Cuidado Activo	Mantenimiento de canales de manejo hidrológico	Anual
11	Cuidado Activo	Mantenimiento de Equipos Geotécnicos	Mensual

Fuente: Elaboración propia.

### *Inspecciones*

Referente a la evaluación visual de las medidas de cierre implementadas, con el objetivo de identificar las condiciones que podrían desencadenar eventos de inestabilidad física del componente cerrado, estos permitirán evaluar e identificar las siguientes:

- Condiciones del tapón hermético de la bocamina, para la identificación de fisuras, agrietamientos, humedecimientos, fugas (caso de bocamina con efluentes mineros) y/u otra condición detectada que pueda afectar la estabilidad física. Esta evaluación se realizará en todas las bocaminas que presentes cercos o rejas, en el caso de las bocaminas que presenten cobertura, la inspección deberá realizarse antes de su aplicación y de forma posterior a fin de identificar derrumbes, estas actividades serán implementadas previa al cierre definitivo debido a que esta actividad no se podrá ser realizada.
- Condiciones de cobertura de concreto de chimeneas para la debida identificación de fisuras, agrietamientos, humedecimientos o cualquiera condición que puedan afectar estos componentes, de igual forma, esta actividad deberá desarrollarse antes de la aplicación de la cobertura.
- Condiciones de Taludes, para la identificación de derrumbes o agrietamientos de los ángulos de inclinación de los depósitos de desmonte y relaveras, considerando que las actividades deberán ser inspeccionadas antes y después de la aplicación de coberturas para la estabilidad geoquímica.
- Para los componentes en general se detectará la presencia de arrastres de sedimentos, afloramientos, asentamientos o fisuras significativas, presencia de rocas o derrumbes y erosiones climáticas, los componentes que por su naturaleza no requieran o depende de ciertas condiciones que consideren la aplicación de

mantenimiento físico serán sometidos bajo estos criterios según se requiera su verificación en campo.

**Tabla 23.** *Actividades de Mantenimiento Físico por Componente.*

Ítem	Actividad	Componente de Cierre					
		01	02	03	04	05	06
1	Inspección de Tapones de bocamina y chimeneas						
2	Inspección de Talud de Deposito de Desmonte y Relaveras						
3	Inspección de Talud de Canteras o Rajos de Trabajo						
4	Inspección de Afloramientos						
5	Evaluación de agrietamiento de taludes						
6	Mantenimiento de Cercos o Rejas perimétricos						
7	Mantenimiento por degradación meteorológica						
8	Reconstrucción por derrumbes						
9	Retiro de Materiales ajenos al componente						
10	Mantenimiento de canales de manejo hidrológico						
11	Mantenimiento de Equipos Geotécnicos						

Fuente: elaboración propia.

### **Mantenimiento Geoquímico**

El mantenimiento geoquímico se encuentra enfocado en realizar actividades de control en los componentes cerrados que conserven el potencial de generador de acidez, para ello el cierre realizado en el presente estudio enfocan las actividades para la no generación de drenaje ácido ya sea por agua de contacto o efluentes mineros hacia los cuerpos receptores, de esta manera el mantenimiento es dirigido a los sistemas de cobertura y vegetación implementadas en caso de tratarse de medidas pasivas y los sistemas de tratamiento en caso de medidas activas.

Para las actividades de mantenimiento geoquímico o de la estabilidad geoquímica, se consideran todas las actividades que permitan evitar la generación de drenaje

acido en componentes críticos, de acuerdo a la identificación de sitios contaminados con la finalidad de conservar las condiciones de estabilidad geoquímica del componente cerrado a través de la implementación de medidas preventivas.

**Tabla 24.** *Listado de Mantenimiento de Componentes – Mantenimiento Geoquímico.*

<b>Ítem</b>	<b>Tipo de Mantenimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
1	Cuidado Pasivo	Inspección de afloramientos o reboses de aguas de bocaminas o chimeneas	Mensual
2	Cuidado Pasivo	Inspección de condiciones de cobertura implementada	Trimestral
3	Cuidado Pasivo	Revisión y calibración de piezómetros (según se requiera)	Semestral
4	Cuidado Activo	Mantenimiento o remplazo de cobertura impactada	Semestral
5	Cuidado Activo	Mantenimiento o remplazo de componente de tratamiento	Semestral

Fuente: Elaboración propia.

### Inspecciones

De acuerdo a las medidas de cierre implementadas, esta actividad corresponde a la evaluación visual de estos componentes con el objeto de detectar las condiciones originarias de la inestabilidad geoquímica de componente, estas inspecciones permiten la identificación de las siguientes condiciones:

- Condiciones de aspecto de cobertura del componente cerrado para la identificación de erosiones de origen meteorológica, agrietamientos, humedecimientos de fuentes subterráneas o cualquier otra condición que pueda comprometer los trabajos de estabilidad geoquímica de los componentes cerrados.
- Inspección de afloramientos de agua del componente y del entorno del componente cerrado.

- Inspección de presencia de elementos extraños que no pertenezcan a la aplicación de coberturas.

**Tabla 25.** *Actividades de Mantenimiento Geoquímico por Componente.*

Ítem	Actividad	Componente de Cierre					
		01	02	03	04	05	06
1	Inspección de afloramientos o reboses de aguas de bocaminas o chimeneas						
2	Inspección de condiciones de cobertura implementada						
3	Revisión y calibración de piezómetros (según se requiera)						
4	Mantenimiento o remplazo de cobertura impactada						
5	Mantenimiento o remplazo de componente de tratamiento						

Fuente: elaboración propia.

### **Mantenimiento Hidrológico**

El mantenimiento que conforma la estabilidad hidrológica de los componentes cerrados se enfoca en realizar actividades de control de las obras realizadas, considerando los componentes que potencialmente podrían generar erosión hídrica o arrastre de sedimentos.

Estas medidas descritas en el presente estudio se encuentran enfocadas en reducir las posibilidades de erosión hídrica y el arrastre de sedimentos que podrían afectar del entorno ambiental del componente cerrado, de tal modo que el mantenimiento se enfoca en conservar las medidas de estabilidad hidrológica implementadas.

**Tabla 26.** *Listado de Mantenimiento de Componentes – Mantenimiento Hidrológico.*

Ítem	Tipo de Mantenimiento	Actividad	Frecuencia
1	Cuidado Pasivo	Inspección de canales de coronación o geomembranas	Trimestral
2	Cuidado Pasivo	Inspección de operatividad de infraestructura hidráulica	Trimestral

3	Cuidado Pasivo	Inspección de áreas aledañas a las infraestructuras hidráulicas	Semestral
4	Cuidado Pasivo	Extracción de materiales extraños en la infraestructura hidráulica	Semestral
5	Cuidado Activo	Mantenimiento de canales y acondicionamiento de geomembranas	Anual
6	Cuidado Activo	Mantenimiento y reparación de tuberías derivadores de aguas	Anual

Fuente: elaboración propia.

### Inspecciones

Como parte del seguimiento de las actividades de estabilidad hidrológica implementadas sobre los componentes de la Ex. U.E.A. San Genaro se considera la evaluación ocular de estos, permitiendo identificar las siguientes condiciones:

- Condición de canales de coronación de derivación de aguas de bocaminas, relaveras, depósitos de desmonte o cualquier otro componente sometido a la estabilidad hidrológica, con la finalidad de detectar condiciones que comprometan los componentes.
- Condiciones de tuberías de infraestructuras hidráulicas (bocamina) o los componentes que lo presenten, para la identificación de fugas u orificios, cortes o fallas que podrían afectar la estabilidad del componente cerrado.
- Condición de geomembrana que impermeabiliza las estructuras hidráulicas, con el fin de detectar orificios, fallas o cortes en zonas de soldado u otras condiciones que comprometan la calidad de los componentes cerrados.
- Condiciones de taludes o fondos en componentes de pendiente (relaveras o desmontaras) de la infraestructura hidráulica por derrumbes, caídas de rocas u otras condicione que puedan comprometer u obstaculizar su operatividad.
- Presencia de erosión de surcos o cárcavas de erosión hídrica del componente, como consecuencia de su operatividad.
- Presencia de fugas o afloramientos de las infraestructuras hidráulicas que permitan la derivación de las aguas hacia los componentes o zonas aledañas.

Las acciones de limpieza y mantenimiento para estos componentes serán realizadas tal manera que permita el cuidado de la estabilidad física y geoquímica de los componentes, debido a que este tipo de trabajos es posterior a la realización de estos para su cuidado y prevención de afectaciones que puedan ser realizadas por condiciones meteorológicas.

**Tabla 27.** *Actividades de Mantenimiento Hidrológico por Componente.*

Ítem	Actividad	Componente de Cierre					
		01	02	03	04	05	06
1	Inspección de canales de coronación o geomembranas						
2	Inspección de operatividad de infraestructura hidráulica						
3	Inspección de áreas aledañas a las infraestructuras hidráulicas						
4	Extracción de materiales extraños en la infraestructura hidráulica						
5	Mantenimiento de canales y acondicionamiento de geomembranas						
6	Mantenimiento y reparación de tuberías derivadores de aguas						

Fuente: elaboración propia.

### **Mantenimiento Biológico**

El mantenimiento biológico será orientado al ejercicio de actividades pasivas que se encuentren relacionadas con el acondicionamiento de la forma del terreno y al cuidado activo relacionado con el programa de acondicionamiento del terreno, los cuales estarán orientadas en el control de erosión, revegetación, introducción de especies nativas (según se requiera) u otras que posibiliten la sostenibilidad a largo plazo.

Es preciso indicar que no toda la actividad de mantenimiento biológico será realizada en todos los componentes remediados, debido a que no todos estos componentes serán sometidos a revegetación ya que estarán relacionados a las



condiciones del terreno y a la tasa de éxito del acondicionamiento de las especies introducidas.

Para estos fines se considerarán el manejo de especies más abundantes, como el pajonal de puna u otras especies, sin embargo, para las especies hidromorfas no se realizará intervención alguna debido a que se espera su rehabilitación de carácter natural pues estas especies conforman parte de ecosistemas frágiles y una intervención antrópica podría desencadenar un efecto negativo.

**Tabla 28.** *Listado de Mantenimiento de Componentes – Mantenimiento Biológico.*

<b>Ítem</b>	<b>Tipo de Mantenimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
1	Cuidado Pasivo	Inspección general de las condiciones de las áreas revegetadas	Trimestral
2	Cuidado Pasivo	Evaluación de tasa de germinación y crecimiento	Mensual
3	Cuidado Pasivo	Evaluación de adaptabilidad	Mensual
4	Cuidado Pasivo	Evaluación de cobertura	Mensual
5	Cuidado Activo	Mantenimiento de áreas revegetadas: Riego	Mensual
6	Cuidado Activo	Mantenimiento de áreas revegetadas: Recalce	Mensual
7	Cuidado Activo	Mantenimiento de áreas revegetadas: Abonamiento	Semestral

Fuente: elaboración propia.

### *Inspecciones*

Para evaluar las condiciones de las áreas que serán sometidas al proceso de revegetación, se dispondrá la evaluación ocular con la finalidad de poder detectar una condición desfavorable en el desarrollo normal de las plantas, estas evaluaciones permitirán conocer las siguientes condiciones:

- Condiciones de las plantas que involucren frondosidad, coloración, propagación o muerte luego de su incorporación al suelo natural.
- Condición de humedad del suelo revegetado, presencia de plagas y/o enfermedades.
- Identificación de agentes exógenos a la revegetación, animales o especies no sembradas para su extracción.
- Identificación alteraciones sobre las áreas revegetadas por medios ajenos al entorno.

Se debe considerar que el plan de cierre de minas contempla medidas de remediación ambiental para los componentes mineros realizados conforme los fines del proyecto desarrollado, dentro de estas considera las actividades de revegetación las cuales estarán enfocadas en diversas actividades que serán realizadas antes de su respectivo mantenimiento y posterior monitoreo, durante esta fase intermedia se desarrollara evaluaciones de tasa de germinación, crecimiento y adaptabilidad de las especies introducidas, es preciso aclarar que la efectividad del mantenimiento de estas especies se procederá al riego mediante sistemas rudimentarios con la finalidad de no tecnificar estos sistemas ya que se busca que estas especies no dependan de alguna intervención humana y puedan adaptarse lo más natural posible al entorno.

Es necesario recalcar que las actividades de revegetación no serán destinadas a todos los componentes, sin embargo, todos los componentes tendrán un potencial de adaptabilidad para las especies que puedan dispersarse por medios naturales debido a que los componentes han sido sometidos al tratamiento geoquímico, el cual considera una capa superficial de Top Soil, lo que garantiza la reactivación microbiana del suelo que permitirá la proliferación de especies vegetales y nichos de fauna.

**Tabla 29. Actividades de Mantenimiento Biológico por Componente.**

Ítem	Actividad	Componente de Cierre					
		01	02	03	04	05	06
1	Inspección general de las condiciones de las áreas revegetadas						
2	Evaluación de tasa de germinación y crecimiento						
3	Evaluación de adaptabilidad						
4	Evaluación de cobertura						
5	Mantenimiento de áreas revegetadas: Riego						
6	Mantenimiento de áreas revegetadas: Recalce						
7	Mantenimiento de áreas revegetadas: Abonamiento						

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30. Codificación de componentes de mantenimiento Post Cierre.**

Ítem	Codificación	Componente
1	01	Labores Mineras Subterráneas
2	02	Depósito de Residuos Mineros
3	03	Instalaciones de Procesamientos
4	04	Instalaciones de Manejo de RR.SS.
5	05	Instalaciones de Manejo y Tratamiento de Agua
6	06	Otras Infraestructuras Relacionadas del Proyecto

Fuente: Elaboración propia.

### **Monitoreo Post Cierre**

Después de la ejecución del cierre de los componentes mineros, se establecen las actividades de mantenimiento que permitan la sostenibilidad a largo plazo de las medidas de rehabilitación, es por ello que para garantizar el sostenimiento de estas actividades desarrolladas se llevara a cabo la planificación del monitoreo Post Cierre que, permitirá detectar de forma oportuna la urgencia de realizar cambios o implementar medidas que optimicen las actividades de cierre y mantenimiento.

Además, este programa permitirá conocer los avances de rehabilitación en busca de la remediación del área en que se desarrollaron los componentes mineros, es por ello que el monitoreo post cierre considerara las siguientes recomendaciones:

- Establecer a detalle las actividades para la evaluación de la efectividad de las medidas de rehabilitación implementadas mediante un calendario de actividades.
- Establecer responsables, considerando que el cumplimiento del monitoreo post cierre se establece como mínimo un seguimiento de 5 años.
- Los cronogramas serán sometidos a un proceso de cambio según la evolución de las medidas implementadas, de esto se establecerá las medidas de actualización de actividades.

**Tabla 31. Listado de Componentes – Monitoreo Post Cierre.**

ítem	Tipo	Componente	Actividad			
			MPC-001	MPC-002	MPC-003	MPC-004
1	Labores Mineras Subterráneas	Bocaminas	X	X	X	x
2		Chimeneas / Piques	X	X	X	X
3	Depósito de Residuos Mineros	Depósitos de Desmonte	X	X	X	x
4	Instalaciones de Procesamiento	Planta Concentradora	X	X		X
5		Depósito de Relaves	X	X	X	X
6	Instalación de Manejo de RR.SS.	Relleno Sanitario	X	X		x
7		Zona de RR.SS. Industriales	X	X		x
8	Instalaciones en Manejo y Tratamiento de Agua	Planta de Tratamiento de Mina	X	X	X	x
9		Sistemas de Capacaciones	X	X	X	x

10		Sistema de Tratamiento Wetland	X	X	X	X
11	Otras Infraestructuras Relacionadas del Proyecto	Almacenes	X	X		x
12		Caza fuerza y Taller de Mantenimiento	X	X		x
13		Sistema de Almacenamiento y Distribución de Combustible	X	X		x
14		Taller de Mantenimiento	X	X		x
15		Campamentos y Comedores	X	X	X	x
16		Sub Estaciones Eléctricas	X	X		x

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32.** Interpretación de la Nomenclatura de Monitoreo Post Cierre.

