

CAPÍTULO 14

PLAN DE CIERRE Y ABANDONO

CONTENIDO

14	PLAN DE CIERRE Y ABANDONO	14-4
14.1	OBJETIVOS.....	14-5
14.2	ENFOQUE 14-6	
14.3	CRITERIOS	14-7
14.3.1	Criterios Generales.....	14-7
14.3.2	Criterios de Seguridad y Ambiente	14-8
14.4	PLAN DE CIERRE	14-11
14.4.1	Plan de Cierre Progresivo.....	14-12
14.4.1.1	Gestión Social Empresarial	14-13
14.4.1.2	Gestión Operacional.....	14-13
14.4.1.3	Suelo	14-13
14.4.1.4	Aguas Superficiales.....	14-14
14.4.1.5	Aguas Residuales Domésticas.....	14-16
14.4.1.6	Aguas Residuales Industriales	14-16
14.4.1.7	Manejo Integral de Residuos Sólidos, Residuos Especiales y Residuos Peligrosos.....	14-19
14.4.1.8	Manejo de Botaderos de Estériles, Escombros y Acopios de Suelo.	14-20
14.4.1.9	Manejo de Aguas Residuales Industriales	14-20
14.4.1.10	Flora	14-22
14.4.1.11	Fauna	14-22
14.4.2	Plan de Cierre Temporal.....	14-23
14.4.2.1	Gestión Social Empresarial	14-24
14.4.2.2	Gestión Operacional.....	14-25
14.4.2.3	Suelo	14-25
14.4.2.4	Aguas Superficiales.....	14-26
14.4.2.5	Aguas Residuales Domésticas.....	14-26
14.4.2.6	Aguas Residuales Industriales	14-27
14.4.2.7	Manejo Integral de Residuos Sólidos, Residuos Especiales y Residuos Peligrosos.....	14-27
14.4.2.8	Manejo del Aire, Emisiones de Material Particulado y Gases	14-27
14.4.2.9	Flora	14-28

14.4.2.10 Fauna	14-28
14.4.3 Plan de Cierre Final- Inicial	14-28
14.4.3.1 Gestión Social Empresarial	14-28
14.4.3.2 Gestión Operacional.....	14-29
14.4.3.3 Suelo	14-30
14.4.3.4 Aguas Superficiales.....	14-32
14.4.3.5 Aguas Subterráneas.....	14-32
14.4.3.6 Aguas Residuales Domésticas.....	14-33
14.4.3.7 Aguas Residuales Industriales	14-33
14.4.3.8 Manejo Integral de Residuos Sólidos, Residuos Especiales y Residuos Peligrosos.....	14-34
14.4.3.9 Manejo al Sitio de Disposición de Estériles	14-34
14.4.3.10 Flora	14-34
14.5 MANTENIMIENTO Y MONITOREO POST-CIERRE	14-36
14.6 USO FUTURO DEL SUELO	14-37
14.6.1 Uso Forestal.....	14-37
14.7 CRONOGRAMA	14-38
14.8 PRESUPUESTO	14-39

LISTA DE TABLAS

Tabla 14-1.Relación entre actividades mineras, actividades ambientales y del plan de cierre	14-9
Tabla 14-2. Componentes de la evaluación de las medidas de restauración y rehabilitación realizadas en el Plan de Cierre Soto Norte.	14-36

14 PLAN DE CIERRE Y ABANDONO

MINESA explotará los recursos de oro, plata y cobre evaluados en el depósito del área del Contrato de Concesión No. 0095-68, localizado en el municipio de California, departamento de Santander, Colombia.

El plan de cierre se ha desarrollado a nivel conceptual y se actualizará periódicamente a lo largo de la vida útil de la mina, con el fin de ajustarlo de acuerdo, al conocimiento que se va adquiriendo del yacimiento, los avances de cada etapa minera, la valoración de sus resultados y las nuevas regulaciones o requerimientos que surjan por parte de las autoridades mineras y ambientales.

Las posibles causas que llevan a determinar el cierre de una mina son:

- Agotamiento de reservas económicas.
- Baja en la demanda o en los precios del mineral.
- Dificultades financieras.
- Problemas geotécnicos o hidrológicos graves.
- Conflictos laborales.
- Conflictos de origen político (guerra, incautaciones, otros).
- Cambios en la legislación.
- Restricciones ambientales.

En este capítulo MINESA, presenta la estrategia de cierre para el proyecto El Soto Norte con el objetivo de definir los alcances y planificación de las medidas de cierre durante el ciclo de vida de la explotación minera. Esta estrategia se plantea con una visión global del proyecto, donde se establecen las bases y criterios para identificar los peligros y efectos adversos sobre la salud, seguridad de personas y componentes del ambiente asociados al cierre de la mina y así, poder definir las acciones para prevenirlos, minimizarlos y controlarlos, una vez terminen las operaciones mineras.

Por tanto, el Plan de Cierre del Proyecto Soto Norte prevé evitar que se den efectos como: desestabilización de labores superficiales y/o subterráneas, erosión en depósitos o acopios de desechos sólidos, alteración o perturbación a sistemas de drenaje superficiales o subterráneos, generación de drenajes ácidos con metales pesados, afectación de aguas y/o la atmósfera, incremento de procesos erosivos de tipo pluvial y morfodinámicos (movimientos en masa, deslizamientos) o afectaciones al componente biótico bien sean ecosistemas terrestres o acuáticos, además de que se debe proponer el desarrollo de una economía local y regional que compense el desempleo que se genera en la zona de influencia del proyecto al iniciarse el plan de cierre definitivo de la

mina, así como una estrategia para conservar los valores sociales y familiares preexistentes al proyecto en esta zona.

Es así como el plan de cierre de la mina debe incluir temas relevantes como son: la rehabilitación de tierras, manejo de aguas, desmantelamiento de instalaciones, aspectos de seguridad, gestión social, los usos futuros de las tierras que fueron intervenidas y las provisiones financieras para asegurar la ejecución y sostenibilidad socio ambiental del plan.

Durante el proceso del plan de cierre deben estar involucrados de forma activa la compañía, la comunidad y el estado, quienes deben trabajar de la mano para realizar el seguimiento a cada una de las actividades encaminadas a prevenir, minimizar y controlar los efectos que se generen durante y después de la explotación minera.

14.1 OBJETIVOS

- Prevenir, minimizar y controlar los riesgos y efectos negativos que se presentarán con posterioridad al cese de las operaciones de extracción bajo tierra y actividades en superficie sobre la salud, la seguridad de las personas y sobre el ambiente.
- Asegurar el cierre y la estabilización de labores subterráneas y en superficie.
- Identificar y definir las actividades específicas de cierre que serán implementadas durante los periodos de operación, cierre y post - cierre de la mina.
- Lograr los objetivos ambientales del plan de manejo ambiental a lo largo de la vida útil del proyecto, de manera que no seden o se minimicen los pasivos ambientales en el momento del cierre y el post cierre de la mina.
- Estabilizar los desechos sólidos mineros (estériles, lodos o colas, suelo y subsuelo) y las áreas utilizadas para depósitos de material estéril mediante la aplicación de medidas técnicas de estabilización física y química.
- Dejar todas las áreas utilizadas para el desarrollo del proyecto bajo condiciones seguras y estables ante eventos naturales significativos como vendavales, sismos de gran magnitud y otros eventos naturales (gestión del riesgo).
- Restaurar, hasta donde sea posible, la hidrología original o de no ser posible, estabilizarla.
- Controlar y manejar los efluentes ácidos de mina que tengan características físico químicas que puedan afectar los recursos naturales.
- Estimar la periodicidad, el tiempo requerido y los costos de los programas y actividades del plan de cierre.
- Definir y elaborar los programas de manejo ambiental post cierre para cada componente.

- Evitar posibles accidentes por el ingreso de personas a las instalaciones remanentes.
- Evitar efectos socio económicos negativos sobre los trabajadores y las comunidades de las áreas de influencia del proyecto.
- Establecer las medidas necesarias de control y seguimiento al plan de cierre minero.
- Asegurar el cumplimiento de las condiciones de abandono y cierre requeridas por las autoridades mineras y ambientales.

14.2 ENFOQUE

El concepto de ciclo de vida es utilizado en la evaluación de los aspectos e impactos ambientales de un producto, desde su manufactura a su disposición o reciclaje al final de su vida útil. Análogamente, se puede aplicar al análisis de los costos y beneficios ambientales de un proyecto minero, desde su etapa de exploración hasta la de su post-cierre¹.

El concepto de ciclo de vida de un producto es útil en la evaluación de aspectos e impactos ambientales derivados tanto de la obtención de un producto en particular como de un proyecto de desarrollo en general. Este enfoque permite realizar desde, el análisis de los costos y beneficios de un proyecto hasta, la valoración económica y ambiental de estos.

En la planeación de un proyecto este enfoque permite obtener una visión global del proyecto útil en la toma de decisiones que consideran los costos, beneficios y riesgos económicos y ambientales que ellas implican. A su vez las decisiones que se planteen pueden ser evaluadas en términos de su adecuación a los problemas, alternativas consideradas, consecuencias, pros y contras, incertidumbres involucradas, riesgos aceptados y relación consistente con otras decisiones² (Oyarzún, 2008).

Dentro de los principales aspectos a considerar en el momento de tomar decisiones para el plan de cierre minero, Oyarzún³ señala los siguientes aspectos:

- Base de conocimientos disponibles del ciclo de vida de la mina.
- Costos implicados en las etapas del ciclo de vida.
- Tecnologías de protección ambiental disponibles.
- Participación de la comunidad.
- Políticas y decisiones.

¹ Van Zylet *al*, 3: 217-273

² Jorge Oyarzún Muñoz. Planes de cierre. Curso Resumido. Proyecto CAMINAR-Com. Europea (CAZALAC-ULS-CEAZA). Universidad de La Serena (Chile). Junio 2008. En: http://www.cazalac.org/documentos/caminar/curso_planesdecierre.

³Idem

El análisis del flujo de caja es de gran importancia en el diseño del plan de cierre minero, pues se tiene que durante las etapas de pre-producción y cierre, éste será negativo, por lo que se debe prever obtener recursos para su ejecución en la etapa de producción de la mina.

Siendo el enfoque del proceso de elaboración del plan de cierre minero una aproximación basada en la evaluación de los riesgos, dicha evaluación debe considerar y analizar con detenimiento los siguientes aspectos:

- Usos posteriores de los suelos del área de influencia del proyecto.
- Caracterización de los materiales y sustancias, consumidas y producidas por los diferentes procesos del proyecto.
- Costos de rediseño del paisaje.
- Expectativas de la comunidad y autoridades.
- Riesgos de una falla en la rehabilitación.

La inclusión del manejo de los efectos sobre los componentes socioeconómicos del cierre del proyecto minero se debe considerar desde las etapas tempranas del proyecto; desde las cuales se deberán crear estrategias a desarrollar que lleven al logro de estos objetivos:

- Desarrollo de actividades económicas complementarias en el área de influencia del proyecto durante su vida útil.
- Consolidación de una comunidad activa y autosuficiente con una economía diversificada capaz de adaptarse al cierre de la mina.

14.3 CRITERIOS

Con el fin de determinar el alcance de las acciones de cierre de las instalaciones mineras aplicables en cualquier momento de un determinado plan de cierre, se establecen, dos categorías de criterios: generales y de seguridad y ambiente, los cuales se describen a continuación:

14.3.1 Criterios Generales

Para la planificación de las actividades de cierre se tuvieron en cuenta los siguientes criterios generales:

- Cumplir con la normatividad vigente relacionada con aspectos de seguridad, ambiental, social y minera.

- Las acciones de cierre se diseñarán acorde a los potenciales riesgos identificados durante el planeamiento y ejecución del proyecto.
- Generar un uso final de las instalaciones de acuerdo a las necesidades locales de las autoridades municipales y de las comunidades existentes en el entorno.
- En lo posible, las soluciones de cierre planteadas no deberán requerir actividades de mantenimiento u operación post-cierre, pero a la vez, el abandono del área se hará sin riesgos para terceros y el medio ambiente.
- Planear las acciones de cierre de tal forma que las actividades de monitoreo y seguimiento no se extiendan por un plazo de tiempo muy largo.

14.3.2 Criterios de Seguridad y Ambiente

- Para la planificación de las actividades de cierre se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de seguridad y ambiente:
- Para todos los trabajadores que participarán en las actividades de cierre se aplicará lo establecido en el programa de salud ocupacional desarrollado para esta etapa. Incluye la matriz de peligro, análisis de peligros previo inicio de cada labor, señalización, utilización de EPP adecuados y propios para la labor.
- Con el fin de prevenir incidentes y/o accidentes para las áreas evaluadas como riesgosas, se diseñarán cierres efectivos de entradas, caminos y otros accesos identificados.
- Los usos potenciales del suelo quedarán con condiciones seguras para la salud y seguridad de las personas.
- Las vías que se dejen operativas durante el plan de cierre, cumplirán los estándares de seguridad para el tránsito de personas.
- Las vías no pavimentadas y que no requieran su utilización post-cierre o no sean requeridas por las autoridades territoriales o locales para su uso, se eliminarán con acciones de perfilado, manejo de erosión y drenajes, y luego se aplicará el plan de revegetalización.
- Se colocará señalización visible y clara con letreros de advertencia indicando los peligros a los que se exponen las personas que acceden al lugar o al área de influencia mientras se aplica el plan de cierre.
- Los taludes de los botaderos y presas deberán resistir eventos sísmicos y eventos hidrológicos de importancia.
- Todas las acciones de cierre que se implementen serán ambientalmente sostenibles.
- Evitar la afectación de los recursos agua y suelo durante la ejecución de las obras de cierre.

- Tratar en lo máximo posible, de acuerdo a la tecnología disponible al momento del cierre definitivo, de reutilizar el material de demolición.
- Evitar la contaminación del material de demolición con sustancias químicas. El material contaminado con sustancias o residuos peligrosos se almacenarán con los residuos peligrosos del proyecto y se entregarán a contratistas autorizados por la autoridad ambiental competente para su disposición final en rellenos de seguridad autorizados.
- Las zonas intervenidas, se adecuarán y se configurarán de manera armónica con el paisaje y el entorno.
- Condiciones del agua superficial y subterránea locales incluyendo calidad, cantidad y usos futuros.
- Balance hídrico incluyendo precipitación, agua superficial y subterránea a través del proyecto y material de desecho.

En la Tabla 14-1 se relacionan las actividades mineras de las diferentes etapas del proyecto minero y las actividades del Plan de Manejo Ambiental (PMA) que están relacionadas con el plan de cierre de la mina en cualquiera de sus fases.

Tabla 14-1. Relación entre actividades mineras, actividades ambientales y del plan de cierre

Etapas	Actividad Minera	Actividad del PMA relacionada con el plan de cierre
Construcción y montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Explanaciones – movimientos de tierra • Apertura de vía y accesos • Construcción de infraestructura y montajes • Excavación de túneles de acceso y rampas, pozos de ventilación (de servicio y ventilación) • Excavación y construcción de galería de drenaje de las minas • Obras de protección (diques, drenajes otros) 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y/o conformación de acopios temporales de suelo • Control de erosión y pérdida de suelo. • Revegetalización de áreas intervenidas con suelos expuestos. • Construcción de obras de contención de represa para suministro de agua, botaderos de estériles y presas de relaves (colas). • Construcción de obras de disipación y sedimentación de galería de drenaje para aguas de bombeo minero o drenaje minero. • Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (ARD). • Construcción de sistemas de drenaje de aguas de escorrentía (Canales, zanjas, dispersores, entre otros) y lluvias de infraestructura física (vías, construcciones, montajes, etc.). • Construcción de sistemas de manejo y tratamiento de aguas residuales industriales (lixiviados). • Construcción de sistemas de manejo y tratamiento de aguas industriales (ARI); efluentes de planta de beneficio, talleres, estaciones de suministro de combustibles y lubricantes, laboratorios y presas de relaves y escombros. • Construcción de sistemas de manejo y tratamiento de aguas de bombeo minero. • Recolección y clasificación de material de construcción sobrante y disposición final adecuada en escombreras autorizadas.

Etapa	Actividad Minera	Actividad del PMA relacionada con el plan de cierre
Explotación	<ul style="list-style-type: none"> • Operación: arranque, cargue, transporte del mineral y beneficio del mineral, • Plan de contingencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo, monitoreo y seguimiento a manejo de aguas superficiales (lluvias y de escorrentía) y red hídrica natural y artificial (presa de suministro). • Manejo, monitoreo y seguimiento a manejo de aguas subterráneas. • Manejo, monitoreo y seguimiento a manejo de aguas residuales domésticas e industriales. • Manejo, Monitoreo y seguimiento a manejo de desagüe (bombeo) minero. • Manejo, monitoreo y seguimiento a procesos erosivos y estabilidad de taludes (vías, construcciones y montajes mineros, botaderos de estéril, presas de relaves, botaderos de suelos y subsuelo, otros). • Manejo, monitoreo y seguimiento a estabilidad geotécnica en el área de influencia directa del proyecto. • Manejo, monitoreo y seguimiento a botaderos de estériles y sus efluentes. • Manejo, monitoreo y seguimiento a tratamiento y disposición final de residuos (sedimentos) de sistema de drenaje de aguas superficiales (lluvias y escorrentía). • Separación, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y residuos peligrosos. • Restauración geomorfológica, paisajística y forestal por etapas. • Monitoreo y seguimiento a proyectos de gestión socio ambiental, de inversión de regalías y programas de apoyo interinstitucionales, con el personal de la empresa y las comunidades del área de influencia del proyecto. • Monitoreo y seguimiento a manejo y almacenamiento temporal de insumos químicos, sustancias peligrosas, combustibles, aceites y grasas, residuos peligrosos. • Monitoreo y seguimiento a la estabilidad geotécnica de obras subterráneas y superficiales.
Cierre y abandono	<ul style="list-style-type: none"> • Desmantelamiento de instalaciones, demoliciones de construcciones • Cierre 	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración morfológica y de suelos en áreas abandonadas • Reforestación y revegetalización final de áreas restauradas • Señalización de áreas abandonadas. • Estabilización física y química de aguas residuales. • Control, mitigación y compensación en áreas afectadas por erosión y fenómenos de remoción en masa. • Disposición final de sedimentos de plantas de tratamiento de aguas y tanques de sedimentación. • Restauración geomorfológica, paisajística y forestal del área intervenida, implementación del uso final del suelo planeado. • Restauración morfológica, revegetalización, cerramiento y señalización de áreas de acceso a obras subterráneas. • Retiro de insumos químicos. • Disposición final de residuos peligrosos. • Abandono de instalaciones y retiro de maquinaria y equipos. • Información e intervención con grupos sociales afectados (trabajadores, contratistas y sus familias). • Señalización y cerramiento definitivo de trabajos mineros, zonas de almacenamiento de estériles, colas y escombros.
Post cierre		<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento y monitoreo a el avance de los procesos de revegetalización y reforestación de zonas recuperadas. • Mantenimiento y monitoreo de estabilidad geotécnica y subsidencia. • Monitoreo social.

Etapa	Actividad Minera	Actividad del PMA relacionada con el plan de cierre
		<ul style="list-style-type: none">· Monitoreo al sistema de estabilización físico-química de las aguas superficiales y subterránea.· Monitoreo a fauna y hábitats terrestres y acuáticos.· Monitoreo y seguimiento a programas de plan de cierre final (uso de suelo implementado).

14.4 PLAN DE CIERRE

El proyecto Soto Norte, contempla tener dentro del plan general de cierre varios planes, así:

- Plan de cierre Inicial teniendo como base el (PTO) del proyecto se proyectan y analizan las características finales de las áreas que serán intervenidas y con esta proyección se construye el plan de cierre inicial, el cual tendrá modificaciones de acuerdo al desarrollo de las actividades de explotación, el cierre inicial integrará de forma general como se rehabilitará los diferentes componentes biótico, abiótico y entorno social.
- Un plan de cierre progresivo que le permitirá hacer el cierre de áreas y el abandono de instalaciones a medida que se den por terminadas las actividades o explotación de los frentes a lo largo de la ejecución de todas sus etapas;
- Un plan de cierre temporal en caso de que se presente alguna circunstancia fortuita que obligue a la empresa a suspender las labores por periodos de tiempo relativamente cortos;
- Un plan de cierre final – *propuesta inicial*, el cual se irá complementando o transformando en la medida que el proyecto avance y las condiciones naturales, sociales o mineras y la tecnología aplicable cambien.