Ítem	Codificación	Interpretación
1	MPC-001	Monitoreo Físico
2	MPC-002	Monitoreo Geoquímico
3	MPC-003	Monitoreo Hidrológico
4	MPC-004	Monitoreo Biológico
5	X	De Carácter Obligatorio
6	x	De Acuerdo a las Características de la Zona

Fuente: Elaboración propia.

### **Monitoreo de Estabilidad Física**

Las actividades de Monitoreo de Estabilidad Física considera todas aquellas actividades que tengan por objeto determinar la evolución del estado de los componentes después de las actividades de cierre y mantenimiento, estas estarán enfocadas en determinar su avance a largo plazo.

**Tabla 33. Listado de Monitoreo de Componentes – Monitoreo de Estabilidad Física.**

<b>Ítem</b>	<b>Actividad</b>	<b>Ejecución</b>
01	Evolución de Estabilidad del Cierre de Bocaminas	Anual
02	Evaluación de estabilidad de Cierre de Chimeneas o piques	Anual
03	Evaluación de estabilidad de talud de canteras o rajos de trabajo	Semestral
04	Evaluación de estabilidad física de talud de depósitos de desmonte y relaveras	Semestral
05	Evaluación de perfilado y nivelación de componentes auxiliares sin pendiente pronunciada	Anual

Fuente: Elaboración propia.

### Evaluación de Labores Subterráneas

#### Instrumentación:

La evaluación de las condiciones de los tampones de labores subterráneas no presentara instrumentación alguna debido a la naturaleza del cierre que se base en el sellado total de la labor, sin embargo, estos componentes contemplan estudios de levantamiento topográfico (subsistencia) donde se determine las coordenadas (x, y) y elevación (z) para la determinación de asentamientos que puedan producirse en la estructura de cierre.

Para estos efectos, el monitoreo deberá realizarse de manera semestral, abarcando significativamente las épocas de estiaje y pluvial debido a las variaciones producidas por las fuerzas de interacción.

#### Inspección de Condiciones Generales:

Las condiciones de los componentes corresponderán a la evaluación visual de todas las medidas de cierre implementadas, su finalidad radica en la determinación de agentes que puedan desencadenar su inestabilidad física, estas inspecciones permitirán identificar las siguientes condiciones:

- Condiciones de tapón de bocamina, chimenea o pique para la detección de condiciones que puedan comprometer su estabilidad física de la estructura de

concreto, sin embargo se considera que esta inspección será destinada para las bocaminas que posean tapón expuesto y cercado, en este estudio se dispone que todas las bocaminas serán selladas y recubiertas, sin embargo de encontrarse alguna necesidad operativa que establezca las modificaciones de las actividades de cierre, se implementara presentando estas modificaciones ante la entidad competente.

### Evaluación de taludes

#### Instrumentación:

Las condiciones de estabilidad física correspondiente a los ángulos de inclinación de los diferentes componentes cerrados serán evaluadas mediante hitos topográficos, inclinómetros y piezómetros que serán establecidos sobre todo en las relaveras por ser el componente que podría generar un mayor impacto sobre el medio ambiente.

El control de los desplazamientos será monitoreado a través de inclinómetros, la Ex. U.E.A. San Genaro presenta desmontaras de pocas banquetas (dimensiones) y relaveras promedio, sin embargo, sobre estas últimas se requiere un constante seguimiento debido a la peligrosidad de este componente.

Los hitos topográficos serán distribuidos alrededor de los componentes, evaluando las tres direcciones primordiales de estabilidad, a su vez se implementará piezómetros de cuerda vibrante con el fin de monitorear los asentamientos de los componentes.

Para la implementación de estos componentes se deberá realizar previamente a través de perforaciones de diamantina los estudios de los estratos del suelo, estos corresponderán a las diferentes medidas a ejecutar, para esto se evaluará la ingeniería a nivel de detalle de los componentes mineros (de existir) para su debida actualización, los cuales detallarán la ubicación de estos instrumentos.

Evaluación de perfilado y nivelación superficial:

Correspondiente a la evaluación de los componentes de perfil superficial (su gran mayoría en componentes auxiliares o complementarios) que no precian cuidados especiales, sobre estos se busca identificar asentamientos o arrastre de sedimentos de la cobertura implementada para su posterior relleno o parchado.

Sobre estos se contempla los componentes auxiliares pues debido a su naturaleza, solo consisten en estructuras superficiales, con inclinaciones llanas, las actividades de monitoreo solo contemplara las actividades que eviten posibles focos de encharcamiento que puedan desplazar la cobertura de estabilidad geoquímica.

**Tabla 34. Actividades de Monitoreo de Estabilidad Física por Componente.**

Ítem	Actividad	Componentes de Cierre					
		01	02	03	04	05	06
001	Evolución de Estabilidad del Cierre de Bocaminas						
002	Evaluación de estabilidad de Cierre de Chimeneas o piques						
003	Evaluación de estabilidad de talud de canteras o rajos de trabajo						
004	Evaluación de estabilidad física de talud de depósitos de desmonte y relaveras						
005	Evaluación de perfilado y nivelación de componentes auxiliares sin pendiente pronunciada						

Fuente: Elaboración propia.

Cronograma de ejecución:

El monitoreo de estabilidad física ya se encuentran definidas, se corresponde a implementar las siguientes medidas a través del siguiente cronograma:

**Tabla 35. Cronograma Anual de Monitoreo de Estabilidad física Post Cierre.**

Ítem	Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
01	Evolución de Estabilidad del Cierre de Bocaminas												
02	Evaluación de estabilidad de Cierre de Chimeneas o piques												



03	Evaluación de estabilidad de talud de canteras o rajos de trabajo												
04	Evaluación de estabilidad física de talud de depósitos de desmonte y relaveras												
05	Evaluación de perfilado y nivelación de componentes auxiliares sin pendiente pronunciada												

Fuente: Elaboración propia.

### **Monitoreo de Estabilidad Geoquímica**

Las actividades correspondientes a este tipo de estabilidad son amplias pues ejercen diversos controles con el objeto de determinar las condiciones y la evolución de los componentes cerrados a fin de prevenir erosión de la cobertura implementada, generación de lixiviado de metales y drenaje ácido de roca.

**Tabla 36.** Listado de Monitoreo de Componentes – Monitoreo de Estabilidad Geoquímica.

Ítem	Actividad	Ejecución
01	Evaluación de las condiciones de cobertura	trimestral
02	Evaluación de afloramiento en componentes	Mensual
03	Monitoreo de Calidad de Agua	Semestral
04	Monitoreo de calidad hidrobiológica y sedimentos	Semestral
05	Monitoreo de Calidad de Suelos	Anual
06	Revisión de métodos de muestreo y análisis para control de calidad	Anual

Fuente: Elaboración propia.

### **Evaluación de Condiciones de Cobertura**

Corresponde a toda evaluación de carácter visual para determinar las condiciones actuales y evolutivas de la cobertura del componente minero, la finalidad de esta

actividad es detectar una condición que podría originar la inestabilidad geoquímica del componente. Las evaluaciones permitirán identificar las siguientes condiciones:

- Condición de cobertura de los componentes rehabilitados, con el fin de detectar erosiones hídricas o agrietamientos o cualquier otra condición que pueda afectar la estabilidad geoquímica del componente cerrado.
- Identificación de materiales o elementos ajenos a los cimientos de la cobertura y el entorno natural.
- Registro de evaluación para cambios de cobertura deteriorada o alterada, limpieza agente exógenos y actividades de rehabilitación implementadas.

#### Evaluación de Afloramiento de Aguas

La evaluación de estas condiciones será realizada a las labores mineras y los componentes superficiales como relaveras, considerando que estos componentes son generadores de efluentes mineros de origen subterráneo.

#### Monitoreo de Calidad de Agua

Los programas de monitoreo de calidad de agua corresponderá a la elaboración de una red de monitoreo consolidada, se considerará los puntos ya establecidos en el PAMA (de existir) de la Ex. U.E.A. San Genaro y la adición de puntos de acuerdo al criterio de evaluación de la autoridad competente.

Para esta fase de cierre final, la red de monitoreo será implementada en su totalidad, correspondiendo la toma de muestras de efluentes mineros y cuerpos receptores, es decir, se establecerá la red de monitoreo sobre las áreas de afectadas por los impactos causado por los componentes abandonados.

El programa de monitoreo de calidad de agua contempla el análisis de parámetros físico-químicos, metales totales y Orgánicos, estos parámetros serán dispuestos para agua superficial y agua subterránea, los cuales estarán regulados según lo

dispuesto en el D.S. N°004-2017-MINAM, cual establece los ECAs para agua, normas internacionales complementarias y parámetros adicionales que contemplen el mapeo total de los cuerpos de agua superficial y subterráneo.

**Tabla 37. Parámetros de Monitoreo de Calidad de Agua Post Cierre.**

Parámetro	Unidad	Categoría 3		Categoría 4	
		D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de animales	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos de Costa y sierra
<b>Físico-Químicos</b>					
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5	10	5	5
Bicarbonatos	mg/L	518	**	**	**
Cianuro Wad	mg/L	0.1	0.1	**	**
Cianuro Total	mg/L	**	**	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	**	0.0052	0.0052
Cloruros	mg/L	500	**	**	**
Color	Pt/Co	100 (a)	100 (a)	20 (a)	20 (a)
Clorofila A	mg/L	**	**	0.008	**
Conductividad	uS/cm	2500	5000	1000	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2	0.5	**	**
Fenoles	mg/L	0.002	0.01	2.56	2.56
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**
Fósforo Total	mg/L	**	**	0.035	0.05
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	100	100	**	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	**	**	13	13
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10	10	**	**
Amoniaco	mg/L	**	**	100	100
Nitrógeno Total	mg/L	**	**	0.315	**

Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	>=4	>=5	>=5	>=5
Potencial de Hidrógeno (PH)	Unidad PH	6.5-8.5	6.5-8.4	6.5-9.0	6.5-9.0
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	**	**	<=25	<=100
Sulfatos	mg/L	1000	1000	**	**
Sulfuros	mg/L	**	**	0.002	0.002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
<b>Inorgánicos</b>					
Aluminio	mg/L	0.1	0.2	**	**
Antimonio	mg/L	**	**	0.64	0.64
Arsénico	mg/L	**	**	0.15	0.15
Bario	mg/L	0.7	**	0.7	0.7
Berilio	mg/L	0.1	0.1	**	**
Boro	mg/L	1	5	**	**
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	**	**
Cadmio disuelto	mg/L	**	**	0.00025	0.00025
Cobre	mg/L	0.2	0.5	0.1	0.1
Cobalto	mg/L	0.05	1	**	**
Cromo Total	mg/L	0.1	1	**	**
Cromo VI	mg/L	**	**	0.011	0.011
Hierro	mg/L	5	**	**	**
Litio	mg/L	2.5	2.5	**	**
Magnesio	mg/L	**	250	**	**
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	**	**
Mercurio	mg/L	0.001	0.01	0.0001	0.0001
Níquel	mg/L	0.2	1	0.052	0.052
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.0025	0.0025
Selenio	mg/L	0.02	0.05	0.005	0.005
Talio	mg/L	**	**	0.0008	0.0008
Zinc	mg/L	2	24	0.12	0.12

Fuente: Elaboración propia.

(\*\*) Parámetros no establecidos en los ECAs

### Frecuencia

El monitoreo de calidad de agua para la fase post cierre correspondiente al Monitoreo de Estabilidad Geoquímica de los componentes rehabilitados, para estos efectos los monitoreos serán desarrollados de forma semestral, exactamente al

durante el intermedio del primer y tercer trimestre del año y ser reportados ante la autoridad, estos se desarrollarán de acuerdo los siguientes aspectos:

- El periodo Post Cierre es de cinco (05) años mínimo, de acuerdo a lo establecido al D.S. N°033-2005-EM.
- El monitoreo de calidad de agua para los componentes sometidos al cierre final, considera la gestión de nuevos puntos y puntos de existentes de monitoreo, de frecuencia semestral para determinar las características de épocas pluvial y estiaje, durante un periodo de cinco (05) años.

### Monitoreo de Calidad Hidrobiológica y Sedimentos

#### Monitoreo de Calidad Hidrobiológica:

El monitoreo de calidad hidrobiológica formara parte de la estabilidad geoquímica de los componentes cerrados, lo cual es complementario a la calidad de monitoreo de aguas, realizándose en parte de los puntos de monitoreo de calidad de agua establecidos, desarrollados de forma semestral sobre los cuerpos receptores.

El programa de monitoreo se realizará sobre toda el área de la Ex. U.E.A. San Genaro, considerando de gran medida que los estudios sean enfocados sobre los cuerpos receptores más relevantes.

#### Parámetros

El programa de monitoreo considerara los parámetros correspondientes a los estudios hidrobiológicos, siendo estos:

- Fitoplancton
- Zooplancton
- Perifiton
- Macro invertebrados Bentónicos

### Frecuencia

Estas actividades correspondientes a la fase post cierre del monitoreo de estabilidad geoquímica, se realizará de forma semestral, desarrollado de igual forma que el monitoreo de calidad de agua, en un periodo de cinco (05) años después del cierre final de los componentes, siendo reportados el mismo periodo del monitoreo de agua.

### Monitoreo de Sedimentos:

El monitoreo de calidad de sedimentos no corresponde naturalmente al Monitoreo de Calidad Geoquímica, sin embargo es de consideración asegurar que las actividades de rehabilitación, para la remediación de los componentes cerrados, considerando que del muestreo de línea base se ha identificado concentraciones elevada de paramentos como Arsénico, Cadmio, Plomo, Zinc, entre otros, considerando que el fin del monitoreo de sedimentos es evidenciar la disminución de las concentraciones de estos componentes o se ha mantenido estable a través del tiempo.

Los parámetros a evidenciar serán comparados con normas internacionales debido a que el Perú no contempla normativa para medir la calidad de estos parámetros, para ello, se tomara en cuenta el análisis de los parámetros de otros países para poder desarrollar su ensayo.

**Tabla 38. Parámetros de Monitoreo de Calidad de Sedimentos Post Cierre.**

<b>Parámetros y estándares de análisis</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>ISQG*</b>	<b>PEL*</b>
<b>Metales totales</b>				
01	Arsénico	mg/kg	6	17
02	Cadmio	mg/kg	0.6	3.5
03	Cobre	mg/kg	35.7	197
04	Plomo	mg/kg	35	91
05	Zinc	mg/kg	123	315
<b>Metales (FIAS-VF)</b>				
06	Mercurio	mg/kg	0.17	0.486

Fuente: Elaboración propia.

### Monitoreo de Calidad de Suelos

El programa de monitoreo de calidad suelos corresponderá a complementar el monitoreo de Estabilidad Geoquímica, correspondiendo a ser realizado sobre los componentes que consideren mayor impacto sobre las zonas de la Ex. U.E.A. San Genaro y la trazabilidad de los impactos generados sobre este cuerpo natural.

Estas actividades indican que serán realizados sobre la cobertura de los componentes para ser analizados bajo los ECAs Suelo, según lo dispone el D.S. N°011-2017-MINAM, además se determinara mediante análisis ABA, el potencial de generación de drenaje ácido del suelo, partiendo de los criterios determinados para la generación de potencial de drenaje ácido de roca.