En la medida que se acerque el momento del cierre definitivo de la mina se tendrá el *plan de cierre final* detallado con diseños, cronograma y presupuesto para ser concertado con las autoridades ambientales, mineras, locales y las comunidades cercanas al proyecto.

Este documento presenta el *plan de cierre inicial* el cual será actualizado periódicamente según lo dispongan la autoridad minera y la autoridad ambiental, para ello se presentarán informes de actualización, que incluirán los avances del plan de cierre progresivo.

El plan de cierre incluye un programa de mantenimiento y monitoreo post – cierre; el cual también se actualizará, complementará o adaptará a medida que el avance del proyecto permita mejorar las propuestas iniciales, teniendo en cuenta los avances tecnológicos aplicables y disponibles, los resultados de los programas de seguimiento y monitoreo y la evaluación de los resultados de todas estas herramientas.

Para la elaboración del plan de cierre inicial y su transformación en el plan de cierre final, permanentemente se incorporará la evaluación de la información técnica que se recopile durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas.

El proceso de retroalimentación y mejoramiento de las propuestas del plan de cierre deberá, por tanto, realizarse durante todo el ciclo de vida productivo de la mina.

14.4.1 Plan de Cierre Progresivo

El plan de cierre progresivo contempla un conjunto de actividades relacionadas con el cierre de las áreas y/o instalaciones que se dan por finalizadas en cualquiera de las etapas del ciclo minero u operaciones mineras. Estas actividades, en la medida que son implementadas, minimizarán la cantidad de esfuerzos y recursos que sería necesario invertir en la etapa de cierre final y permitirán un cierre de mina más eficiente, rápido, económico y seguro, pues a medida que se van dando los cierres o desmantelamientos de infraestructuras, instalaciones mineras o áreas intervenidas, éstas se dejarán recuperadas y los impactos ambientales que generaron, serán, efectivamente controlados, minimizados o compensados en mayor grado.

El plan de cierre progresivo facilitará la aplicación de un plan de cierre temporal, en caso de presentarse y de un plan de cierre final, que garantizará:

- No contar con pasivos ambientales activos en el área del proyecto en el momento de iniciar el cierre final.
- Todos los PMA y PMS estarán al día y con los resultados del seguimiento para cumplir las metas en cuanto al manejo de impactos ambientales, relaciones con la comunidad, compromisos ante la autoridad ambiental y los ajustes con base en los resultados obtenidos.
- Se tendrá un sistema de monitoreo y seguimiento de los programas que facilitará la continuidad de las actividades requeridas en la etapa de cierre y en la etapa de post cierre.

Los trabajadores, contratistas, gremios, comunidad e instituciones estarán informados con antelación sobre el inicio del proceso de cierre. A mediados del ciclo productivo del proyecto se dará inicio a la ejecución de programas de capacitación, proyectos productivos alternativos y de desarrollo que le permitirán a la región tener comunidades activas, capacitadas y emprendedoras.

El plan de cierre progresivo se renovará en la medida que también se actualice el plan minero y las actividades planificadas se irán implementando a medida que se cumpla la vida útil de un recurso o termina un ciclo productivo de una región o instalaciones tanto en superficie como bajo tierra.

A continuación, se enumeran las diferentes actividades que se ejecutarán a los recursos e instalaciones cuando se requiera implementar el plan de cierre progresivo.

14.4.1.1 Gestión Social Empresarial

- Información y comunicación a las comunidades, autoridades competentes, proveedores y personal de la empresa.
- Capacitación a la comunidad, trabajadores y contratistas, en educación ambiental, oficios, competencias y otros, que se propongan, concerten y acuerden.
- Fortalecimiento institucional, inversión y gestión realizada en proyectos de desarrollo, proyectos productivos, programas de seguridad alimentaria, interacción con entidades estatales, educativas, privadas, organizaciones sociales o gremiales para la realización de convenios, inversión en proyectos o programas alternativos para el desarrollo comunitario.

14.4.1.2 Gestión Operacional

- Retrolleado de los bloques de minerales explotados, de manera paulatina de acuerdo al desarrollo del planeamiento minero, seguimiento y monitoreo de partes del proceso que puedan generar riesgos para la seguridad de los trabajadores y de las mismas operaciones mineras por explosiones, acumulación de gases, inestabilidad geotécnica, entre otros.
- Para todo cierre de área o instalaciones se elaborará un procedimiento por escrito, en el cual se describirán las actividades, técnicas a aplicar, equipos y herramientas a utilizar, recursos necesarios, responsables, análisis de los peligros y medidas para minimizarlos y controlarlos, EPP requeridos, análisis de los impactos ambientales que se pueden generar y medidas para prevenirlos, controlarlos o minimizarlos y planes de manejo a implementar.
- Las áreas clausuradas se codificarán y señalizarán anualmente; se actualizarán los planos destinados para este fin.

14.4.1.3 Suelo

El suelo es uno de los elementos que presenta mayor dificultad para su recuperación, debido a la gran pérdida de los materiales fino granulares y la materia orgánica que existe en las capas superficiales de los suelos, además de la pérdida de nutrientes. En este sentido las medidas de mitigación en este componente serán contempladas durante la extracción y una vez esta actividad haya terminado.

Las áreas ocupadas por obras o infraestructuras que se desmantelen totalmente se integrarán al paisaje del entorno, implementando los programas de revegetalización que se incluyen en el plan de restauración geomorfológica, paisajística y forestal (capítulo 10)

y los respectivos programas del Plan de Manejo Ambiental que se desarrollan en detalle en el E.I.A del proyecto.

Impactos Potenciales y Medidas de Mitigación y Rehabilitación de Suelos

A) Impacto por pérdida de suelo: En primer lugar, la medida que se puede aplicar para mitigar la pérdida de suelo es la restauración y revegetalización, haciendo uso de todos los materiales orgánicos removidos que fueron almacenados de manera adecuada minimizando la pérdida de sus propiedades. Durante las actividades a realizar en el transcurso del proyecto, se implementarán procesos de rehabilitación a través de la conformación, nivelación y revegetalización con vegetación nativa.

Además, se realizarán procesos de rehabilitación temporal y final, de modo que las áreas usadas para el aprovechamiento minero sean restauradas y revegetalizadas durante las operaciones y cuando estas culminen para recuperar en lo posible las características topográficas y de cobertura originales.

B) Impacto por erosión del suelo: Con el objeto de aplicar medidas preventivas se implementarán métodos para el control de erosión de suelos por medio de técnicas para la estabilización de taludes como el manejo de pendientes leves, ondulaciones en el terreno, construcción de zanjas de coronación y sistemas de manejo de drenajes y escorrentía.

C) Impacto por compactación de suelos: Se ejecutarán medidas de mitigación para evitar la compactación del suelo realizando metodologías como la escarificación del suelo almacenado o restaurado y la siembra de plántulas que permitan una revegetalización rápida.

D) Impacto sobre la calidad del suelo: La reducción de la calidad del suelo se genera principalmente por fallas en el manejo adecuado de residuos; para evitar este tipo de afectación al suelo se realizará un mayor control de derrames de combustibles y buena disposición de residuos durante las actividades del proyecto. En caso de vertimiento accidental de combustibles se aplicará un plan de contingencia para la limpieza o remoción del suelo contaminado para su disposición en lugares seguros.

14.4.1.4 Aguas Superficiales

Con el propósito de contribuir a la mitigación y control de los impactos generados durante y después de las actividades del proyecto Soto Norte de MINESA, se realizarán las siguientes medidas:

- Mejorar la calidad de los efluentes mineros, antes de ser vertidos a las fuentes hídricas mediante la aplicación de tratamientos que mantengan los parámetros físico-químicos dentro de los rangos establecidos por la norma y evitar la llegada de los

residuos sólidos a través de la aplicación de sistemas de tratamientos de aguas residuales, aguas industriales, drenajes de mina, entre otros.

- Realizar un inventario al 100% de las especies florísticas presentes en la ronda de las fuentes hídricas, con el fin de identificar las especies presentes en el área y determinar con cuales se revegetalizará durante y después del aprovechamiento minero.
- Evitar la llegada de sedimentos a los cauces de las fuentes hídricas, durante los procesos de remoción y disposición de grandes volúmenes de tierra. Estos deben ser dispuestos de manera que no interrumpen los drenajes naturales y no sean arrastrados por aguas de escorrentía superficiales.
- Evitar cortes perpendiculares, especialmente cerca de cauces naturales, ya que estos facilitarán erosiones y desprendimiento de grandes volúmenes de tierra, que podrían obstaculizar el paso del agua y aportar sedimentos.
- Realizar siembras periódicas con especies nativas como, durante y después de las operaciones mineras en las riberas de las fuentes hídricas, con el fin de disminuir los riesgos de proceso erosivos, ayudar a regular la temperatura del agua, retener humedad, brindar refugios a los animales y mejorar la disponibilidad de alimento.
- Inventario de las fuentes que se encuentren dentro del área del proyecto, incluidos los afloramientos de agua.
- Durante el proyecto se deben tomar medidas para corregir la escasez de agua durante los periodos de verano, en donde se llevará el agua lluvia conducida hacia balsas o diques para almacenamiento y uso del proyecto.
- Las aguas que confluyan directamente a un río o a una cuenca, deberán ser provistas de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos. Los drenajes deben conducirse siguiendo la menor pendiente hacia cursos naturales protegidos.
- Se construirán obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, como estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión.
- En zonas donde se presenten aguas subterráneas o suelos que presenten roca susceptible a procesos de erosión y degradación o se encuentra suelta, es conveniente la implementación de métodos de drenaje de tipo superficial o subterráneo, que mejoren de manera sustancial la estabilidad del talud.
- El concesionario minero debe tomar las medidas necesarias para garantizar que el cemento, limos, arcillas o concreto fresco, no tengan como receptor final los lechos o cursos de agua.
- Mantenimiento (limpieza, reparación o reconstrucción) de las obras de los sistemas de drenaje de aguas lluvias y de escorrentía como son cunetas, canales, filtros, galería de conducción, cajas colectoras y obras de protección asociadas (muros de contención, disipadores de energía, entre otras).

- Construcción, implementación y mantenimiento de obras y actividades para el manejo de cuerpos de agua en las áreas de influencia directa afectadas por el proyecto, esto es, de la subcuenca del río Vetas y sus afluentes, quebrada La Baja y sus afluentes, quebradas Caneyes, el Curo y Bochalema.
- Monitoreo de calidad de aguas subterráneas, durante la etapa de explotación y del cierre progresivo, para determinar su calidad y monitorear la estabilidad química de las mismas y el cumplimiento de las normas de calidad de vertimientos.
- Monitoreo de calidad e aguas superficiales para hacer control sobre los vertimientos que se generen durante y al finalizar el proyecto.

-

14.4.1.5 Aguas Residuales Domésticas

En la actividad minera también se generan efluentes domésticos (aguas servidas) que, al llegar a las fuentes receptoras, alteran la calidad del agua y los procesos que allí tienen lugar. Estos provienen de las actividades realizadas en los campamentos y deben contar con la aplicación de medidas de manejo orientadas a la reducción de la llegada de cargas contaminantes a las fuentes receptoras.

- Durante la etapa de explotación se dispondrá de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) para los campamentos, casino y para servicios sanitarios de la planta de beneficio de minerales. Estas aguas una vez tratadas serán vertidas a las fuentes superficiales cercanas cumpliendo con los límites permisibles establecidos en los respectivos permisos de vertimientos.
- Mantenimiento periódico, en cuanto a revisión de niveles de lodos o natas, limpieza y monitoreo de calidad (físico químico) para poder monitorear su eficacia de remoción real.
- Los lodos serán removidos periódicamente y dispuestos adecuadamente, generando abonos orgánicos por medio del compostaje, estos abonos serán usados para el enriquecimiento de suelos para la restauración de áreas descubiertas.
- En el interior de la mina se dispondrá de baños móviles cuyo servicio se contratará con una empresa autorizada la cual se encargará su mantenimiento y de la recolección de los residuos dentro de la mina, así como de su transporte disposición final en sitios autorizados por la autoridad ambiental competente.

14.4.1.6 Aguas Residuales Industriales

Para el diseño de sistemas de tratamientos de aguas residuales industriales se tendrá en cuenta las características de los efluentes. Se construirán sedimentadores, desarenadores, entre otros para minimizar el vertimiento; además de sistemas de recirculación con el fin de reducir el consumo del recurso hídrico.

Las principales fuentes potenciales de generación de las aguas residuales en la industria minero-metalúrgica son⁴:

- Aguas de minas.
- Drenajes ácidos de minas.
- Relaves: efluentes metalúrgicos de plantas de beneficio o concentradoras.
- Drenaje ácido de colas
- Aguas residuales de plantas concentradoras, fundición y refinería.
- Aguas con potencial ácido de botaderos de estériles.

Las aguas residuales industriales en el Proyecto Soto Norte se generarán en diferentes instalaciones y montajes mineros, como son:

- Planta de beneficio de minerales.
- Presas de relaves.
- Botaderos de estériles.
- Talleres de mantenimiento.
- Estaciones de suministro de combustibles para vehículos y equipos.
- Laboratorio.
- Almacén de lubricación y llantas.
- Tanque de almacenamiento de diésel.
- Estaciones de abastecimiento de combustibles para camiones en bocamina.

El manejo de aguas residuales industriales que tengan contacto con derivados de hidrocarburos o lubricantes, contará con trampas de grasas, que cumplan con los requisitos del plan de contingencias y plan de emergencias.

Se realizará un manejo preventivo de los residuos líquidos especiales. Específicamente se construirán trampas de grasas para el manejo de las ARI (aguas residuales industriales) de áreas tales como: taller de mantenimiento, estación de suministro de combustibles de vehículos, almacén de lubricantes y llantas, tanque de almacenamiento de diésel y estación de abastecimiento de camiones en bocamina. Además, debe tenerse en cuenta los periodos de almacenamiento, transporte, señalización e identificación de los residuos líquidos especiales con el fin de evitar que las aguas residuales presenten alta carga de este tipo de residuos.

Se realizará el mantenimiento de sumideros y canales de desagüe en el interior de la mina, los cuales contarán con trampas de grasas y sedimentadores en los sectores donde se requieran. A estas se les hará mantenimiento permanente.

Las aguas subterráneas que se infiltren al interior de la mina y que requieren ser drenadas, serán recolectadas y manejadas de manera independiente de las aguas

⁴<http://www.monografias.com/trabajos91/tratamiento-aguas-industria-minero-metalurgica/tratamiento-aguas-industria-minero-metalurgica.shtml>. noviembre 8 de 2012.p.1

residuales mineras o industriales en el interior de la mina, con el fin de evitar su contaminación. De este modo las aguas subterráneas que drenen en el interior de la mina serán evacuadas o drenadas mediante bombeo o por gravedad a lo largo de la galería de drenaje. Estas aguas serán tratadas en superficie mediante un tratamiento de neutralización física y química, el cual se contempla en el Plan de Manejo Ambiental y el Programa de Seguimiento y Monitoreo del E.I.A.; este tratamiento se implementará desde la etapa de pre producción o desarrollo hasta el plan de cierre y post cierre.

Las aguas residuales industriales que se generen en el interior de la mina serán llevadas a superficie y allí serán tratadas en plantas de tratamiento que contarán con trampas de grasas, sedimentación, floculación y procesos de neutralización química.

También es de esperarse que se generen aguas ácidas en los botaderos de estériles y en las presas de relaves (colas). Para ello se han realizado análisis geoquímicos de la primera fase.

Los depósitos de estériles ricos en pirita y los acopios de minerales sulfurados, presentan potencialidad para la generación de drenaje ácido por su elevada permeabilidad, así como por el incremento de superficie que implica el hecho de que la roca se encuentre formando bloques facilitando la acidificación de las aguas que constituyen los efluentes de la mina.

Para la elaboración de este programa de manejo del plan de cierre progresivo se desarrolla un estudio de predicción del potencial químico de generación de drenajes ácidos, este contempla la evaluación del potencial hidrogeológico para el acceso y conducción de las soluciones y la predicción del contenido metálico del drenaje ácido y del efecto de su posterior neutralización.

La predicción realizada de los drenajes a generarse en botaderos de estériles permite definir el tipo de tratamiento químico que se aplicará a sus efluentes mineros ácidos.

Otra fuente importante de generación de ARI y drenajes ácido son las presas de relaves, estos se definen como el desecho mineral sólido de tamaño entre arena y limo, provenientes de los procesos de concentración y lixiviación, y son producidos, transportados y depositados en forma de lodos a través de una tubería, en forma de pulpa (mezcla de agua y sólidos), en concentraciones que van de 20 a 50% de sólidos en peso, después de recuperar algo del agua del proceso en los tanques espesadores.

En las presas de relaves, la pulpa es descargada desde la cresta del dique y conforme los sólidos se asientan, a partir de la pulpa descargada, se forma una playa de leve inclinación que se extiende desde el punto de descarga hasta la poza de decantación, donde el agua remanente de la pulpa o sobreflujo se acumula para ser vertida a un cuerpo receptor previo tratamiento o nuevamente bombeada para ser incorporada al circuito de la planta de beneficio de minerales.

Las colas están compuestas de:

- Sólidos suspendidos: Constituidos por la ganga y una muy pequeña cantidad de material valioso. Normalmente la parte sólida es roca molida, semejante a la arena, que no se disuelve en el agua, ni sus contenidos metálicos se transforman químicamente.
- Metales en solución, en pequeñas concentraciones, provenientes de la planta de beneficio.
- Reactivos usados en el proceso

El tamaño de las presas de relaves condiciona el tiempo de retención, para la sedimentación de las partículas finas (sólidos suspendidos).

La mayoría de los reactivos de flotación existen en formas no tóxicas para los humanos y la vida acuática. Generalmente se aplican en pequeñas concentraciones en las operaciones y estos reactivos orgánicos de flotación se descomponen rápidamente y son rara vez responsables de algún impacto ambiental serio⁵.

14.4.1.7 Manejo Integral de Residuos Sólidos, Residuos Especiales y Residuos Peligrosos

Para el manejo de los residuos sólidos generados durante el proyecto y el cierre del mismo, se recomienda la clasificación en residuos ordinarios, reciclables y especiales o peligrosos, con el fin de facilitar su manejo y disposición final. Los campamentos contarán con canecas de colores, rotuladas y distribuidas estratégicamente en todas las instalaciones que faciliten su clasificación desde los sitios de generación. Los residuos reciclables y peligrosos deberán ser entregados a empresas certificadas. Los orgánicos serán utilizados como alimento para preparación de abonos orgánicos por medio de lombricultura y compostaje

La construcción y fortalecimiento del PGIRS del proyecto minero requiere:

- Antes de iniciar la construcción de los campamentos, la empresa deberá coordinar los sitios o el tratamiento para la disposición final correspondiente para cada tipo de residuo.
- Por medio de un plan de Educación ambiental, se indicará al personal que laborará en el proyecto, la importancia del adecuado manejo de los residuos sólidos, con el fin de minimizar la producción de los mismos.
- Realizar una adecuada separación en la fuente de los residuos que se generen durante la ejecución del proyecto.
- Mantenimiento y manejo de sitios de almacenamiento temporal de residuos sólidos y peligrosos debidamente separados, almacenados y señalizados para su despacho.

⁵Ibid.p. 2.

- Disposición de residuos especiales (desechos de limpiezas de vegetación, madera, vegetación residual) en acopios predeterminados para ello.
- Despacho o entrega de residuos sólidos reciclables a empresas prestadoras de servicio de aseo local, cooperativas y recicladores locales.
- Disposición final de residuos sólidos orgánicos con la generación de abonos orgánicos por medio del compostaje y lombricultura, los cuales serán usados en los programas de revegetalización, hidrosiembras, reforestación, montaje de viveros, del plan de cierre minero y el plan de manejo ambiental.
- Despacho o entrega de residuos sólidos peligrosos a empresas prestadoras de servicio licenciadas para su transporte y disposición final.
- Los residuos sólidos peligrosos deben ser almacenados en recipientes especiales, con alta resistencia a la corrosión y ser impermeables.

14.4.1.8 Manejo de Botaderos de Estériles, Escombros y Acopios de Suelo.

Los botaderos de estériles, son aquellas áreas adecuadas para almacenar y manejar los materiales estériles provenientes de las excavaciones (rampas, niveles, subniveles y galerías).