**Tabla 39. Parámetros de Monitoreo de Calidad de Suelos Post Cierre.**

Ítem	Parámetro	Unidad	Usos de Suelo	Método de Ensayo
			Suelo Agrícola	
<b>0100</b>	<b>Inorgánicos</b>			
0101	Cianuro Libre	mg/kg MS	0.9	EPA 913 ISO 17690.2015 ASTM D7237 y/ó
0102	Arsénico Total	mg/kg MS	50	EPA 3050 EPA 3051
0103	Bario Total	mg/kg MS	750	EPA 3050 EPA 3051
0104	Cadmio Total	mg/kg MS	1.4	EPA 3050 EPA 3051
0105	Cromo VI	mg/kg MS	0.4	EPA 3060/EPA 7199
0106	Mercurio Total	mg/kg MS	6.6	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
0107	Plomo Total	mg/kg MS	70	EPA 3050 EPA 3051

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 40.** *Parámetros de Potencial de DAR en Roca y Suelo Post Cierre.*

Ítem	Parámetro	Unidad
0100	pH en pasta	Und. pH
0200	Potencial de Acidez Máximo (PAM Basado en Azufre Total)	Kg CaCO <sub>3</sub> /TM
0300	Potencial de Neutralización (PN)	Kg CaCO <sub>3</sub> /TM
0400	Potencial Neto de Neutralización (PNN)	Kg CaCO <sub>3</sub> /TM
0500	Relación PN/PAM	-
0600	Sulfato Total	%
0700	Sulfuro	%
0800	Potencial de Acidez (PA Basado en Sulfuro)	Kg CaCO <sub>3</sub> /TM
0900	Potencial Neto de Neutralización (PNN Basado en Sulfuro)	Kg CaCO <sub>3</sub> /TM
1000	Relación PN/PA (Basado en Sulfuro)	-
1100	Azufre Total	%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 41.** *Criterios de Interpretación de Generación de Drenaje Ácido de Roca y Suelo*

Potencial para Producir Acidez	Unidad	Criterio de Interpretación	
		PNN	PN/AP
Potencialmente generador de acidez	Kg CaCO <sub>3</sub> /TM	PNN>20	>3.0
No generador de acidez	Kg CaCO <sub>3</sub> /TM	-20<PNN<20	1.0<NP<3.0
Incierto	Kg CaCO <sub>3</sub> /TM	PNN <=-20	<1.0

Fuente: Elaboración propia.

### Frecuencia

El monitoreo de suelos correspondiente a la estabilidad geoquímica en suelo y roca se desarrollará de forma anual, correspondiendo una fecha coordinada con los monitoreos de agua.

### Revisión de Métodos de Muestreo y Análisis para Control de Calidad

La revisión de los métodos de muestreo y análisis para el control de la calidad de las actividades desarrolladas será de forma constante, bajo un registro anual, estas consisten en fijar la determinación de prácticas que permiten optimizar y mejorar la



metodología aplicada en los muestreos de todas las matrices de seguimiento que formaran parte del monitoreo de Estabilidad Geoquímica del cierre final.

Las matrices de métodos de muestreo y análisis para el control de calidad considerarán los siguientes estudios:

- Muestreos y análisis de agua superficial y subterránea en cuerpos receptores.
- Muestreos y análisis de agua de efluentes minero-metalúrgicos.
- Muestreos y análisis hidrobiológico.
- Muestreos y análisis de roca para ABA.
- Muestreos y análisis de suelo para ECA.
- Muestreos y análisis de suelos para ABA.
- Muestreos y análisis de suelos para Caracterización de suelos.

**Tabla 42.** *Actividades de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica por Componente.*

Ítem	Actividad	Componentes de Cierre					
		01	02	03	04	05	06
01	Evaluación de las condiciones de cobertura						
02	Evaluación de afloramiento en componentes						
03	Monitoreo de Calidad de Agua						
04	Monitoreo de calidad hidrobiológica y sedimentos						
05	Monitoreo de Calidad de Suelos						
06	Revisión de métodos de muestreo y análisis para control de calidad						

Fuente: Elaboración propia.

### Cronograma de Ejecución

El cronograma de ejecución corresponderá a desarrollar los monitoreos para la evaluación Geoquímica, los cuales deberán ser desarrollados por un periodo de cinco (05) años.

**Tabla 43. Cronograma Anual de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica Post Cierre.**

Ítem	Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
01	Evaluación de las condiciones de cobertura												
02	Evaluación de afloramiento en componentes												
03	Monitoreo de Calidad de Agua												
04	Monitoreo de calidad hidrobiológica y sedimentos												
05	Monitoreo de Calidad de Suelos												
06	Revisión de métodos de muestreo y análisis para control de calidad												

Fuente: Elaboración propia.

### **Monitoreo de Estabilidad Hidrológica**

Los monitoreos de Estabilidad hidrológica o de Manejo de Aguas corresponde a las actividades de control de obras de infraestructura hidráulica de los componentes cerrado que son propensos a la generación de erosión hídrica o arrastres de sedimentos.

Estas actividades consideran todas aquellas labores que fueron establecidas con el objeto de establecer en forma oportuna las medidas que evite la generación de afectaciones sobre estas infraestructuras a fin de reducir o minimizar la presencia de agua al interior de los componentes y la conducción de las escorrentías o efluentes mineros.

**Tabla 44. Listado de Monitoreo de Componentes – Monitoreo de Estabilidad Hidrológica.**

Ítem	Actividad	Ejecución
01	Monitoreo de las condiciones de concreto y/o geomembrana en canales y tuberías	Bimensual
02	Monitoreo de la operatividad de infraestructura hidráulica	Trimestral
03	Monitoreo de las condiciones de áreas adyacentes a la infraestructura hidráulica	Semestral

Fuente: Elaboración propia.

### Monitoreo de las Condiciones de Canales y Tuberías

Corresponde al seguimiento de las actividades de mantenimiento post-cierre, se realizará la identificación visual del trabajo de manejo de aguas de los componentes, tales como tuberías de bocaminas, canales de coronación o impermeabilización de zonas.

Estas actividades son destinadas a evitar la generación erosión de la infraestructura y arrastre de sedimentos por escorrentía de los componentes cerrados, lo cual estarán orientados a determinar las siguientes características:

- Monitoreo de condiciones de infraestructuras hidráulicas como canales de coronación y mampostería de piedra de manejo de efluentes mineros de bocaminas sobre suelo superficial, con fines de detectar fallas del sistema conductivo y/o afectación del entorno en que se desarrolla o sobre el componente cerrado.
- Monitoreo del estado de impermeabilización por coberturas con geomembranas HDEP sobre componentes generadores de acidez o de almacenamiento de materiales altamente contaminantes (relaves), con la finalidad de detectar condiciones desfavorables que podrían afectar su funcionamiento.
- Monitoreo de condiciones de tuberías HDPE de componentes con efluentes mineros como bocaminas, para la determinación de condiciones que alteren la emisión de las descargas que puedan incidir sobre el entorno o en el deterioro del mismo componente.

### Monitoreo de Operatividad de Infraestructura Hidráulica

Corresponde al seguimiento y supervisión del funcionamiento de las obras hidráulicas sobre los componentes cerrados, la cual fue establecida para evitar afectaciones sobre el entorno y el manejo de escorrentías o efluentes de los componentes rehabilitados.

El objetivo de esta actividad es determinar las condiciones operativas a fin de realizar actividades de mantenimiento o reparación cada vez que se requiera, por lo cual estarán orientados a determinar los siguientes aspectos:

- Monitoreo de condición de taludes (estabilidad física) y fondo de la infraestructura hidráulica (canales y pozas colectoras) de desmontaras y relavaras, para la identificación de desestabilidad y obstrucción de canales o cualquier condición que incida negativamente sobre la operatividad de la infraestructura hidráulica.
- Monitoreo de sistemas de captación de agua y conducción de las aguas de no contacto o descargas sobre terreno natural, para el registro de caudales sin presencia de ingreso sobre los componentes cerrados.
- Monitoreo de la presencia de inestabilidad física en áreas aledañas a los trabajos hidráulicos o de los componentes cerrados.

#### Monitoreo de las Condiciones de Áreas Adyacentes a la Infraestructura Hidráulica

Las áreas aledañas a los trabajos hídricos corresponden a ser monitoreadas debido a su incidencia sobre estos componentes de post cierre, puesto que posee la finalidad de determinar afectaciones o disturbarían sobre terreno natural por agentes meteorológicos o por la intervención humana, estos esta determinados a detectar los siguientes aspectos:

- Monitoreo de presencia de surcos, cárcavas o desnaturalización de la función de la infraestructura hidráulica de los componentes cerrados como consecuencias de fallas de diseño, condiciones meteorológicas o intervención humana.
- Monitoreo de presencia de afloramiento o desplazamiento de agua en el entorno de la infraestructura hidráulica o el componente rehabilitado.

Debido a que estas actividades de manejo de agua se desarrollaran en conjunto de todas las actividades post cierre, corresponderá la elaboración de un cronograma de actividades por componente.

**Tabla 45. Actividades de Monitoreo de Estabilidad Hidrológica o Manejo de Aguas por Componente.**

Ítem	Actividad	Componentes de Cierre					
		01	02	03	04	05	06
01	Monitoreo de las condiciones de concreto y/o geomembrana en canales y tuberías						
02	Monitoreo de la operatividad de infraestructura hidráulica						
03	Monitoreo de las condiciones de áreas adyacentes a la infraestructura hidráulica						

Fuente: Elaboración propia.

### Frecuencia

Corresponde de igual forma al periodo de monitoreo post cierre, lo cual es establecido en mínimo 05 años, de acuerdo a los lineamientos normativos y las indicaciones de los organismos de fiscalización en materia ambiental.

**Tabla 46. Cronograma Anual de Monitoreo de Estabilidad Hidrológica Post Cierre.**

Ítem	Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
01	Monitoreo de las condiciones de concreto y/o geomembrana en canales y tuberías												
02	Monitoreo de la operatividad de infraestructura hidráulica												
03	Monitoreo de las condiciones de áreas adyacentes a la infraestructura hidráulica												

Fuente: Elaboración propia.

### Monitoreo Biológico

Este monitoreo tendrá como finalidad la observación periódica de la estabilidad biológica o revegetación durante el periodo post cierre establecido, con el objetivo de caracterizar el desempeño de las actividades de cierre implementadas, puesto que, para las áreas que sean sometidas a este proceso garantizaran el éxito del cierre. Es recomendable describir el estado general de las áreas intervenidas y

determinar toda insuficiencia que pueda comprometer la proliferación de la flora introducida y su desarrollo natural, estas actividades se desarrollaran mediante intervalos de acuerdo a los especialistas asignados para su seguimiento.

Esta evaluación se desarrollará de manera continua y en conjunto con el análisis de los parámetros de calidad de suelo (análisis agrostológico) y el análisis de adaptabilidad de especies con la finalidad de determinar las condiciones físico-químicas para la adaptabilidad de las especies en las áreas rehabilitadas.

El monitoreo biológico tiene como objetivo las siguientes características:

- Evaluar el comportamiento de los ecosistemas del entorno de los componentes rehabilitados.
- Controlar la estabilidad del material revegetado y su diversidad.
- Analizar la efectividad de los sistemas revegetados y los diseños de cobertura.
- Precisar la necesidad de siembre complementaria, fertilización y control de mezclas.
- Evaluar el grado proliferación de especies y el desarrollo de los sistemas revegetados en conjunto al grado de asimilación.

Las actividades a desarrollar se encuentran orientadas a la ejecución de actividades que comprenden la evaluación de las áreas revegetadas, que corresponderán a la evaluación propia de flora y fauna local de los componentes cerrados, con el objeto de detectar las desviaciones de las metas de cierre.

Estas gestiones permitirán evaluar la efectividad de los trabajos realizados sobre todos los componentes intervenidos, estas acciones considerarán las siguientes actividades:

**Tabla 47.** *Listado de Monitoreo de Componentes – Monitoreo de Estabilidad Biológica*

<b>Ítem</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
01	Monitoreo de las condiciones generales de áreas intervenidas	Bimensual
02	Monitoreo de tasa de germinación y desarrollo	Mensual
03	Monitoreo de capacidad adaptativa	Mensual
04	Monitoreo de cobertura de rehabilitación	Mensual
05	Monitoreo de Calidad agrologica de suelos	Año 1 y 5
06	Monitoreo Biológico de Entorno Ambiental	Semestral

Fuente: Elaboración propia.

### Monitoreo de las Condiciones Generales de Áreas Revegetadas

Las actividades de monitoreo de las áreas revegetadas serán desarrolladas con la finalidad de poder identificar las condiciones que comprometan los trabajos de cierre, los aspectos considerados son aquellos que son representativas en las especies introducidas, tales como:

- Monitoreo de condiciones físicas: frondosidad, coloración, pérdida o crecimiento de las especies sembradas.
- Identificación y seguimiento de capacidad absorbente (humedad) de suelo natural revegetado.
- Monitoreo de proliferación de agentes exógenos (rocas, deterioro o plagas) de zonas revegetadas.

### Monitoreo de Tasa de Germinación y Desarrollo

La determinación de las respuestas de las plántulas introducidas por las actividades de siembra y plantación de área revegetadas a través de su proliferación, estas consideran los siguientes aspectos:

- Monitoreo de tasa de germinación de especies introducidas, realizadas después de la aplicación de la cobertura orgánica de suelo y el mantenimiento biológico según el número de germinación de las plantas, respecto al total de semillas dispuestas.

- Monitoreo de la tasa de desarrollo, realizadas durante el proceso de mantenimiento biológico de acuerdo al número de plantas vivas, respecto al número de partes de proliferación vegetativa de las áreas revegetadas.

Estas actividades se desarrollarán sobre los componentes a revegetar, sin embargo, se considera la aplicabilidad de semillas nativas de la zona sobre componentes que no se requiera revegetar con el fin realizar un seguimiento del desarrollo de la rehabilitación de las áreas intervenidas del proyecto San Genaro y el éxito de la estabilidad geoquímica.

#### Monitoreo de Capacidad Adaptativa

Las relacionadas al Monitoreo de Capacidad Adaptativa corresponde a la determinación al grado de adaptabilidad de las especies introducidas y su propagación natural sobre su entorno de acuerdo a las técnicas como siembra y plantación o su reproducción natural, así como determinar la efectividad de la revegetación aplicada, considerando los siguientes aspectos:

- Monitoreo de adaptabilidad de crecimiento vertical y horizontal que determinan el ancho y alto del crecimiento de las plantas en comparación de los estándares específicos según cada especie, teniendo como referencia las identificaciones de especies de áreas adyacentes de los ecosistemas del entorno natural.

#### Monitoreo de Cobertura de Áreas Rehabilitadas

Las actividades que corresponden a este tipo de monitoreo determina las condiciones de propagación de plantas, de acuerdo a las técnicas aplicadas para la graduación de la efectividad de revegetación, considerando que este monitoreo identificara la relación entre el monitoreo de estabilidad geoquímica y el monitoreo biológico pues, el éxito de uno garantiza la existencia del otro, por ello se consideran los siguientes aspectos:



- Monitoreo de Cobertura de especies propagadas que se desarrollan sobre las áreas de suelo intervenido respecto a las zonas desnudas, sin embargo, se considera que este monitoreo no será realizado en todas las zonas revegetadas pues solo se desarrollará sobre componentes con zonas de vegetación aledañas.
- Monitoreo de tipos de especies vegetales que proliferan sobre suelo restituído, realizando una comparación estadística entre especies propagadas vs especies existentes sobre las áreas rehabilitadas.

### Monitoreo de Calidad Agrológica

La determinación de calidad de suelos conformado por la parte superficial de la cobertura de los componentes mineros será realizada mediante muestras representativas de la cobertura implementada, el análisis de caracterización de suelos determinará la variación de características naturales a través del desarrollo de la fase post cierre.

**Tabla 48.** *Parámetros de Monitoreo de Calidad de Agrológica Post Cierre.*

Ítem	Característica	Parámetros
0100	Caracterización	Textura, Estructura, CCI
0200	Salinidad	Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup> , K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup> , suma de cationes.
0300	Hídricos	Densidad aparente
0400	Micro Elementos	Diversos
0500	Elementos Pesados	Diversos
0600	Materia orgánica	Diversos
0700	Fisicoquímicos	pH, Conductividad, Carbonatos.