En el proyecto también se acondicionan acopios temporales de materiales pétreos, estos son áreas adecuadas para el manejo y posterior uso de los materiales pétreos, para alimentar las plantas de clasificación y trituración para su uso en las obras y construcciones u otros requerimientos del proyecto en la etapa de preproducción.

Los acopios de suelo son aquellos que se conforman, adecuan y manejan para conservar las capas de suelo después del descapote de las áreas donde se instalarán las infraestructuras y obras, en ellas el suelo se acopia para su posterior uso en actividades de recuperación forestal, revegetalización, reforestación, todas incluidas en el Plan de Manejo Ambiental del E.I.A. del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, las actividades que se ejecutarán a los recursos e instalaciones cuando se requiera implementar el plan de cierre progresivo, relacionadas con los botaderos, depósitos y acopios antes definidos son:

- Restauración morfológica y forestal (revegetalización reforestación) de las áreas empleadas como botaderos estériles, acopios de pétreos o de suelo, en la medida que dejen de utilizarse.
- Revegetalización de acopios de suelo que vayan a ser empleados un año después o más, después de ser conformados.

14.4.1.9 Manejo de Aguas Residuales Industriales

Los impactos generados sobre el componente hídrico deben tener un control muy estricto y además se deben implementar medidas de mitigación. De ahí que el planteamiento de acciones que contribuyan a disminuir los impactos en el componente hídrico en la región,

deba estar orientado a minimizar el volumen y controlar las cargas de posibles contaminantes de los vertimientos

Con el fin de reducir la concentración vertida de sólidos, grasas y aceites, evitar los vertimientos de metales pesados y promover la reutilización del agua del proceso para disminuir tanto el consumo del recurso como la cantidad de vertimientos generados, para lo cual se propone la aplicación de procesos y tratamiento previo a las descargas sobre las fuentes hídricas naturales. Estos tratamientos incluyen procesos como: Desarenación, sedimentación, almacenamiento, aireación y recirculación del agua, entre otros.

Las medidas para el manejo de aguas residuales industriales están relacionadas con la racionalización del consumo del agua haciendo disminución de los caudales, remoción de contaminantes (metales disueltos) y la capacidad de asimilación de la corriente receptora.

Se identificarán las actividades y sitios que generen aguas residuales industriales, y se diseñarán sistemas de tratamiento adecuados. El diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales tendrá en cuenta las características de los efluentes, por medio de un análisis realizado por un laboratorio certificado.

Para minimizar el vertimiento, el diseño contemplará el reúso, la recirculación y la implementación de campañas de ahorro y uso eficiente del agua. Así mismo debe realizarse una ubicación apropiada para los lugares de vertimiento, identificando primero las captaciones que existan para consumo humano, para riego agrícola y pecuario. El control para los vertimientos líquidos industriales se hará con base en el control de las características físico-químicas de mayor importancia en la industria minera.

Dentro de los sistemas que se implementaran para el tratamiento de aguas residuales industriales se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Todas las aguas generadas durante el proceso minero y las de escorrentía, deben ser interceptadas y conducidas mediante canales (en tierra o recubiertos), al sistema de tratamiento de vertimientos implementado.
- Limpieza periódica, según diseño, de tanques de sedimentación y de neutralización de aguas residuales o efluentes de botaderos de estériles.
- Mantenimiento y monitoreo del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de la planta de beneficio.
- Mantenimiento, monitoreo y seguimiento de sistemas de tratamiento (neutralización, sedimentación) de aguas de drenaje de la mina.
- Se deben establecer zonas para el manejo de aceites y grasas, evitando sus derrames en el suelo y su integración a los vertimientos. Los envases que los contienen deben ser almacenados en un sitio con el piso cubierto para luego ser entregados a un dispositor certificado.

- Una vez el entable sea cerrado o culmine el proceso de explotación, las excavaciones para desarenación, sedimentación y almacenamiento de agua, deben ser clausuradas, para evitar que queden cuerpos de agua abandonados y sin manejo, los cuales pueden generar problemas ambientales y de salud posteriores. Esta clausura se debe realizar cumpliendo las recomendaciones de adecuación del suelo.

14.4.1.10 Flora

- Previo al inicio de la explotación se realizará un levantamiento topográfico al detalle en área de depósito de estériles y se tomará un registro fotográfico. Estos registros se guardarán y se utilizarán como referencia para cuando se inicie el plan de cierre en especial para el cálculo final de áreas a restaurar.
- La preparación del suelo aumentará la disponibilidad de agua para las plantas, mejorará la penetración de las raíces y promoverá el contacto entre las semillas plantadas y el suelo circundante. Al mismo tiempo que asegura la adecuada protección contra la erosión hídrica y eólica durante los primeros periodos de crecimiento de la cobertura vegetal.
- Manejo y restauración de la capa vegetal, mediante la revegetalización o recuperación de la cobertura vegetal en áreas descapotadas durante la intervención para construcciones, montajes e instalaciones.
- Reforestación (siembra y resiembra) para compensación forestal.
- Siembra, monitoreo y mantenimiento de barreras vivas.
- Dentro del plan de cierre progresivo se llevará una bitácora con el fin de registrar todas las actividades realizadas. Igualmente se contará con un registro sistematizado de todas las actividades implementadas y sus resultados, con el fin de retroalimentar futuras actividades y actualizaciones de este plan de cierre.
- Para realizar la recuperación de la cubierta vegetal, no solo debe pensarse en especies vegetales arbóreas, sino tratar de imitar los patrones espaciales y ecosistémicos que exhibe la vegetación de la zona a restaurar. Esto no sólo se orienta hacia el tipo de especies de cada una de las zonas, sino también a sus combinaciones más exitosas de especies y formas. Es importante anotar que los ecosistemas naturales no son masas homogéneas de árboles, tal como lo es una plantación forestal.

14.4.1.11 Fauna

El avance de los programas de Manejo de Fauna, tiene como objetivo, la conservación y restauración de ecosistemas terrestre y acuáticos sea mediante la siembra de barreras vivas, corredores biológicos, reforestación de microcuencas, enriquecimiento de bosques secundarios, rastrojos y parcelas forestales con especies nativas endémicas

y/o algún grado de extinción o peligro, la conservación y restauración de la fauna silvestre mediante la siembra de especies que aporten alimento y hábitat a estas.

- La mejor manera de manejo ambiental para las comunidades de fauna y es evitar su afectación y uso de bosques naturales. Cuando es inminente la afectación de estos hábitats, se deben implementar medidas protectoras para los fragmentos de bosque que no sea necesario intervenir, de tal forma que se conviertan en refugios biológicos o en corredores de fauna. Igualmente pueden darse otras medidas compensatorias como rescate de individuos vegetales (semillas y plántulas) y animales (aves, anfibios, reptiles y mamíferos).

Así mismo, los programas de educación ambiental incluirán los temas de preservación y cuidado de la fauna silvestre, tanto para personal interno, contratistas, operadores, visitantes de la mina y comunidades, así como líderes, estudiantes y docentes de la zona de influencia del proyecto minero.

Para realizar el seguimiento y monitoreo a estos programas el PMA del EIA plantea la realización periódica de inventarios florísticos y faunísticos que muestren los resultados en términos de biodiversidad.

Es importante que se induzca al establecimiento de fauna que propicie procesos ecológicos como la polinización, dispersión, descomposición y con ello también acelere el proceso de sucesión vegetal, que además posibilite a largo plazo la llegada y aumento de la garantizando la efectividad del proceso de restauración. Para el establecimiento de dicha fauna se debe procurar la optimización de una variada oferta de hábitats y de recursos que le ofrezcan las condiciones adecuadas para su proliferación y permanencia en el lugar. Una vez regenerado el hábitat, se debe comprobar el estado de la fauna en la zona, que se espera pueda instalarse por sí sola o bien pueda ser necesaria la reintroducción de especies autóctonas.

14.4.2 Plan de Cierre Temporal

El cierre temporal de una mina es un escenario que necesariamente debe incluirse en la planificación minera. Las razones más comunes por la que un proyecto minero puede suspenderse temporalmente son:

- Deficiente conocimiento del depósito o dirección técnica
- Caída drástica de los precios internacionales de oro
- Problemas graves geotécnicos y/o hidrogeológicos
- Conflictos laborales prolongados
- Conflictos de origen político
- Conflictos con actores sociales de la zona
- Cambios en la legislación
- Restricciones ambientales y/o laborales

- Manejo financiero deficiente de la empresa

El plan de cierre temporal contempla la ejecución de las actividades u obras que garanticen el cuidado y mantenimiento de la mina y de la infraestructura asociada, como construcciones auxiliares, servicios generales y ambientales, durante el periodo de cese de actividades, con el fin de evitar o controlar efectos negativos para la reapertura del proyecto o su cierre definitivo. Las posibles causas de un cierre temporal pueden ser:

- Inundaciones bajo tierra y en superficie
- Desplome de las labores de preparación y desarrollo de la mina
- Explosiones e incendios bajo tierra por deficiencias en la ventilación
- Problemas de estabilidad en la infraestructura en alguna de las bocaminas
- Incrementos de procesos erosivos y de remoción en masa en zonas de presas de relaves, botaderos de estériles, acopios de suelo y taludes.
- Contaminación de aguas y/o suelos

También es responsabilidad de la empresa garantizar la protección de la salud y la seguridad pública, el ambiente receptor y conservar las condiciones necesarias para un reinicio de actividades en el momento que cesen las causas del cierre o se proceda al cierre final en caso de que no sea viable continuar el proyecto.

Para el manejo de las diferentes afectaciones que pueda generar un cierre temporal se realizarán las actividades que se detallan a continuación, para lo cual, con base en el estado de desarrollo del proyecto, se preparará un cronograma, se asignarán los recursos y el presupuesto respectivo, y se definirá qué personal permanecerá en las instalaciones para atender actividades de mantenimiento, labores mineras auxiliares, monitoreo y seguridad.

Si después de un cierre temporal se llegase a determinar que no es viable continuar con la operación minera se dará inicio al cierre final anticipado, previa información a las autoridades mineras, ambientales y locales.