Fuente: Elaboración propia.

### Frecuencia

Esta actividad de seguimiento será realizada durante el año uno (01) y año cinco (05), pues se considera la evaluación única de principio a fin de la duración de la fase post cierre.

### Monitoreo Biológico del Entorno Natural

Este programa será realizado sobre todas las áreas rehabilitadas de la Ex. U.E.A. San Genaro, el cual corresponde a evaluar la flora y fauna de la zona a través de estaciones de monitoreo y en concordancia a los dispuesto en la normativa y protocolos de monitoreo de fauna y flora.

Estas estaciones serán distribuidas de tal forma que estén asociadas y cubran áreas significativas que evidencien presencia de fauna y flora, por lo cual se deberá evaluar parámetros como densidad y diversidad de flora y fauna de acuerdo a la repoblación y desarrollo de nichos ecológicos, a su vez se medirá la tasa de repoblamiento de las áreas rehabilitadas.

Durante los primeros tres años se evaluarán a individuos como Invertebrados Terrestres y Acuáticos, Vegetación Nativa o Natural y Aves. Durante los dos años restantes se evaluará el área de forma integral, de tal forma que se deberá contemplar valores cualitativos y cuantitativos para el diseño de búsqueda de especies que sirvan de indicadores biológicos que evidencien la recuperación de la cadena trófica y del ecosistema circundante mejorando el sistema de monitoreo durante estos dos años restantes.

### Frecuencia

Estos monitoreos serán realizados de forma anual, durante los cinco (05) años de la duración de la fase post cierre.

**Tabla 49.** *Actividades de Monitoreo de Estabilidad Biológica por Componente.*

Ítem	Actividad	Componentes de Cierre					
		01	02	03	04	05	06
01	Monitoreo de las condiciones generales de áreas intervenidas						
02	Monitoreo de tasa de germinación y desarrollo						
03	Monitoreo de capacidad adaptativa						
04	Monitoreo de cobertura de áreas rehabilitadas						
05	Monitoreo de Calidad agrologica de suelos						
06	Monitoreo Biológico de Entorno Ambiental						

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 50.** *Cronograma Anual de Monitoreo de Estabilidad Biológica Post Cierre.*

Ítem	Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
01	Monitoreo de las condiciones generales de áreas intervenidas												
02	Monitoreo de tasa de germinación y desarrollo												
03	Monitoreo de capacidad adaptativa												
04	Monitoreo de cobertura de áreas rehabilitadas												
05	Monitoreo de Calidad agrologica de suelos												
06	Monitoreo Biológico de Entorno Ambiental												

Fuente: Elaboración propia.

### Resultados de Encuestas

Las encuestas han sido realizadas al personal de resguardo (vigilantes), personal operadora de la planta de tratamiento de aguas de mina, personal operador de la central hidroeléctrica y población en general, siendo un total de 40 personas encuestadas para el presente estudio.

## Resultados de Dimensión Medidas de Rehabilitación Ambiental

### Estabilidad Física de Componente

Tabla 51. Pregunta uno (01) del Cuestionario.

¿Conoce que esta actividad se relaciona con la rehabilitación del medio?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Medianamente	9	22,5	22,5	65,0
Suficiente	11	27,5	27,5	92,5
Mucho	3	7,5	7,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

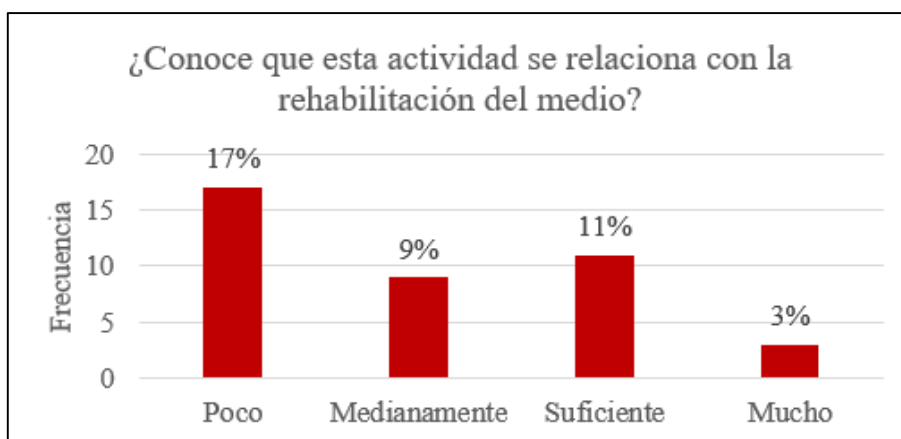


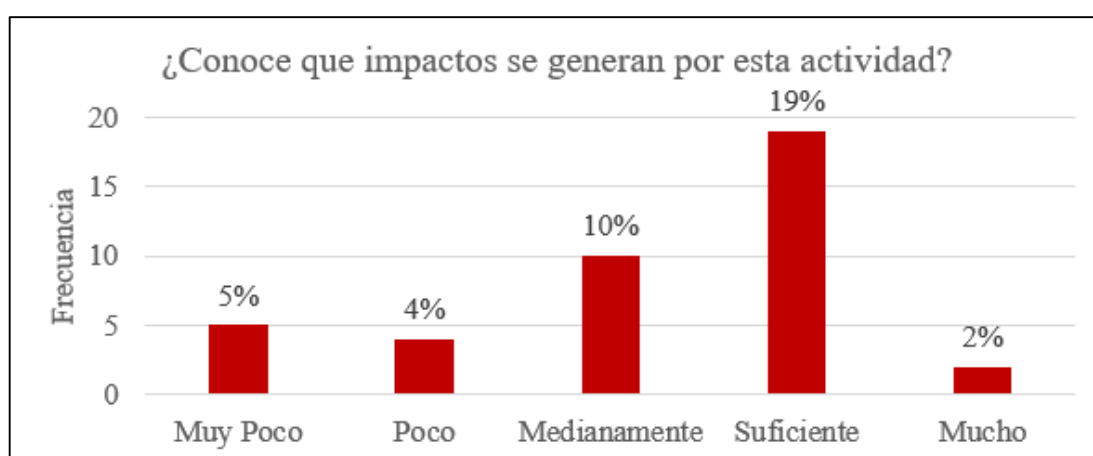
Figura 18. Resultado estadístico de la pregunta N°1 del cuestionario.

La presente Tabla y figura representan los resultados de las encuestas realizadas en la pregunta 1 del cuestionario, representando el 17% personas que conoce poco, 9% medianamente, 11% suficiente y 3% suficiente sobre la relación de las actividades de remediación sobre el medio ambiente, indicando un bajo nivel de conocimiento sobre el cumplimiento de las actividades de estabilidad física de los componentes.

**Tabla 52.** *Pregunta dos (02) del Cuestionario.*

<b>¿Conoce que impactos se generan por esta actividad?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Muy Poco</b>	5	12.5	12.5	12.5
<b>Poco</b>	4	10.0	10.0	22.5
<b>Medianamente</b>	10	25.0	25.0	47.5
<b>Suficiente</b>	19	47.5	47.5	95.0
<b>Mucho</b>	2	5.0	5.0	100.0
<b>Total</b>	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



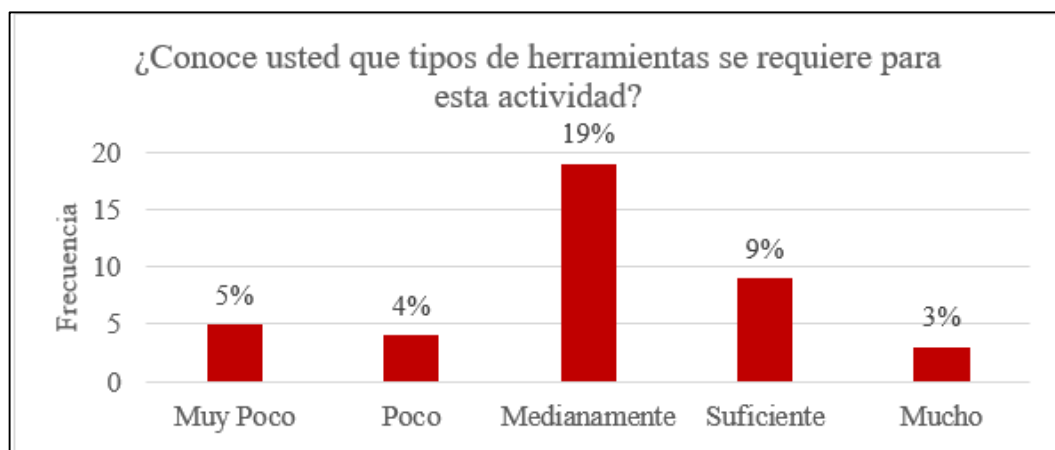
*Figura 19.* Resultado estadístico de la pregunta N°2 del cuestionario.

En la presente tabla y figura se representan los resultados consignados en la pregunta 2, resultando que el 5% conoce muy poco de la actividad, solo el 4% no conoce la actividad, el 10% medianamente y el 19% se encuentra consciente del impacto de estas actividades, siendo solo 2% conocedores amplios del tema, lo que indica que se percibe un buen grado de conocimiento de los impactos que generaran las actividades de estabilidad física de los componentes del proyecto Ex. U.E.A. San Genero.

**Tabla 53.** *Pregunta tres (03) del cuestionario.*

<b>¿Conoce usted que tipos de herramientas se requiere para esta actividad?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Muy Poco	5	12.5	12.5	12.5
Poco	4	10.0	10.0	22.5
Medianamente	19	47.5	47.5	70.0
Suficiente	9	22.5	22.5	92.5
Mucho	3	7.5	7.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 20.** Resultado estadístico de la pregunta N°3 del cuestionario.

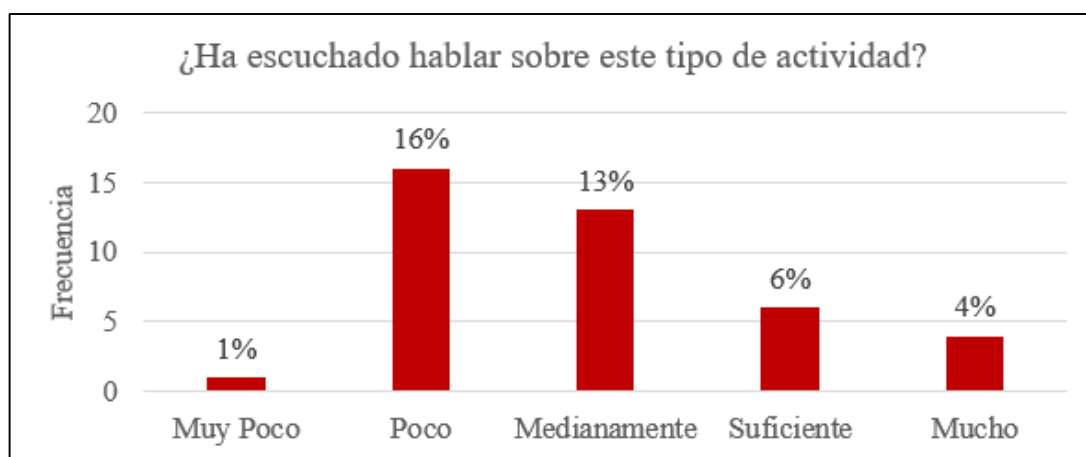
En la presente tabla y figura, se resaltan los resultados relacionados en la pregunta 3 del cuestionario, resaltando que solo un 5% no ha escuchado hablar de esta actividad, el 4% poco, el 19% medianamente, el 9% presente suficientes conocimientos y solo el 3% maneja el tema satisfactoriamente, evidenciando que la mayoría de las personas representa un bajo nivel de conocimientos sobre el tipo de herramientas que se requieren para esta actividad.

## **Estabilidad Geoquímica**

**Tabla 54.** *Pregunta cuatro (04) del Cuestionario.*

<b>¿Ha escuchado hablar sobre este tipo de actividad?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Muy Poco	1	2.5	2.5	2.5
Poco	16	40.0	40.0	42.5
Medianamente	13	32.5	32.5	75.0
Suficiente	6	15.0	15.0	90.0
Mucho	4	10.0	10.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



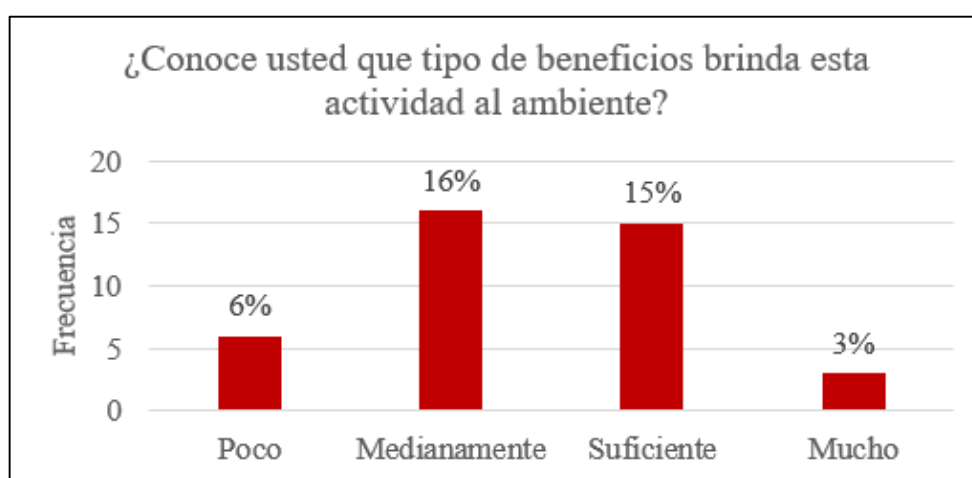
**Figura 21.** Resultado estadístico de la pregunta N°4 del cuestionario.

En los presentes resultados se observa que con respecto a la pregunta 04 del cuestionario, resultando que el 1% de los pobladores no han escuchado hablar sobre esta actividad, el 16% poco, el 13% medianamente, 6% suficiente y solo el 4% ha escuchado mucho sobre esta actividad, indicando que un porcentaje menor conoce poco o presenta conocimientos básicos de esta actividad

**Tabla 55.** Cuestionario cinco (05) de Cuestionario.

<b>¿Conoce usted qué tipo de beneficios brinda esta actividad al ambiente?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Poco	6	15.0	15.0	15.0
Medianamente	16	40.0	40.0	55.0
Suficiente	15	37.5	37.5	92.5
Mucho	3	7.5	7.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 22.** Resultado estadístico de la pregunta N°5 del cuestionario.

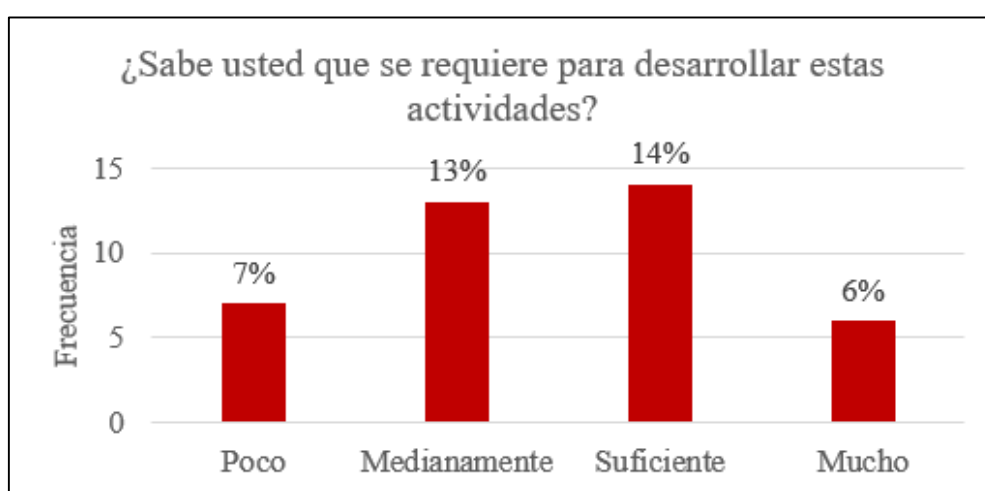
En el presente resultado, se detalla que de acuerdo a la pregunta 5 del cuestionario, detalla que el 6% conoce poco, el 16% conoce medianamente, el 15% suficiente y el 3% conoce mucho de los beneficios que contribuye el manejo y la estabilidad geoquímica de los componentes, como parte de las medidas de rehabilitación ambiental.



**Tabla 56.** Pregunta seis (06) del Cuestionario.

<b>¿Sabe usted que se requiere para desarrollar estas actividades?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Poco	7	17.5	17.5	17.5
Medianamente	13	32.5	32.5	50.0
Suficiente	14	35.0	35.0	85.0
Mucho	6	15.0	15.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 23.** Resultado estadístico de la pregunta N°6 del cuestionario.

En los presentes resultados de acuerdo al cuestionario 6 de la encuesta formulada a los pobladores, detalla que el 7% conoce poco, el 13% medianamente, el 14% suficiente y solo el 6% conoce mucho de esta actividad, lo cual indicaría que la población encuestada sabe qué tipo de actividades se desarrollaría a cabo para la obtención de la estabilidad geoquímica de los componentes.

## Estabilidad Biológica o Revegetación

Tabla 57. Pregunta siete (07) del Cuestionario.

¿Esta actividad le permitiría vivir en un ambiente mejor?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Medianamente	21	52.5	52.5	52.5
Suficiente	16	40.0	40.0	92.5
Mucho	3	7.5	7.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

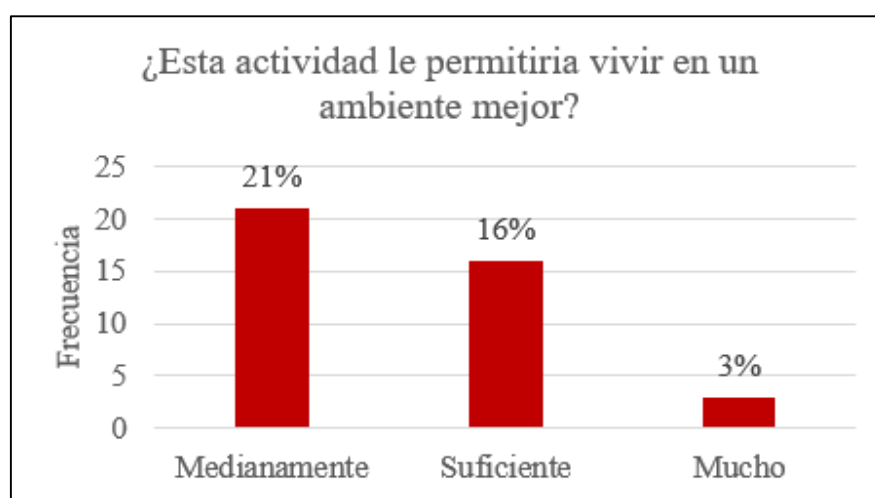


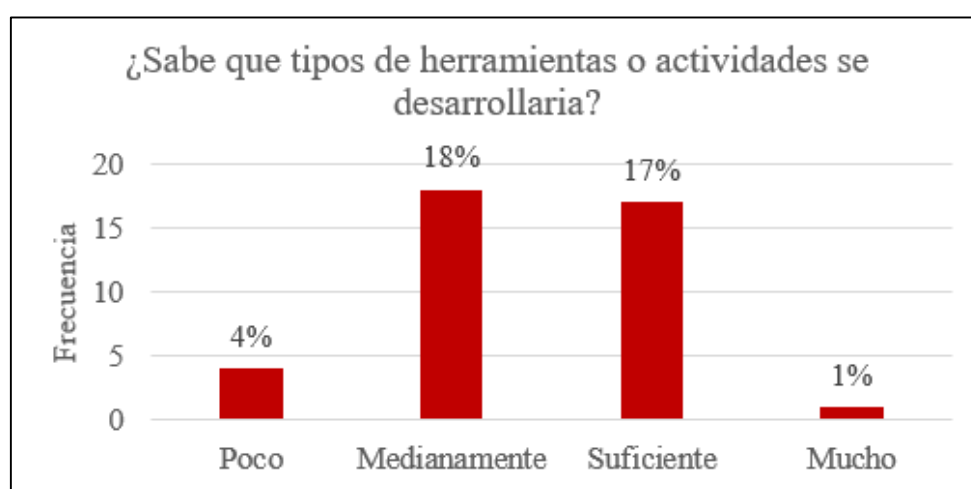
Figura 24. Resultado estadístico de la pregunta N°7 del cuestionario.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la pregunta 7 del cuestionario, se obtiene que el 21% ha considerado como medianamente, 16% suficiente y 3% considera como mucho, lo que indica que gran parte de la población encuestada considera factible la mejora en calidad de vida conforme se realice la estabilidad biológica como medida de rehabilitación ambiental.

**Tabla 58. Pregunta ocho (08) del Cuestionario.**

<b>¿Sabe qué tipos de herramientas o actividades se desarrollaría?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Poco	4	10.0	10.0	10.0
Medianamente	18	45.0	45.0	55.0
Suficiente	17	42.5	42.5	97.5
Mucho	1	2.5	2.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



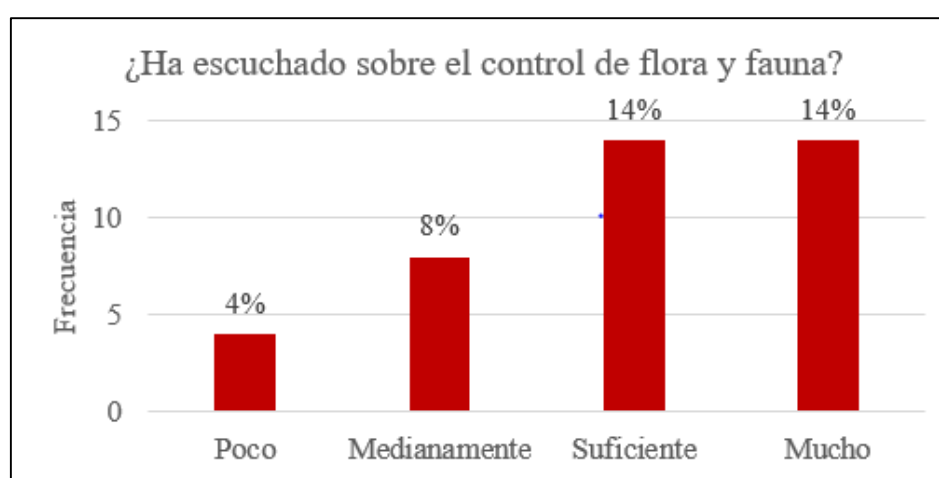
**Figura 25. Resultado estadístico de la pregunta N°8 del cuestionario.**

Los resultados representados corresponden a la pregunta 8 del cuestionario, evidenciando que solo el 4% conoce poco, el 18% medianamente, 17% conoce suficiente y solo el 1% conoce muy bien las herramientas de rehabilitación ambiental, lo que significa que una parte considerable de la población encuestada presenta un buen conocimiento de estas actividades.

**Tabla 59.** Pregunta nueve (09) del Cuestionario.

¿Ha escuchado sobre el control de flora y fauna?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco	4	10.0	10.0	10.0
Medianamente	8	20.0	20.0	30.0
Suficiente	14	35.0	35.0	65.0
Mucho	14	35.0	35.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 26.** Resultado estadístico de la pregunta N°9 del cuestionario.

La figura y tablas presentes considera los resultados previstos en la pregunta 9 del cuestionario, lo que evidencia que un 4% conoce poco, el 8% medianamente, 14% suficiente y 14% conoce suficiente, lo que indica un alto nivel de conocimientos correspondientes al control de fauna y flora propias de la estabilidad biológica de los componentes.

## Resultados de la Dimensión Componentes mineros Abandonados (PAM)

### Componentes de Mina

Tabla 60. Pregunta diez (10) del Cuestionario.

¿Conoce usted que son estos tipos de estructuras?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Poco	4	10.0	10.0	10.0
Poco	1	2.5	2.5	12.5
Medianamente	5	12.5	12.5	25.0
Suficiente	26	65.0	65.0	90.0
Mucho	4	10.0	10.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

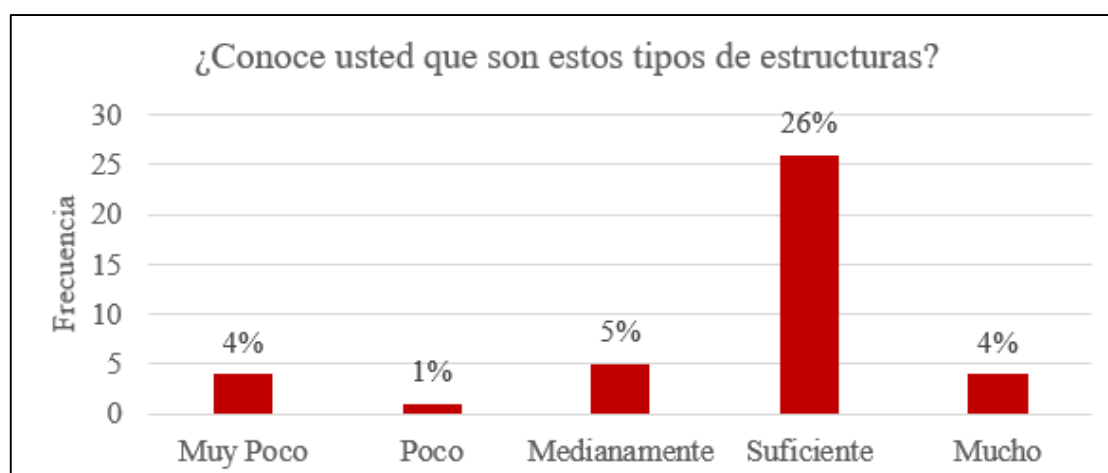


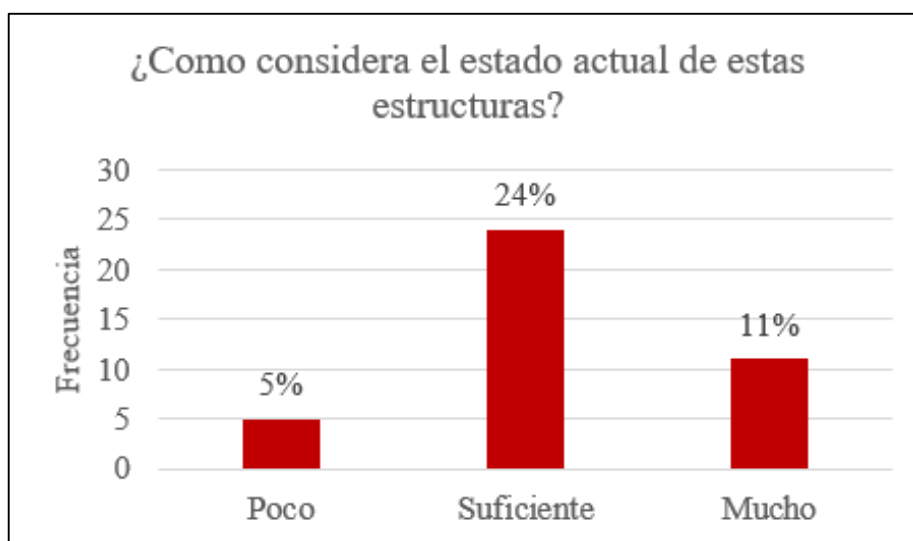
Figura 27. Resultado estadístico de la pregunta N°10 del cuestionario.

Los resultados de la presente, considera los resultados de la pregunta 10 del cuestionario que evidencia que un 4% considera muy poco, 1% poco, 5% medianamente, 26% suficiente y solo un 4% mucho, evidenciando que un gran porcentaje de los encuestados conoce este tipo de estructuras.

**Tabla 61.** *Pregunta once (11) del Cuestionario.*

<b>¿Cómo considera el estado actual de estas estructuras?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Poco	5	12.5	12.5	12.5
Suficiente	24	60.0	60.0	72.5
Mucho	11	27.5	27.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



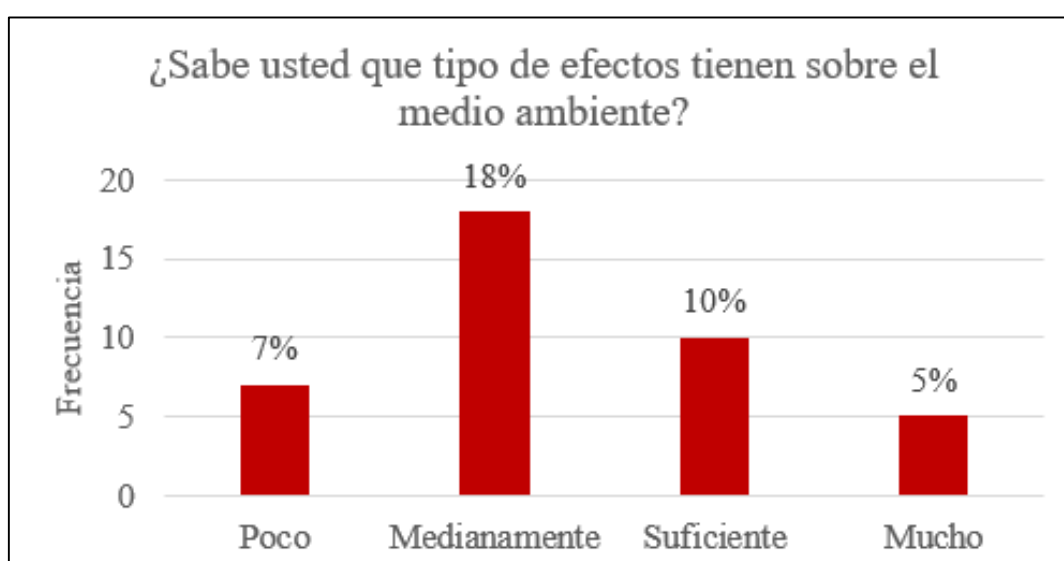
**Figura 28.** Resultado estadístico de la pregunta N°11 del cuestionario

La presente figura presente los resultados de la pregunta 11, correspondiendo que el 5% conoce poco de las condiciones, el 24% conoce suficiente y el 11% conoce mucho sobre el estado actual de las estructuras, lo que indica que gran parte de la población esta consiente del estado de los componentes de mina.

**Tabla 62.** Pregunta doce (12) del Cuestionario.

<b>¿Sabe usted qué tipo de efectos tienen sobre el medio ambiente?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Poco	7	17.5	17.5	17.5
Medianamente	18	45.0	45.0	62.5
Suficiente	10	25.0	25.0	87.5
Mucho	5	12.5	12.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 29.* Resultado estadístico de la pregunta N°12 del cuestionario

Los resultados correspondientes a la pregunta 12 del cuestionario reflejan resultados de la entrevista con el 7% que conoce poco, el 18% medianamente, el 10% suficiente y 5% mucho, lo que corresponde a indicar que gran parte de la población encuestada posee al menos los conocimientos básicos y técnicos de los efectos que poseen estas estructuras sobre el medio ambiente.

### Componentes de Beneficio

Tabla 63. Pregunta trece (13) del Cuestionario.