14.4.2.1 Gestión Social Empresarial

- Informar la decisión o medida de cierre temporal a través de la oficina de comunicaciones y atención a las comunidades y sus líderes (JAC), autoridades competentes (fuerza pública, autoridad ambiental, autoridad minera, administración municipal, medios de comunicación), proveedores y personal de la empresa.
- Incluir en el programa de capacitación a las comunidades, al personal y a los contratistas, los planes de contingencias y el plan de cierre temporal.
- Informar oportunamente a las comunidades y a las organizaciones sociales, gremiales, educativas, privadas y corporativas con las que se estén realizando programas o proyectos para la región, sobre el cierre temporal, su fecha de inicio,

condiciones actuales, plan de actividades del cierre temporal y fecha posible de reinicio.

14.4.2.2 Gestión Operacional

- Información y comunicación oportuna al personal de la empresa.
- Cerrar los accesos a la mina (rampas, niveles, subniveles, galerías) con puertas o rejas, señalizando con letreros que advierta los peligros del ingreso a la mina.
- Asegurar y señalizar las áreas que generan riesgo para las personas como trituradoras en bocamina, planta de beneficio, instalaciones eléctricas, presa de abastecimiento de agua y caseta de bombeo, presas de relaves, depósitos de estériles, sistemas de tratamiento de aguas residuales, polvorín, estaciones de servicio de combustibles y lubricantes, zona de despacho de gases, almacén de insumos químicos, planta de mezclas de pasta para retrolenado, polvorines, área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos, generadores o transformadores área de almacenamiento y despacho de gases.
- Retirar el material explosivo que haya disponible en las instalaciones del proyecto.
- Para el cierre temporal de la planta de beneficio se debe suspender el fluido eléctrico. La galería de drenaje y el sistema de neutralización y sedimentación de las aguas de la mina deben dejarse en funcionamiento, los sistemas de sedimentación, trampas de aceite o grasas de ser posible, serán limpiadas según su respectivo programa de mantenimiento.
- Los equipos, en lo posible, se dejarán libres de material y limpios. Los cargadores deben dejarse disponibles por si se presenta la necesidad de remover el material en el mantenimiento de los niveles, subniveles, galerías y accesos.
- Según la causa del cierre temporal, realizar previamente el beneficio de todo el mineral de reservas disponibles y almacenadas, realizar el mantenimiento o limpieza de los tanques, la evacuación y neutralización de lodos y de colas de flotación, para enviarlas finalmente a la presa de relaves.

14.4.2.3 Suelo

- Se aplicará tratamiento correctivo a las laderas y taludes que presenten evolución no adecuada, de acuerdo con la inspección realizada. En términos generales el tratamiento correctivo consiste en retirar, con los equipos existentes, material que puedan presentar riesgo de desprendimiento.
- Asegurar la estabilidad de los acopios de suelo. Se debe realizar el mantenimiento continuo de estos acopios, haciendo una revisión que verifique el estado del mismo; de igual forma se deberá comprobar la ausencia de deslizamientos, deformaciones y erosiones.

- Actividades periódicas de limpieza y mantenimiento de canales, cunetas y obras de protección, con una periodicidad mensual o de acuerdo con la necesidad.
- El suelo almacenado temporalmente, es muy recomendable proceder a sembrar la capa de subsuelo una vez extendida, con especies autóctonas, resistentes, de crecimiento rápido y regular y con raíces profundas. Esta siembra, que conviene mantener durante un año.
- Para evitar pérdida de suelo en acopios de suelos y subsuelo estos se deberán revegetalizar tan pronto se terminen de conformar, o cuando no se requieran emplear en un periodo de tiempo aproximado a un año.
- De ser necesario se construirán obras temporales para el control de escorrentía como rondas de coronación, cunetas, canales recolectores y descoles con disipadores de energía, en las zonas donde se requiera, con la finalidad de evitar la aparición de zonas inestables y procesos erosivos que dificulten el reinicio de las actividades operativas.
- En caso de que aplique y sea posible, mantener la humedad de las áreas recién revegetalizadas con el fin de que se propicie el crecimiento de las especies sembradas.
- Riego de vías con el fin de mitigar las emisiones por la acción eólica sobre las vías existentes sin pavimentar y en los frentes expuestos. En la medida que sea posible, el riego se efectuará con una periodicidad similar a la de la operación, siempre que la causa de la suspensión de las actividades relacionadas con la operación de la mina lo permita.

14.4.2.4 Aguas Superficiales

- Abrir los sistemas de descarga de rebose de la presa de abastecimiento de aguas, así como de tanques de almacenamiento, para evitar derrames y/o inundaciones.
- Realizar mantenimiento periódico a canales, cunetas, sistemas de drenaje de aguas lluvias y de escorrentía.
- Realizar la limpieza de tanques de almacenamiento de aguas.
- Se mantendrá el monitoreo de calidad de aguas.
- Se efectuarán también inspecciones periódicas para controlar la disposición inadecuada de residuos en cuerpos de agua y en sitios diferentes de los autorizados.

14.4.2.5 Aguas Residuales Domésticas

Realizar la inspección del estado de las instalaciones y de ser necesario, el mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas (trampa de grasas, PTAR) que se esté empleando.

14.4.2.6 Aguas Residuales Industriales

- Realizar la inspección del estado de las instalaciones y de ser necesario, el mantenimiento al sistema de drenaje o desagüe al interior de la mina.
- Inspeccionar el estado del sistema de bombeo de aguas mineras y dejarlo activado.
- Se mantendrá el monitoreo de calidad de las aguas residuales industriales.
- Se cortará el suministro de agua a la mina y se dismantelarán las tuberías conductoras, si es posible éstas serán vendidas o serán retiradas por una empresa autorizada para disponer residuos sólidos no peligrosos. Solo se dejarán operativas las conexiones necesarias para la etapa de cierre y post cierre; y para las instalaciones que luego de la concertación con la comunidad permanecerán.
- Durante el cierre temporal se plantea además el desarrollo de un monitoreo de los sedimentadores existentes con el fin de evitar la colmatación de los mismos y garantizar su funcionalidad durante el cese de actividades operativas en la mina.

14.4.2.7 Manejo Integral de Residuos Sólidos, Residuos Especiales y Residuos Peligrosos

- En caso de ser posible se realizará el despacho o disposición final de todos los residuos sólidos y residuos peligrosos (RESPEL), almacenados en las instalaciones de la mina. En caso de no ser posible se asegurarán, mediante cerramiento, los sitios de almacenamiento temporales de residuos, en especial de los residuos peligrosos, de manera que solo tenga acceso a ellos personal autorizado. De igual modo se procederá con los insumos químicos que se encuentren en el almacén, los gases del área de distribución de gases, insumos y otras sustancias que se encuentren en el laboratorio de la planta de beneficio.
- Se verificará que todas las áreas de almacenamiento de combustibles estén debidamente aseguradas (evitando el ingreso de personal no autorizado).

14.4.2.8 Manejo del Aire, Emisiones de Material Particulado y Gases

- Mantener activo, el sistema de ventilación al interior de la mina para el control de gases, realizar inspecciones periódicas y mantenimiento respectivo del sistema de ventilación de requerirse.
- Riego de vías con el fin de mitigar las emisiones por la acción eólica sobre las vías sin pavimentar existentes y sobre los frentes expuestos. En la medida que sea posible, el riego se efectuará con una periodicidad similar a la de la operación, siempre que la causa de la suspensión de las actividades relacionadas con la operación de la mina lo permita.

- Supervisar periódicamente los niveles de gases en el interior de la mina.
- Se mantendrá el monitoreo de calidad de aire

14.4.2.9 Flora

En caso de darse el cierre en épocas de intenso verano, en la etapa siembra y de levante de reforestaciones y revegetalización de las áreas en recuperación, se realizará el riego o humectación y mantenimiento con limpieza, podas, abonado y control fitosanitario.

14.4.2.10 Fauna

Se instalará señalización alrededor del proyecto para indicar que se prohíbe la caza y/o captura de las especies.

14.4.3 Plan de Cierre Final- Inicial

El plan de cierre final- inicial se estructuró para las labores, áreas e instalaciones que deben permanecer activas por razones operativas de producción, hacia el ciclo final de la explotación. Este plan de cierre final- inicial será actualizado periódicamente de acuerdo a los resultados de las evaluaciones y posibles estudios realizados durante la implementación del plan de cierre progresivo. Previo a darse inicio del cierre final de la mina se consultará con las autoridades mineras y ambientales el plan de cierre final definitivo.

14.4.3.1 Gestión Social Empresarial

- Informar con debida antelación la fecha planteada para el cierre final de la mina, a las comunidades y sus líderes (JAC), a los trabajadores y contratistas, proveedores, autoridades competentes (fuerza pública, autoridades ambientales, mineras y administración municipal).
- Sellar las entradas a la mina con señalización que advierta los peligros del ingreso.
- Verificar con inspecciones permanentes que toda el área del proyecto esté debidamente cercada para evitar el ingreso de personal no autorizado, con el fin de no permitir el tránsito de personal ajeno al plan de cierre.
- Concertación con la comunidad, autoridad municipal, autoridad ambiental y/o particulares sobre el uso final que se desea dar a la infraestructura minera ,auxiliar y de servicios después del cierre de la mina como son las vías de acceso, presa de abastecimiento de agua, planta de potabilización de aguas, plantas de tratamiento de aguas residuales, oficinas, casinos y campamentos.
- Concertación y definición con las comunidades, líderes y administración municipal del responsable de la infraestructura minera u obras que se acuerden dejar en pie para el uso de la comunidad, de la administración municipal o de particulares.

14.4.3.2 Gestión Operacional

Para las actividades de minería subterránea, se contemplan programas especiales de sellado, cierre de portales y rampas, que puedan representar peligro para personas y/o animales.