¿Conoce usted que estructuras están asociadas a estos términos?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco	4	10.0	10.0	10.0
Medianamente	8	20.0	20.0	30.0
Suficiente	21	52.5	52.5	82.5
Mucho	7	17.5	17.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

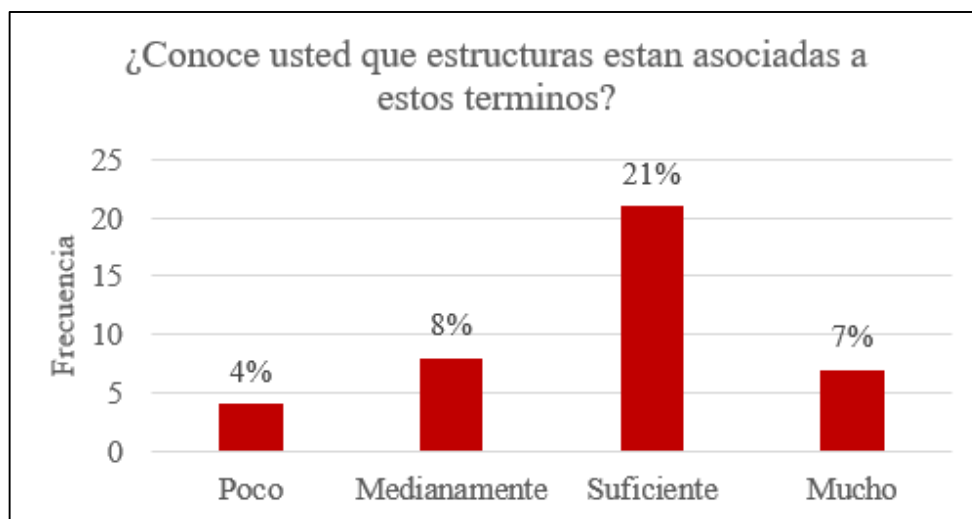


Figura 30. Resultado estadístico de la pregunta N°13 del cuestionario

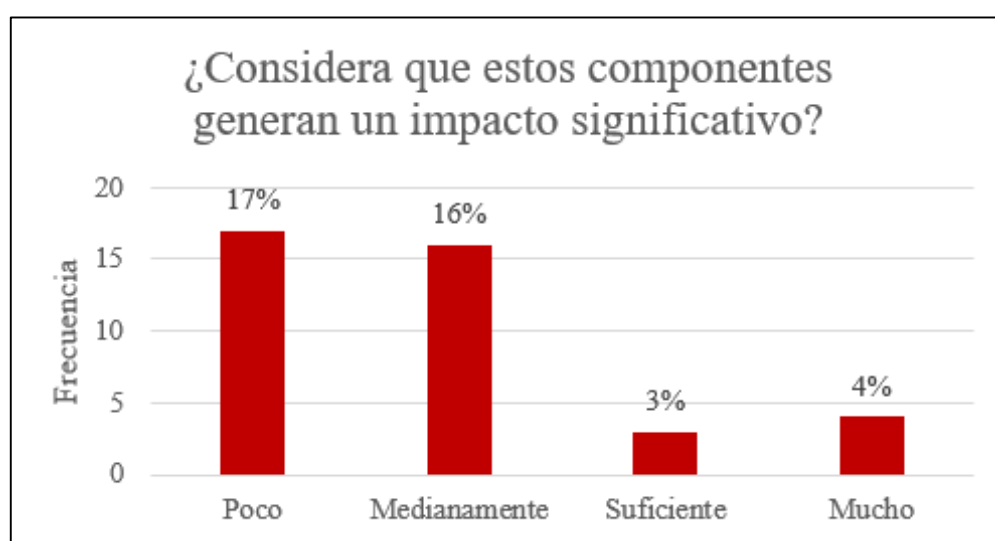
Los presentes resultados que corresponden a la pregunta 14 del cuestionario con 4% de personas encuestadas conocen poco de estas estructuras, 8% medianamente, 21% suficiente y 7% conoce mucho, lo que indica un alto grado de conocimiento acerca que significa componentes de beneficios que son considerados como pasivos ambientales mineros.



**Tabla 64.** Pregunta catorce (14) del Cuestionario.

¿ Considera que estos componentes generan un impacto significativo?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco	17	42.5	42.5	42.5
Medianamente	16	40.0	40.0	82.5
Suficiente	3	7.5	7.5	90.0
Mucho	4	10.0	10.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



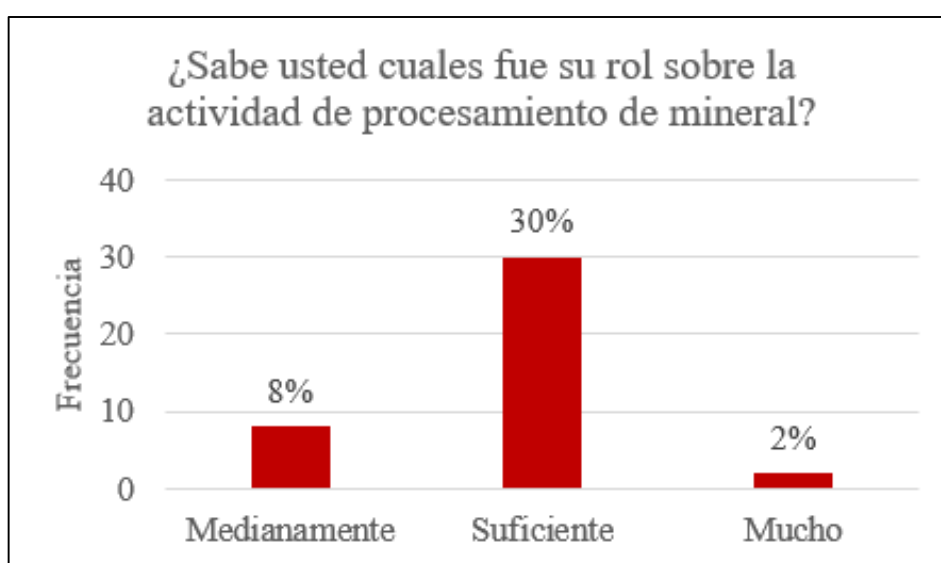
**Figura 31.** Resultado estadístico de la pregunta N°14 del cuestionario

Los resultados que corresponden a la pregunta 14 del cuestionario indican que el 17% conoce poco sobre los impactos significativos que puedan generar estos componentes, el 16% medianamente, 3% suficiente y 4% conoce mucho acerca de los impactos de estos componentes, lo que indica que gran parte de la población no conoce los impactos que pueda ocasionar estos componentes de beneficio.

**Tabla 65.** Pregunta quince (15) del Cuestionario.

¿Sabe usted cuales fue su rol sobre la actividad de procesamiento de mineral?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Medianamente	8	20.0	20.0	20.0
Suficiente	30	75.0	75.0	95.0
Mucho	2	5.0	5.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 32.** Resultado estadístico de la pregunta N°15 del cuestionario

Corresponde a los resultados obtenidos a la pregunta 15 del cuestionario que, el 8% de los encuestados conoce medianamente, el 30% suficiente y solo un 2% conoce mucho, lo que indica un alto grado de conocimientos sobre la actividad que realizaba estos componentes de beneficio, esto se puede reflejar, al momento de la visita a campo, se percibió un gran interés sobre estos componentes.

### Componentes Auxiliares.

Tabla 66. Pregunta dieciséis (16) del Cuestionario.

¿Conoce usted que estructuras conforman este grupo?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco	12	30.0	30.0	30.0
Medianamente	14	35.0	35.0	65.0
Suficiente	10	25.0	25.0	90.0
Mucho	4	10.0	10.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

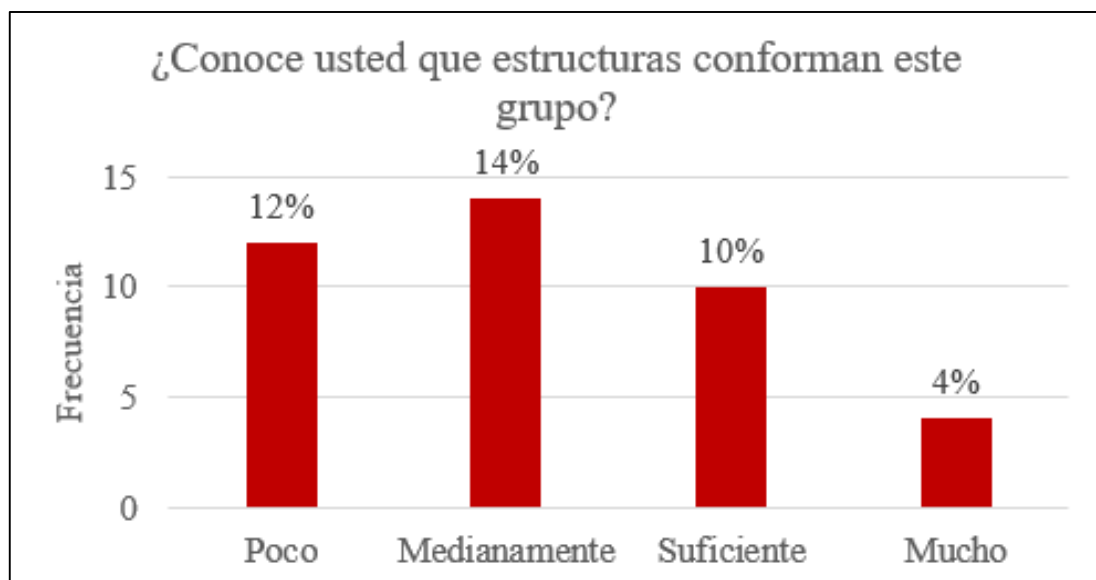


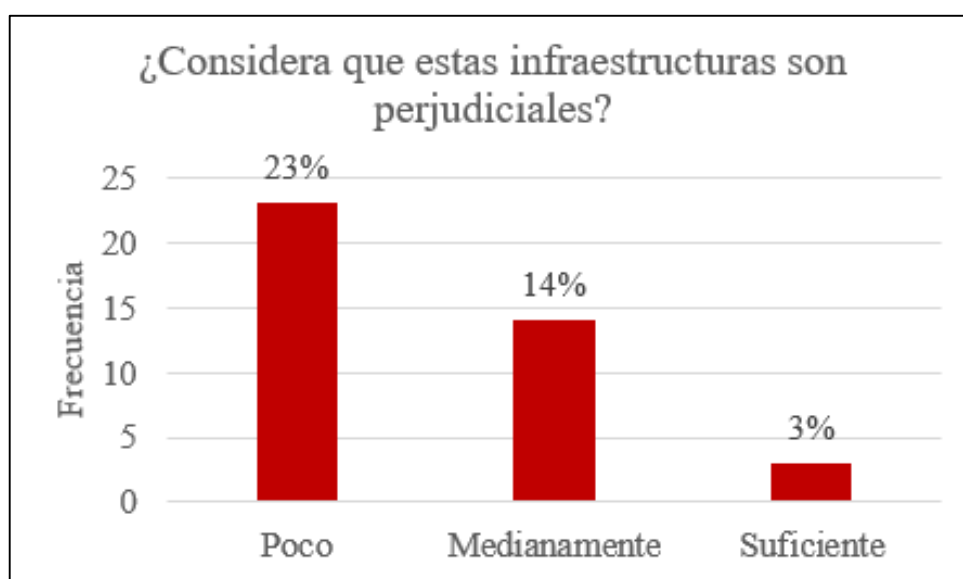
Figura 33. Resultado estadístico de la pregunta N°16 del cuestionario

Los resultados presentes en la pregunta 16 del cuestionario resuelven que un 12% conoce que grupo integran estas estructuras, 14% medianamente, 10% suficiente y 4% conoce mucho, lo que evidencia un grado aceptable del conocimiento de la población con respecto a las estructuras de estos componentes mineros.

**Tabla 67.** Pregunta diecisiete (17) del Cuestionario.

<b>¿Considera que estas infraestructuras son perjudiciales?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Poco	23	57.5	57.5	57.5
Medianamente	14	35.0	35.0	92.5
Suficiente	3	7.5	7.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.



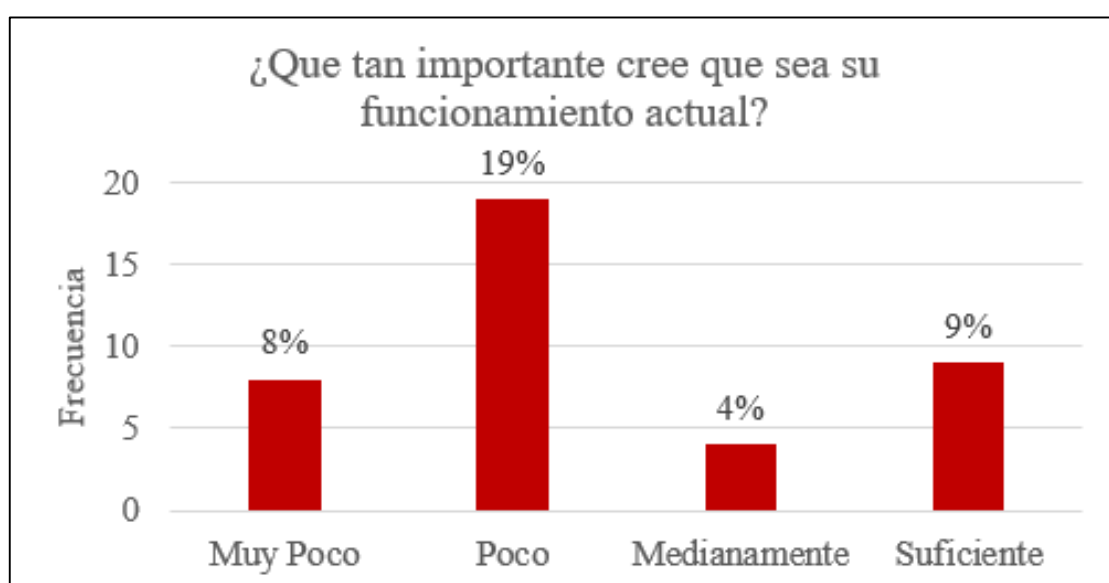
**Figura 34.** Resultado estadístico de la pregunta N°17 del cuestionario

Los resultados presentes de la pregunta 17 del cuestionario responden que el 23% de los pobladores consideran que estas infraestructuras no son perjudiciales, 14% medianamente y 3% mucho, lo que indica que gran parte de la población asevera que estas infraestructuras no son perjudiciales para el medio ni la población en la dimensión componentes auxiliares.

**Tabla 68.** *Pregunta dieciocho (18) del Cuestionario.*

<b>¿Qué tan importante cree que sea su funcionamiento actual?</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Muy Poco	8	20.0	20.0	20.0
Poco	19	47.5	47.5	67.5
Medianamente	4	10.0	10.0	77.5
Suficiente	9	22.5	22.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.







**Figura 35.** Resultado estadístico de la pregunta N°18 del cuestionario

Los resultados obtenidos de la pregunta 18 del cuestionario refleja que 8% de la población encuestada dijo muy poco, el 19% poco, 4% medianamente y 9% suficiente, lo que indica una gran oposición a los componentes auxiliares que actualmente operan en la Ex. U.E.A. San Genaro (central hidroeléctrica y sub estaciones).

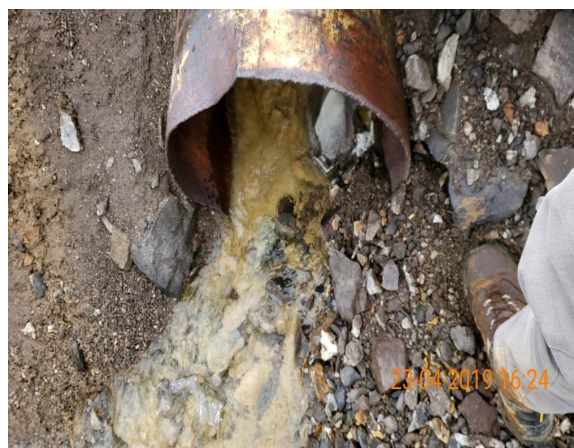
**Tabla 69. Registro fotográfico de Pasivos Ambientales.**

N°	Descripción	Pasivo Minero	
01	Zona Lolita, efluente de bocamina discurre sobre poza de sedimentación sin revestimiento hacia otra con revestimiento parcial que a través de un sistema de tuberías discurre sobre bofedal.	Coordenadas UTM – WGS 84 – 18S	
		N: 8544671	E: 483234
			
02	Zona Benavento efluente discurre desde bocamina Benavento sobre canal de mampostería hacia caja de paso donde rebosa agua sobre bofedal y suelo natural, terminando sobre laguna Agnococha.	Coordenadas UTM – WGS 84 – 18S	
		N: 8545737	E: 484327
			
03	Zona Pampamachay, se ubica poza de tratamiento de bocamina Pampamachay que descarga sus efluentes sobre un sistema de tuberías que descargan sobre bofedales y suelo cercano a laguna Orcococha,	Coordenadas UTM – WGS 84 – 18S	
		N: 8541255	E: 485810
			

04	Zona Beatricita se verifico la planta de tratamiento de aguas acidas conformada por 3 pozas.	Coordenadas UTM – WGS 84 – 18S	
		N: 8541354	E: 481905
			
05	Zona mañoso, se observa agua de mina descarga sobre suelo natural que se dirige hacia quebrada, siendo conducida por tuberías hasta zonas de sedimentación, el cual reboza discurriendo sobre bofedales, desembocando en la laguna Azulcocha.	Coordenadas UTM – WGS 84 – 18S	
		N: 8543752	E: 486417
			
<b>Registro de pasivos sin información.</b>			
			
Bocamina – Zona Beatricita		Bocamina – Zona Mañoso	



Impacto de suelo natural – Zona lolita



Tubería con efluente – Zona Benavento



Tuberías y Efluentes – Zona Pampamachay



Relavera N°1, a pie de laguna Yanacocha



Relavera N°2, a pie de zona de uso minero.



Vista Interior de Planta de Procesos





Vista General de Campamento,  
Almacenes y Oficinas.



Subestación



Depósito de Desmote sin  
revestimiento – Zona Beatricita.



Conflicto Social por Contaminación y  
adeudos.



Planta de tratamiento de aguas ácidas – Zona Beatricita.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos de la remediación de pasivos mineros, tenemos en cuenta la **hipótesis general** el cual menciona si las medidas de remediación Ambiental se relacionan significativamente con la remediación de pasivos ambientales mineros de la Ex Unidad Minera San Genaro.

Estos resultados de la remediación sostienen relación de acuerdo a Chappuis (2019) y Hattingh, Williams y Corder (2019), señalan que, frente a estos pasivos, la remediación es una actividad necesaria para mitigar los daños de los pasivos mineros por tal, se establece la una relación significativa, los autores señalan como estas actividades de estabilidad física, química y biológica contribuyen a la remediación de los pasivos mineros, guardando relación sobre el estudio realizado.

A partir de los resultados de la dimensión de Estabilidad Física, se toma en cuenta la **hipótesis específica**, Las medidas de **estabilidad física** se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro, los autores como, Carvalho, Diamantino y Pinto (2016), Mhlongo, et al, (2019), Melo y Sánchez (2020) y Bialy, et. al. (2020) señalan como estas actividades de estabilidad física, sea por empleo de diseño, de tampón, perfilado de taludes y diseños de seguridad forman parte de este tipo de remediación, lo que guarda una relación significativa con respecto a la remediación de los pasivos mineros.

De igual forma, los resultados de la dimensión de Estabilidad Geoquímica, señalan la **hipótesis específica**, las actividades de **estabilidad geoquímica** se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro, autores como Parada, Vergara y Sánchez (2018), Obed, et al, (2016) y Ranjan, et al. (2016) mencionan que le tratamiento de aguas ácidas y sistemas de coberturas permiten contrarrestar la generación del drenaje ácido de roca (DAR) de los pasivos mineros, por tal, estas actividades guardan una relación significativa con respecto a la remediación de los pasivos mineros, estos argumentos guardan relación con el estudio elaborado.

Por otro lado, los resultados de la dimensión de Estabilidad Biológica, enfatizan la **hipótesis específica**, las actividades de **estabilidad biológica** se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro. Strohbach, et. al. (2018), Humphries (2016) y, Loch (2016), señalan las oportunidades y beneficios que aportan la estabilidad biológica de pasivos mineros, permitiendo un control de escorrentías, tasa de amortiguación del suelo y proliferación de fauna y flora local, por tal estas actividades están relacionadas significativamente con la remediación de pasivos mineros, tal como se argumenta en el presente estudio.

Por otro lado, es preciso resaltar el grado de significancia de las encuestas realizadas, las cuales han sido sometidas a un proceso de correlación bajo el software SPSS, arrojando los siguientes resultados:

**Tabla 70.** *Correlación de las Medidas de Rehabilitación Ambiental de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM).*

			<b>Medidas de Rehabilitación Ambiental</b>	<b>Componentes Ambientales Mineros</b>
Rho de Spearman	Medidas de Rehabilitación Ambiental	Coeficiente de correlación	1.000	,733**
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	40	40
	Componentes Ambientales Abandonados (Pasivos Ambientales Mineros)	Coeficiente de correlación	,733**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	40	40

Fuente: Elaboración propia

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 71.** *Correlación de Estabilidad Física y Los Pasivos Ambientales Mineros (PAM).*

			<b>Estabilidad Física de los Componentes</b>	<b>Componentes Ambientales Mineros</b>
Rho de Spearman	Estabilidad Física de los Componentes	Coefficiente de correlación	1.000	,775**
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	40	40
	Componentes Ambientales Abandonados (Pasivos Ambientales Mineros)	Coefficiente de correlación	,775**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	40	40

Fuente: Elaboración propia

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 72.** *Correlación entre Estabilidad Geoquímica y los Pasivos Ambientales Mineros (PAM).*

			<b>Estabilidad Geoquímica de los componentes</b>	<b>Componentes Ambientales Mineros</b>
Rho de Spearman	Estabilidad Geoquímica de los componentes	Coefficiente de correlación	1.000	,698**
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	40	40
	Componentes Ambientales Abandonados (Pasivos Ambientales Mineros)	Coefficiente de correlación	,698**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	40	40

Fuente: Elaboración propia

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 73.** *Correlación Entre la Estabilidad Biológica y Los Pasivos Ambientales Mineros (PAM).*

			<b>Estabilidad Biológica</b>	<b>Componentes Ambientales Mineros</b>
Rho de Spearman	Estabilidad Biológica	Coefficiente de correlación	1.000	,623**
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	40	40
	Componentes Ambientales Abandonados (Pasivos Ambientales Mineros)	Coefficiente de correlación	,623**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	40	40

Fuente: Elaboración propia

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Los resultados del ensayo arrojan para todos los escenarios un valor del  $P = 0.01$  ( $p < 0.05$ ), lo cual se acepta las hipótesis de todas las dimensiones.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. En este estudio se determinó las medidas de remediación ambiental de los pasivos ambientales mineros de la Ex. U.M. San Genaro, el cual se halló un alto grado de significancia entre estas actividades, resolviendo en remediación bien detallado, sumado a las encuestas realizadas, obteniendo un  $p = 0.01$ .
2. En esta tesis se determinó como la estabilidad física de los componentes contribuyeron a la remediación de los pasivos ambientales de la Ex. U.M. San Genaro, los cuales han permitido detallar un grado de significancia aceptable ( $P = 0.01$ ), además, los resultados de las encuestas enfocan que un 17% (poco), 9% (medianamente), 11% (suficiente) y 3% (mucho) conocen la importancia de rehabilitación de esta actividad, a su vez, se consideró que 5% (muy poco), 4% (poco), 10% (medianamente), 19% (suficiente) y, 2% (Mucho) conoce sobre su impactos y 5% (muy poco), 4% (poco), 19% (medianamente), 9% (suficiente) y 3% (Mucho) conoce las herramientas que se requiere para la estabilidad física de los componentes., por lo que correspondió a la aceptación positiva de la remediación ambientales de los pasivos mineros.
3. Además, en este estudio se evaluó como las actividades de estabilidad geoquímica aportó en la remediación de los pasivos ambientales mineros de la Ex. U.M. San Genaro, las actividades de estabilidad química se detallaron de acuerdo a los impactos generados por la actividad minera y sus pasivos, siendo relacionados con un grado de significancia apreciable ( $P = 0.01$ ), a su vez los resultados de las encuestas concluyeron que, 1% (muy poco), 16% (poco), 13% (medianamente), 6% (suficiente) y 4% (Mucho) presentan un conocimiento moderado a bajo de estas actividades, 6% (poco), 16% (medianamente), 15% (suficiente) y 3% (Mucho) conoce los beneficios de estas actividades y, 7% (poco), 13% (medianamente), 14% (suficiente) y 6% (Mucho) conoce que instrumentos y técnicas se requiere para desarrollar estas actividades, estos resultados evidenciaron que gran parte de la población conoce las actividades descritas en la remediación del presente estudio.



4. En esta investigación se estimó como las actividades de estabilidad biológica que aportaron a la remediación de los pasivos ambientales de la Ex. U.M. San Genaro, a través el manejo de coberturas vegetales, selección de especies nativas, evalúa de germinación, entre otras actividades, estas acciones presentan un nivel buen grado de significancia con respecto a la remediación de pasivos por métodos biológicos, para esto se tomó en cuenta los resultados de las encuestas realizadas sobre la remediación, los cuales presento, 21% (medianamente), 16% (suficiente) y 3% (Mucho) cree que estas actividades permitirán vivir en un mejor ambiente, el 4% (poco), 18% (medianamente), 17% (suficiente) y 1% (Mucho) conoce sobre las actividades biológicas, como el 4% (poco), 8% (medianamente), 14% (suficiente) y 14% (Mucho) conoce sobre el control de flora y fauna, estos resultados demuestran una relación favorable de las actividades de remediación biológica frente a los pasivos mineros descritos en este estudio.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se debe considerar un estudio de línea base actualizada previo a las actividades de remediación debido a que es importante conocer los niveles de contaminantes e identificación de nuevos pasivos, así como sus impactos.
2. Las actividades de estabilidad física deberán ser sustentadas a través de ingenierías a nivel de detalle, así como un cálculo de seguridad, el presente estudio menciona las actividades necesarias para desarrollar la estabilidad física, sin embargo, se recomienda realizar los estudios geotécnicos, geomecánicos y de estabilidad.
3. La estabilidad geoquímica deberá ser reforzada con ensayos de piezómetros con la finalidad de estudiar el mapa freático del subsuelo, el área de la Ex. U.E.A. San Genaro comprende afloraciones de agua en estructuras y sobre bocaminas.
4. Las actividades biológicas no deben comprender la remediación de bofedales, al ser ecosistema altamente frágil, la manipulación de estas puede llegar a extinguirlos, sin embargo, se deberá monitorear el nivel de auto recuperación de estos cuerpos frágiles.
5. Al inicio de las actividades de remediación es necesaria la construcción de un plan de estrategia ambiental debido a los impactos de las actividades de remediación, si bien su mayoría es positiva, se debe tomar en cuenta que la zona ha sido abandonada por ms de 5 años, lo cual puede afectar a la flora y fauna.

## REFERENCIAS

Bialy, Witold, et al. Rehabilitation of Post-Mining Areas in the Bohumin City Area (Czech Republic). Case Study. *New Trends in Production Engineering*, 2020, vol. 3, no 1, p. 367-378. Disponible en:

<https://content.sciendo.com/view/journals/ntpe/3/1/article-p367.xml>

Cacilda, Januario; Lastra, José; Acevedo, Pedro. Impactos ambientales de la explotación mecanizada de materiales para la construcción en Sumbe (Angola). *Minería y Geología*, 2019, vol. 35, no 3, p. 338-357. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S199380122019000300338&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S199380122019000300338&script=sci_arttext&tlng=en)

Cahuana, Lizardo; Aduvire, Osvaldo. Bioacumulación de metales pesados en tejidos de vegetación acuática y terrestre evaluados en áreas donde existen pasivos ambientales mineros en el Perú. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 2019, vol. 4, no 2, p. 19-36. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522019000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522019000200002&script=sci_arttext)

Cambuta, Carnoth. Caracterización minero ambiental de la Sociedad Minera Catoca de la República de Angola. *Ciencia & Futuro*, 2017, vol. 5, no 2, p. 17-33. Disponible en:

[http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revista\\_estudiantil/article/view/1073/561](http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revista_estudiantil/article/view/1073/561)

Carbal, Adolfo, et al. Una aproximación conceptual al termino pasivos ambientales: una propuesta para su puesta en práctica. 2019. *Panorama Economico*, vol. 27, no 2 p. 497 – 509. Disponible en:

[https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/10213/10\\_Carbal%20\(1\).pdf?sequence=1](https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/10213/10_Carbal%20(1).pdf?sequence=1)

Carvalho, Edgar; Diamantino, Catarina; Pinto, Rui. Environmental Remediation of Abandoned Mines in Portugal–Balance of 15 Years of Activity and New Perspectives. Freiberg, Germany Proceedings IMWA-2016.-P, 2016, p. 554-561. Disponible en:

[https://www.imwa.info/docs/imwa\\_2016/IMWA2016\\_Carvalho\\_142.pdf](https://www.imwa.info/docs/imwa_2016/IMWA2016_Carvalho_142.pdf)

Cervantes, Joel; Quito, Samuel. Evaluación de riesgo ambiental generado por pasivo ambiental minero en la calidad de agua superficial, 2020. *Natura@economía* 5(1): p. 1-14. Disponible en:

<http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/ne/article/view/1511>

Chappuis, Maria. “Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú”, serie Medio Ambiente y Desarrollo, N° 168 (LC/TS.2019/126), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45068>

Cross, Adam. et al. Compromised root development constrains the establishment potential of native plants in unamended alkaline post-mining substrates. *Plant and Soil*, 2018, p. 1-17. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-018-3876-2>

Cuentas, Mario, et al. Evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros en la comunidad de Condoraque-Puno. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 2019, vol. 4, no 2, p. 43-57. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522019000200004&script=sci\\_ar  
ttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522019000200004&script=sci_ar<br/>ttext)

Dallas, Joseph, et. al..GE Rehabilitation Plan Spring 2017. GE Mining 2017.  
Disponible en:

<https://sites.psu.edu/dke5086/files/2017/03/Project02-2kp2sfl.pdf>

Hattingh, Raina; Williams, D; Corder, Glen. Applying a regional land use approach to mine closure: opportunities for restoring and regenerating mine-disturbed regional landscapes. En Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure. Australian Centre for Geomechanics, 2019. p. 951-968. Disponible en:

[https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1915\\_75\\_Hattingh/](https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1915_75_Hattingh/)

Hernández-Sampieri, R; Mendoza, C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, 2018. Disponible en:

<https://www.academia.edu/download/38911499/Sampieri.pdf>

Hudeček, Vlastimil, et al. Completion of restoration and rehabilitation of the central tailing heap of Jan Šverma mine in Žacléř. Acta Montanistica Slovaca ,2016, vol. 21, no 2, 129-138. Disponible en:

[https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/116485/133517882016v21i2p129.p  
df?sequence=1](https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/116485/133517882016v21i2p129.pdf?sequence=1)

Humphries, R. N. Case Study: Some Lessons From The Early Development Of Native Forest Rehabilitation At Three Surface Mine Complexes In Australia. JASMR, 2016, vol. 5, no 1. 367 - 378. Disponible en:

<https://www.asrs.us/Portals/0/Documents/Journal/Volume-5-Issue-1/Humphries-UK.pdf>

López, Lina; López, Mary; Medina, Graciela. La Prevención Y Mitigación De Los Riesgos De Los Pasivos Ambientales Mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. Entramado, 2017, vol. 13, no 1, p. 78-91. Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S190038032017000100078&script=sci\\_abstract&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S190038032017000100078&script=sci_abstract&lng=en)