- Desmantelamiento de instalaciones y de equipos.
- Se adecuará un área en superficie para almacenar maquinaria, equipos, insumos, dotaciones y otros provenientes del desmantelamiento de las instalaciones y montajes mineros. Los equipos y maquinarias existentes al momento del cese de las operaciones serán retirados, almacenados e inspeccionados para determinar su posible re-uso en otro proyecto, su reventa, chatarrización o reciclaje.
- Las instalaciones que no sean condonadas, se desmantelarán o demolerán y los escombros resultantes serán dispuestos en la escombrera autorizada más cercana (en ese momento).
- Retirar todos los residuos de la planta de beneficio, construcciones auxiliares de las áreas de servicios generales, estaciones de servicios y lubricantes. Todas las instalaciones se desmantelarán y según el estado de las maquinarias, equipos, dotaciones u otros objetos, se definirá su destinación final sea esta la donación, la reinstalación en otros proyectos mineros propios o de terceros, o la chatarrización.
- En la desinstalación de la planta de beneficio, de las construcciones auxiliares de las áreas de servicios generales, estaciones de servicios, lubricantes y su posterior demolición, se podrá dejar la loza de concreto del piso, asfaltos de parqueaderos y vías.
- Cierre de accesos: Una vez terminen las operaciones, se identificarán las vías de acceso que pudiesen ser utilizadas o se requieran para continuar con los programas de monitoreo y seguimiento, a estas vías se les seguirá realizando mantenimiento hasta a la etapa de post-cierre, cuando se entreguen a las autoridades locales o regionales o se les realizará una recuperación de suelos y restauración forestal.
- Estabilización de taludes: Todos los taludes, afectados por la actividad del proyecto, deberán ser totalmente revegetalizados, drenados y estabilizados.
- Señalizaciones: Se colocarán señales de advertencia de peligro, en sitios donde no debe acceder personal no autorizado, específicamente en todos los accesos a la mina (portales, rampas y galería de drenaje), sitios de acopios de estériles, presa de abastecimiento de agua, depósito de relaves, sistemas de neutralización de aguas residuales o efluentes mineros antes de su descarga a fuentes naturales. Los avisos cumplirán normas de especificaciones de construcción.
- Caracterización de aguas de las minas: Se realizarán pruebas de calidad de aguas mineras, se realizará el monitoreo y seguimiento a su calidad de manera que se

prevenga, controle y minimice la posible afectación a las fuentes de agua superficiales receptoras y se cumpla con la normatividad ambiental vigente correspondiente y las obligaciones definidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y el Programa de Seguimiento y Monitoreo (PSM).

- Desmantelamiento y demolición.
- Todas las instalaciones superficiales de apoyo, tales como planta de beneficio, talleres, oficinas, edificios, estanques, instalaciones eléctricas, etc., serán condonadas a autoridades o en su defecto desenergizadas, desmanteladas y retiradas o demolidas.
- Si alguno de los equipamientos, se encuentra en estado aceptable, la empresa tomará la decisión de reciclar, reusar o de entregar para lo cual podrá contarse con un programa de donaciones a instituciones municipales, comunitarias o empleados que hayan laborado con la empresa. Para evitar accidentes se elaborará un manual de procedimientos de desmantelamiento.
- El material de demoliciones (escombros) se dispondrá en sitios autorizados y previamente adecuados. Todas las áreas quedarán limpias de todo desecho que pueda llegar a generar algún impacto ambiental o algún peligro a personas que accedan al lugar. Finalmente, se realizarán actividades de nivelación de los terrenos ocupados y se cubrirán con capa vegetal (para mayor detalle ver capítulo 10).
- Desenergizar instalaciones eléctricas: Con el fin de evitar accidentes por electrocución, se procederá al corte del suministro eléctrico y el retiro de paneles de control, transformadores, subestaciones y cables conductores en las subestaciones, planta de beneficio, entrada a pozos de ventilación y pozo de superficie, entrada al inclinado, taller mecánico y eléctrico, campamentos, entre otros. Se retirarán todas las estructuras metálicas y eléctricas, las cuales pueden ser vendidas insitu como chatarra.
- Depósitos de combustibles y lubricantes: Las áreas donde se almacenan los combustibles y lubricantes a cargo de un proveedor serán desmanteladas por este, este desmantelamiento incluirá tuberías, equipos y accesorios. Se aplicará el plan de manejo respectivo para evitar o prevenir la ocurrencia de fugas o derrames, en caso de que se generen derrames o escapes se aplicará el plan de contingencia respectivo.
- Campamentos: Si se encuentran en buen estado se donarán, se condonarán al estado o se venderán. Si no están en buen estado, se desmantelarán y se procederá de la misma manera, que las instalaciones de oficinas y otros.

• **14.4.3.3 Suelo**

Una vez terminado el aprovechamiento minero, es necesario realizar actividades de adecuación del terreno que permitan aproximarse al estado inicial del suelo, para lo cual se recomienda la realización de retrolenado de las áreas desmanteladas con el material

previamente almacenado o usado para estabilización; posteriormente regar la capa vegetal, la construcción de zanjas o canales de coronación para mitigar el lavado y desestabilización de los taludes en el frente de operación y la posterior siembra de especies de crecimiento rápido (cobertura) durante los primeros seis meses, para impedir la acción directa del sol y evitar el recalentamiento de los depósitos de rocas.

De acuerdo a lo anterior es necesario tenerse en cuenta algunos factores determinantes para el éxito en una restauración:

a) Preparación del suelo: El suelo debe reacondicionarse lo más parecido posible a las características originales en cuanto a las pendientes, ondulaciones y compactación. La restauración de las áreas intervenidas con aplicación de suelo para su recuperación, seguirá los protocolos establecidos por la autoridad ambiental para la desconformación de los acopios de suelos, el transporte de suelos y la restauración del suelo en áreas a recuperar.

b) Explanado del terreno: El terreno debe explanarse en forma ondulada, tratando de aproximarse al estado anterior a la intervención, con pendientes moderadas y adecuadas que beneficien la infiltración del agua y la lixiviación de los materiales orgánicos y además eviten las inundaciones, para lo cual se deben dejar zonas de drenaje.

c) Compactación del suelo y distribución del material orgánico guardado: La compactación debe hacerse sobre el relleno en forma mecánica evitando sobrepasarse y tratando de conservar la capacidad portante del suelo, respetando el orden o la disposición natural de las capas, que para la zona generalmente están distribuidas ascendentemente entre grava, arcilla, limos y materia orgánica. El espesor de estas capas dependerá de la cantidad de material guardado y del área a restaurar, procurando conservar las pendientes naturales, ondulaciones suaves y canales de drenaje para escorrentías. Es recomendable que la distribución de la capa orgánica guardada se realice sin compactación con equipos mecanizados o rastrillos, en forma uniforme que no exceda los 10cm de grosor, ni sea inferior a 3cm, para beneficiar el proceso de germinación de las semillas que contiene. Evitar compactar el suelo al rodar sobre el material con los equipos móviles, por lo que siempre hay que reconstituir el suelo en retirada.

En zonas previamente ocupadas por instalaciones auxiliares, vías de circulación y edificaciones o en el caso de que por la técnica operativa utilizada se hubiera producido una compactación del suelo, será necesario fragmentar la capa superficial del terreno de modo que se reduzca su densidad, facilitando tanto el enraizamiento de las especies a implantar, como su crecimiento y se mejore la infiltración de agua. Esta técnica favorece un mejor contacto entre la tierra vegetal y el terreno y evita su deslizamiento.

- **d) Acondicionamiento posterior:** Cuando sea necesario se puede realizar un aporte de abonos orgánicos y una escarificación del suelo de 5-15 cm de profundidad para facilitar la infiltración del agua, la penetración de raíces y evitar la compactación del

suelo. Cuando se presenten suelos con niveles deficientes de nutrientes por debajo de los mínimos exigibles, las fuentes de materia orgánica que se utilizan normalmente son el abono procedente de granjas, residuos de hongos, residuos domésticos, residuos procedentes del procesado de madera y turba siempre con el debido control.

14.4.3.4 Aguas Superficiales

- Mantenimiento de sistemas de drenaje de aguas lluvias y de escorrentía de la vías y entrega definitiva de estas obras a la administración municipal (Secretaría de Planeación y Obras Públicas). Las vías seguirán empleándose para los programas de seguimiento y monitoreo de aguas, estabilidad de acopios y depósitos abandonados y de los programas de reforestación.
- Se excavarán canales recolectores de agua sobre la superficie revegetalizada de las colas y de los taludes, para conducir la escorrentía de manera segura a través del área revegetalizada.
- Monitoreo, seguimiento y seguimiento de los cuerpos de agua: Río Vetas, quebrada La Baja y sus afluentes, quebradas Caneyes, el Curo y Bochalema.
- Monitoreo, seguimiento de la calidad físico-química del agua de la micro Cuenca del río Vetas y sus afluentes, quebrada La Baja y sus afluentes, quebradas Caneyes, el Curo y Bochalema. (Programa de Cierre y Post Cierre).

14.4.3.5 Aguas Subterráneas

Una vez estén todas las actividades de producción se procederá a:

- Retirar los equipos bajo tierra que se determine puedan reutilizarse o venderse como chatarra, con el fin de que no contaminen las aguas subterráneas una vez se abandonen las labores subterráneas y se recuperen los niveles freáticos.
- Retirar todo tipo de material que pueda generar algún tipo de contaminación grave a las aguas subterráneas (combustibles, lubricantes y otros). Para la disposición final de estos residuos se seguirá el procedimiento establecido en el programa de manejo de residuos Peligrosos, el cual es la disposición en un sitio autorizado como relleno de seguridad a través de un tercero o contratista licenciado para ello. Este procedimiento hace parte del PMA del EIA del proyecto minero.
- Se procederá a ejecutar el programa de retrolleado final de los últimos niveles explotados y al sellamiento de galerías, rampas y túnel de acceso
- Realizados los dos procedimientos anteriores, se podrá proceder a suspender el drenaje o bombeo de la mina para inducir la recuperación del nivel freático en el área intervenida por la explotación minera.

- Monitoreo, seguimiento y recuperación de la dinámica de las aguas subterráneas, mediante la lectura de datos de piezómetros instalados y de pozos de aguas subterráneas.
- Monitoreo, seguimiento y control de la calidad de las aguas subterráneas (incluidos en el PSM del EIA del proyecto minero).

14.4.3.6 Aguas Residuales Domésticas

- Los sistemas de tratamiento de las aguas residuales se construirán antes de habitar el campamento. Para la selección del sistema a emplear se debe tener en cuenta:
- Las características geomorfológicas y paisajísticas del lugar en el cual se va a instalar el sistema de tratamiento (geográficas, pendientes, potencial de inundación, estructuras existentes, paisaje, entre otros).
- Los caudales de diseño se estiman con base en la ocupación prevista de la estación de servicio y las características de consumo de agua. Si no se conocen datos reales del consumo de agua por persona se puede emplear un valor base de 210 litros/persona/día.
- Capacidad de asimilación hidráulica la cual depende de la permeabilidad del estrato subyacente, de la situación y pendiente del nivel freático, pendiente de la superficie del terreno y de las características hidráulicas del lugar.
- Se realizará un mantenimiento continuo a los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (trampa de grasas, PTARD).
- Desmantelamiento de la planta PTARD.
- Desinstalación y retiro de tubería y de conexiones del sistema, nivelación del terreno y aplicación de capa de suelo orgánico.
- Restauración de la capa vegetal con rastreras (maní forrajero u otras preferiblemente nativas) o rastrojos según lo establezcan los programas de manejo de flora, mediante la restauración, rehabilitación y recuperación de áreas intervenidas.