Lacy, Harley. Closure and Rehabilitation of Gold Mines with a Focus on Tailings Storage Facilities. En Gold Ore Processing. Elsevier, 2016. p. 241-253. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Harley\\_Lacy/publication/303099147\\_Closure\\_and\\_Rehabilitation\\_of\\_Gold\\_Mines\\_with\\_a\\_Focus\\_on\\_Tailings\\_Storage\\_Facilities/links/5d5b06d4299bf1b97cf77997/Closure-and-Rehabilitation-of-Gold-Mines-with-a-Focus-on-Tailings-Storage-Facilities.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Harley_Lacy/publication/303099147_Closure_and_Rehabilitation_of_Gold_Mines_with_a_Focus_on_Tailings_Storage_Facilities/links/5d5b06d4299bf1b97cf77997/Closure-and-Rehabilitation-of-Gold-Mines-with-a-Focus-on-Tailings-Storage-Facilities.pdf)

Lacy, HWB.; Slight, M.; Watson, A. Systems thinking: embedding closure planning within the management operating system is the key to drive closure performance. En Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure. Australian Centre for Geomechanics, 2019. p. 1013-1022. Disponible en:

[https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1915\\_80\\_Lacy/](https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1915_80_Lacy/)

Loch, R. Function and performance targets in ecological rehabilitation. En Proceedings of the 11th International Conference on Mine Closure. Australian Centre for Geomechanics, 2016. p. 545-554. Disponible en:

[https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1608\\_40\\_Loch/](https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1608_40_Loch/)

Marchevsky, Natalia; Giubergia, Andrea; Beninato, Miguel. Diagnóstico ambiental de una antigua mina de tungsteno en Argentina. *Minería y Geología*, 2020, vol. 36, no 3, p. 328-341. Disponible en:

[http://200.14.55.89/index.php/revistamg/article/view/art6\\_No3\\_2020](http://200.14.55.89/index.php/revistamg/article/view/art6_No3_2020)

Melo, Carlos; Sánchez, Luis. Evaluation of environmental rehabilitation practices in bauxite mining at the plateau of Poços de Caldas. *REM-International Engineering Journal*, 2020, vol. 73, no 2, p. 247-252. Disponible en:

[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2448167X2020000200247&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2448167X2020000200247&script=sci_arttext)

Mhlongo, Sphiwe, et al. The impact of artisanal mining on rehabilitation efforts of abandoned mine shafts in Sutherland goldfield, South Africa. *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 2019, vol. 11, no 2, p. 1-7. Disponible en:

[http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S19961421201900020003](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S19961421201900020003)

Obed., et al. Long-term remediation of acid mine drainage from abandoned coal mine using intergrated (anaerobic and aerobic) passive treatment system in South Africa: A pilot study. *Mining Meets Water-Conflicts and Solutions*, 2016, p. 668-675. Disponible en:

[http://www.imwa.info/docs/imwa\\_2016/IMWA2016\\_Novhe\\_111.pdf](http://www.imwa.info/docs/imwa_2016/IMWA2016_Novhe_111.pdf)

Oblasser, Angela. Estudio sobre lineamientos, incentivos y regulación para el manejo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), incluyendo cierre de faenas mineras: Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia y el Perú, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, 2016. Disponible en:



[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40475/S1600680\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40475/S1600680_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

OEFA (2019): Acta de Supervisión 0298-2019-DSEM-CMIN, Ministerio del Ambiente, Lima,

Otzen, Tamara; Manterola, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 2017, vol. 35, no 1, p. 227-232. Disponible en:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci\\_abstract](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci_abstract)

Parada, Fernando; Vergara, Froilán; Sánchez, Mario. Alternativas para el manejo de la polución de aguas ácidas subterráneas en la minería del cobre. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 2018, no 5, p. 12-17. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522018000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522018000200002&script=sci_arttext)

Palacios, Leicy, et al. La investigación aplicada a la educación técnica y tecnológica superior. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 2019, vol. 4, no 3, p. 83-90. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7090651>

Ranjan, Vibhash, et al. Reclamation and rehabilitation of waste dump by eco-restoration techniques at Thakurani iron ore mines in Odisha. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 2016, vol. 7, no 3, p. 253-264. Disponible en:

<https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJMME.2016.078372>

Resolución Ministerial N°0473-2017-MEM/DM, aprueban dichos formatos del IGAFOM y el catálogo de las medidas ambientales. El peruano, Lima, 13 de agosto de 2017. Disponible en:

<http://www.energiayminasmoquegua.gob.pe/web/phocadownload/Mineria/Formalizacion/RM-473-2017-MEM-DM.pdf>

Romero, Martín, et al. Diseño metodológico de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. salud pública de méxico, 2017, vol. 59, p. 299-305. Disponible en:

<https://www.scielosp.org/article/spm/2017.v59n3/299-305/es/>

Rubiano, Mónica García; Aponte, Carlos Forero. Metodologías De Investigación: Técnicas Y Herramientas De Recolección De Información. OGOS, p. 57. Disponible en:

<https://publicaciones.ucatolica.edu.co/pub/media/hipertexto/pdf/logos-signum diagnostico.pdf#page=59>

Sanchez, Jose; Ferreira, Juan. Drenajes ácidos de Mina Alternativas de tratamiento. Revista de Medio Ambiente y Minería, 2016, no 1, p. 20-33. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522016000100003&script=sci\\_abstract&tIng=en](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522016000100003&script=sci_abstract&tIng=en)

Setyawan, Dwi; Napoleon, Adipati; Hanum, Herlina. Measuring Soil Recovery after Coal Minesite Rehabilitation in South Sumatra. SICEST Proceedings, 2016, p. 293-295. Disponible en:

<http://repository.unsri.ac.id/18099/>

Schwarz, Max. El proceso de cierre de minas. Agenda Viva N. 2, 2018, no 002, p. 25-29. Disponible en:

<https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/AgendaViva/article/view/2812/2704>

Sotomayor, Arístides (2016). Remediación de pasivos ambientales mineros como estrategia para el cuidado del ambiente. En Consorcio de Universidades (Ed.), Metas del Perú al bicentenario, 2016, p. 241-246. Lima. Disponible en:

<http://repositorio.ulima.edu.pe/handle/ulima/3395>

Sözen, S., et al. Resource recovery as a sustainable perspective for the remediation of mining wastes: rehabilitation of the CMC mining waste site in Northern Cyprus. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2017, vol. 76, no 4, p. 1535-1547. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10064-017-1037-0>

Strohbach, B., et al. Determining rehabilitation effectiveness at the Otjikoto Gold Mine, Otjozondjupa Region, Namibia, using high-resolution NIR aerial imagery. Namibian Journal of Environment, 2018, vol. 2, p. A: 134-146.

<http://www.nje.org.na/index.php/nje/article/view/volume2-strohbach>

Valdés, Pilar. Decisiones para la distribución física de los productos: un enfoque cuantitativo. Revista Economía y Desarrollo (Impresa), 2019, vol. 132, no 1. Disponible en:

<http://www.econdesarrollo.uh.cu/index.php/RED/article/view/606>

Williams, D. Mine site rehabilitation—are we reinventing the wrong wheel?. En Proceedings of the 11th International Conference on Mine Closure. Australian Centre for Geomechanics, 2016. p. 595-608. Disponible en:

[https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1608\\_44\\_Williams/](https://papers.acg.uwa.edu.au/p/1608_44_Williams/)

ZAMORA, Gerardo; LAFUENTE, Jaime; HINOJOSA, Octavio. Propuesta de rehabilitación ambiental del pasivo minero de Japo-Santa Fe. Revista de Medio Ambiente y Minería, 2020, vol. 5, no 1, p. 3-18. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522020000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522020000100001&script=sci_arttext)

Zamora, Gerardo; Lanza, Julio; Arranz, Julio. Metodología para la identificación y evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros con fines de priorización para su remediación. Revista de Medio Ambiente y Minería, 2018, no 5, p. 31-43. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522018000200004&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251953522018000200004&script=sci_abstract&tlng=en)

Zorrilla, Manuel. La versión básica y aplicada de la investigación jurídica pura. Lima: Revista de Derecho y Cambio Social, 2017. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v8n2/v8n2\\_a08.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v8n2/v8n2_a08.pdf)

## **ANEXOS**

## Matriz de Consistencia.

Matriz de Consistencia						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables E Indicadores			
<p>¿De qué manera las medidas de remediación ambiental contribuyen a la remediación de los pasivos ambientales de la Ex. Unidad Minera san Genaro?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué manera las acciones de estabilidad física garantizan la remediación de los Pasivos Ambientales de la Ex. U.M. San Genaro?</li> <li>¿De qué manera las actividades de estabilidad geoquímica contribuyen a la remediación de los Pasivos Ambientales Mineros de la Ex. U.M. San Genaro?</li> <li>¿De qué manera las actividades de estabilidad biológica mejoran la remediación de los Pasivos Ambientales Mineros de la Ex. U.M. San Genaro?</li> </ul>	<p>Determinar las medidas de remediación ambiental que se integran a la remediación de los pasivos ambientales mineros de la Ex. U.M. San Genaro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar como la estabilidad física de los componentes contribuyen a la remediación de los pasivos ambientales de la Ex. U.M. San Genaro.</li> <li>Evaluar como las actividades de estabilidad geoquímica aporta a la remediación de los pasivos ambientales mineros de la Ex. U.M. San Genaro.</li> <li>Estimar como las actividades de estabilidad biológica aportan a la remediación de los pasivos ambientales de la Ex. U.M. San Genaro.</li> </ul>	<p>Las medidas de remediación Ambiental se relacionan significativamente con la remediación de pasivos ambientales mineros de la Ex Unidad Minera San Genaro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las medidas de estabilidad física se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro.</li> <li>las actividades de estabilidad geoquímica se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro.</li> <li>las actividades de estabilidad biológica se relacionan significativamente con la remediación de los pasivos ambientales minero de la Ex Unidad Minera San Genaro.</li> </ul>	<b>Variable Dependiente: de Rehabilitación Ambiental</b>			
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Escala de Medición</b>
			- Estabilidad Física de los Componentes.	- Puntos de Subsistencia. - Mediciones de estabilidad física - Medidas de revegetación	Preguntas numeradas 1 a 3 por cada dimensión.	- Cuestionario Lickert  1= Muy poco 2= Poco 3= Medianamente 4= Suficiente 5= Mucho
			- Estabilidad Geoquímica.	- Manejo de Aguas. - Muestras de Campo. - Caracterización Física.	Registro de identificación fotográfica de pasivos mineros.	- Registro fotográfico y ubicación.
			- Estabilidad biológica o revegetación.	- Análisis de Cobertura - Tasa de Crecimiento y desarrollo - Caracterización de suelos		
			<b>Variable Independiente: Pasivos Ambientales Mineros</b>		<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
- Componentes de Mina.	- Componentes de explotación. - Componentes de Exploración. - Sistemas de Manejo y Tratamientos	Preguntas numeradas 1 a 3 por cada dimensión.	- Cuestionario Lickert  1= Muy poco 2= Poco 3= Medianamente 4= Suficiente 5= Mucho.			
- Componentes de Beneficio.	- Plantas Procesadoras. - Depósitos de Concentrados y restos de procesos. - Concesiones de Beneficio.	Registro de identificación fotográfica de pasivos mineros.	- Registro fotográfico y ubicación.			
- Componentes Auxiliares.	- Estado físico de componentes. - Reaprovechamiento de residuos. - Disposición final de Residuos Sólidos.					

Fuente: Elaboración propia.

## Tabla de preguntas de cuestionarios.

### Presentación:

Agradecemos anticipadamente su respuesta anónima a la presente entrevista para la investigación del siguiente estudio.

### Procedimiento:

La Guía tiene 18 preguntas que debe responder el entrevistado en 10 minutos con cinco opciones: Muy poco = 1, Poco = 2, Medianamente = 3, Suficiente = 4, Mucho = 5 después de formulada la respuesta que registrará el entrevistador.

### Cuestionario:

N°	Variable Dependiente: Rehabilitación Ambiental	1	2	3	4	5
<b>Estabilidad Física de los Componentes</b>						
01	¿Conoce que esta actividad se relaciona con la rehabilitación del medio?					
02	¿Conoce que impactos se generan por estas actividades?					
03	¿Conoce usted que tipos de herramientas se requieren para esta actividad?					
<b>Estabilidad Geoquímica de los Componentes</b>						
04	¿ha escuchado hablar sobre este tipo de actividad?					
05	¿Conoce usted qué tipo de beneficios brinda esta actividad al ambiente?					
06	¿Sabe usted que se requiere para desarrollar estas actividades?					
<b>Estabilidad Biológica</b>						
07	¿Esta actividad le permitiría vivir en un ambiente mejor?					
08	¿Sabe qué tipos de herramientas o actividades se desarrollaría?					
09	¿Ha escuchado sobre el control de flora y fauna?					
N°	Variable Independiente: Pasivos Ambientales Mineros					
<b>Componentes de Mina</b>						
10	¿Conoce usted que son estos tipos de estructuras?					
11	¿Cómo considera el estado actual de este tipo de estructuras?					
12	¿Sabe usted qué tipo de efectos tiene sobre el medio ambiente?					
<b>Componente de Beneficio</b>						
13	¿Conoce usted que estructuras están asociadas a estos términos?					
14	¿Considera que estos componentes generan un impacto significativo?					
15	¿Sabe usted cuales fue su rol sobre la actividad de procesamiento de mineral?					
<b>Componentes Auxiliares</b>						
16	¿Conoce usted que estructuras conforman este grupo?					
17	¿Considera que estas infraestructuras son perjudiciales?					
18	¿Qué tan importante cree que sea su funcionamiento actual?					

Fuente: Elaboración propia.

**Hoja de identificación de pasivos ambientales.**

N°	Descripción	Pasivo Minero	
01	Se desarrollara una breve introducción de la zona afectada.	Coordenadas UTM – WGS 84 – 18S	
		Norte	Este
		Se Inserta Imagen.	
<b>Registro de pasivos sin información:</b> solo para los componentes observados que no precisan información suficiente.			
Se Inserta Imagen.		Se Inserta Imagen.	
Tipo de componente		Tipo de componente	

Fuente: Elaboración propia.

  
 \*\*\*\*\*  
**Ing. Gino B. ACUÑA AGUILAR**  
 CIP 212946  
 JEFE DE MEDIO AMBIENTE  
 UEA - BREAPAMPA



## **ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

### **I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador:** Gino Acuña Aguilar
- 1.2. Cargo e institución donde labora:** Jefe de Medio Ambiente, Minera SAMI
- 1.3. Especialidad del validador:** Ingeniero Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento:** Tabla de Cuestionario y Hoja de Identificación de pasivos ambientales.
- 1.5. Título de la investigación:**  
 “Plan De Rehabilitación Ambiental De Los Pasivos Ambientales Mineros De La Ex. Unidad Minera San Genaro – Castrovirreyna, Huancavelica 2020.”
- 1.6. Autor del instrumento:** Gian Darly Rubiños Perez.

### **II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

<b>CRITERIOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>Deficiente 00-20%</b>	<b>Regular 21-40%</b>	<b>Buena 41-60%</b>	<b>Muy buena 61-80%</b>	<b>Excelente 81-100%</b>
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					x
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					x
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					x
4. Organización	Existe una organización lógica.					x
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					x
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					x
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					x
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					x
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					x
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					x
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						x




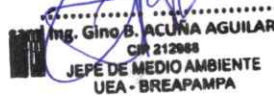
### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 88%

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 16 de diciembre de 2020

Ing. Gino B. ACUÑA AGUILAR  
C.R. 212068  
JEFE DE MEDIO AMBIENTE  
UEA - BREA PAMPA

---

Ing. Gino B. Acuña Aguilar

DNI N°: 46499185

Teléfono N° 969654269



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, RUBIÑOS PEREZ GIAN DARLY estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: Rehabilitación Ambiental De Los Pasivos Ambientales Mineros De La Ex. Unidad Minera San Genaro – Castrovirreyña, Huancavelica 2020., es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
RUBIÑOS PEREZ GIAN DARLY DNI: 47629070 ORCID 0000-0003-1930-0284	

Código documento Trilce: INV - 0155022