14.4.3.7 Aguas Residuales Industriales

- Dentro del proceso de restauración se podrá según la conveniencia, proceder el llenado con tierra y escombros finos de las cunetas y canales de los sistemas de recolección de aguas lluvias y ARI, de la infraestructura minera, construcciones auxiliares, áreas de servicios generales demolidas y patios de acopio y de mezclas ya limpios.
- Finalmente, una vez todo este ordenado, limpio y clausurado se procederá a la revegetalización con rastreras (maní forrajero u otras preferiblemente nativas) o

rastrojos, según lo establezcan los programas de manejo de flora, mediante la restauración, rehabilitación y recuperación de áreas intervenidas.

14.4.3.8 Manejo Integral de Residuos Sólidos, Residuos Especiales y Residuos Peligrosos

- Los escombros generados del plan de cierre se dispondrán en escombreras autorizadas por la autoridad ambiental.
- Recolección, empaque y despacho a terceros autorizados con licencias vigentes para la disposición final de residuos peligrosos, restos de sustancias químicas y combustibles, que queden en la planta, talleres, laboratorio y el almacén en el momento del cierre final y de los lodos de la PTAR.
- La chatarra que se genere será entregada a organizaciones sociales que trabajen con este tema y estén autorizadas o en su defecto será puesta a la venta para su reciclaje.

14.4.3.9 Manejo al Sitio de Disposición de Estériles

- Adecuación final de los botaderos de estériles mediante su conformación final con maquinaria suavizando su morfología (forma) y sus pendientes, en acuerdo al sistema de captación y control de aguas lluvias y de escorrentía, minimizando infiltración, efectos de erosión por arrastre de partículas, profundización de cauces, erosión lateral o de márgenes en las fuentes receptoras.
- Restauración de la capa de suelo de las áreas de disposición o depósitos de estériles, riego de semillas de rastreas sobre estas áreas.
- Monitoreo y seguimiento a la estabilidad de los botaderos de estériles.

14.4.3.10 Flora

El manejo del componente biótico para los sitios degradados por la explotación minera, inicia con la recuperación del suelo, a partir del aporte de materia orgánica y del manejo de su humedad correspondiente. Estas medidas son básicas para que el suelo recupere su estructura y función como sustrato de la vegetación. Para lo anterior se debe tener en cuenta:

- En los ecosistemas no todo es uniforme, se sugieren diferentes fórmulas florísticas de recuperación de la cubierta vegetal, tales como: el patrón de plantación al tres bolillo, patrón de mosaico, inducción de matorrales y rastrojos, cordones protectores

de márgenes de ríos y quebradas (cordones riparios), barreras cortaviento y acústicas.

- Manejo y restauración con cobertura vegetal en la totalidad de las áreas descapotadas ya abandonadas y recuperadas.
- Reforestación (siembra y resiembra) definidas en el programa de manejo y restauración con capa vegetal. Sin embargo, no sólo se trata de seleccionar especies y plantarlas con las densidades y combinaciones sugeridas, sino que se debe hacer mantenimiento de las mismas como podas de crecimiento, sanidad vegetal, y replanteo, si es necesario, durante el tiempo que requiera para su auto sostenimiento.
- El restablecimiento de coberturas vegetales para el establecimiento especies inicia con el crecimiento de herbáceas, las cuales son importantes capacidad para promover el aumento de nutrientes e iniciar un proceso de sucesión primaria. Dentro de este grupo sobresalen las gramíneas o pastos, las cuales pueden ser nativas o cultivadas. Estas especies de porte bajo, aparte de favorecer la recuperación de las características biofísicas del suelo, también permiten la adecuación y preparación de éste para el ingreso o la llegada de especies de mayor tamaño. En la siembra de las especies arbóreas se utilizará, en lo posible, especies nativas arbustivas adultas, que a su vez cumplan la función de amarre del terreno y aceleren la rehabilitación y regeneración natural de las zonas afectadas.
- La clave de una buena restauración depende, en gran medida, de la adecuada selección de especies vegetales, de la elección de los métodos de establecimiento, la naturaleza de la zona a restaurar, el clima y el uso posterior que se le va a dar al área recuperada. El tipo de restauración tiene que ser coherente con el territorio y los usos previstos, tanto desde el punto de vista ecológico como paisajístico.
- Un factor determinante a la hora de seleccionar las especies es considerar sus preferencias edáficas y climatológicas. El tipo de roca existente determina, a consecuencia de los procesos de alteración y erosión, las diferentes formas del relieve, que definen, a su vez, factores tan importantes para la vegetación como el microclima o el balance hídrico. Además, las propiedades del suelo (capacidad de retención de agua, riqueza en bases, entre otras.) tienen una influencia directa muy importante sobre las comunidades vegetales.
- Finalmente, la restauración debe tener una vegetación que resista y pueda sobrevivir tras el abandono y clausura. Por este motivo, MINESEA no sembrará especies introducidas o no habituales o exóticas no adaptadas o que, incluso, pudieran desequilibrar el ecosistema del entorno. Por esto, la repoblación mediante plantones de especies vegetales arbustivas y arbóreas consecuentes a el ecosistema que se encontraba inicialmente y de esta manera permitir la continuidad de los procesos de sucesión ecológica.

14.5 MANTENIMIENTO Y MONITOREO POST-CIERRE

Una vez concluidas todas las actividades del plan de cierre final, la empresa dejará implementado un plan post cierre por un periodo determinado y acordado en forma conjunta con la autoridad minera y ambiental, con el objetivo de evaluar la efectividad de las medidas de restauración y rehabilitación de las áreas intervenidas. En la 2 se muestran los aspectos a estudiar, en los componentes físicos, químicos y del territorio, así como las medidas de control y condiciones de monitoreo, para la evaluación de la efectividad de las obras y medidas de restauración realizadas durante el plan de cierre de mina.

ASPECTOS	OBJETIVOS	MEDIDAS DE CONTROL	CONDICIONES PARA MONITOREO
Estabilidad Física <ul style="list-style-type: none"> • Túneles. • Desagües. • Subsidiencias-hundimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar accesos. • Clausurar entradas. • Estabilizar superficies. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rellenar túneles. • Cerrar entradas. • Establecer zanjas / terraceo. cercas y señalización. • Establecer salidas de agua . • Rellenar espacios subterráneos y superficiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de accesos, desagües, cercas y señalización. • Monitoreo de grietas, túneles, patrones de drenaje. • Monitoreo de niveles de agua. • Monitoreo visual de fugas.
Estabilidad Química <ul style="list-style-type: none"> • Lixiviación de metales. • Drenaje Ácido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener calidad de aguas. • Cumplir con normas de calidad de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inundar (cobertura de agua) • Clausurar entradas. • Remover contaminantes. • Tratar agua de descarga. • Drenar aceites de equipos, motores, transformadores, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo y análisis de aguas superficiales, subterráneas, de escorrentía, de proceso y de mina.
Uso del Territorio <ul style="list-style-type: none"> • Productividad. • Impacto visual. • Drenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperar patrones de drenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rellenar hundimientos. • Definir superficies. • Inundar terrenos (humedales). 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo e Inspección regular.

Tabla 14-2. Componentes de la evaluación de las medidas de restauración y rehabilitación realizadas en el Plan de Cierre Soto Norte.

El plan de post cierre incluye los programas de monitoreo y mantenimiento de la estabilidad física y química de los componentes naturales del área de influencia del proyecto después de cierre de la mina. Entre estos parámetros de evaluación, monitoreo y seguimiento está la calidad de las aguas superficiales y aguas subterráneas, la estabilidad de obras de contención, la estabilidad de los taludes de zonas intervenidas, la efectividad de los sistemas de drenaje y neutralización de las aguas de obras, depósitos y acopios, el estado y avance de los procesos de revegetalización y reforestación y la ejecución de los programas socioeconómicos. La ejecución de estos programas abarca las actividades ejecutadas durante el plan de cierre.

Se contará con un plan de monitoreo y mantenimiento de los siguientes aspectos:

- Inspecciones a depósitos de estériles y presas de relaves para monitorear la estabilidad de taludes, sistemas de drenaje, tratamiento de aguas, obras de descargas y calidad de los efluentes.
- Inspecciones a áreas revegetalizadas y reforestadas.
- Inspección a redes de drenajes superficiales.
- Inspección a sitios sellados o con cerramiento como son los accesos a la mina, depósitos de estériles y presas de relaves.
- Inspección a los edificios e instalaciones dejadas en pie para futuro uso, en caso de haberse acordado con las autoridades locales o ambientales.

14.6 USO FUTURO DEL SUELO

El uso futuro de las áreas intervenidas por el Proyecto Soto Norte, contemplará los aspectos socio-ambientales de la región, donde se impulsará el desarrollo social y ambiental de las comunidades del entorno.

Con las autoridades ambientales, mineras, locales y con los líderes comunitarios se discutirán y analizarán los posibles usos económicos del territorio, posterior a la finalización del ciclo productivo de la mina. Se tendrán en cuenta factores ambientales y de restricciones de uso como: pendiente, calidad del suelo, oferta ambiental, así como los costos de cada una de las alternativas y sus beneficios o desventajas.

Los usos que se propone dar a las áreas intervenidas y/o afectadas por la explotación minera se evalúan proyectando la rehabilitación, recuperación o recomposición de los terrenos intervenidos, con el fin de permitir la restauración morfológica, paisajística y forestal (Capítulo 10 de este documento) del área afectada. Entre los principales usos que se podrían dar a los terrenos intervenidos se encuentra el uso forestal, expuesto a continuación.

14.6.1 Uso Forestal

- Se plantea establecer áreas de reforestación o plantaciones forestales, en áreas que hayan sido ocupadas por infraestructura minera, construcciones auxiliares, planta de beneficio y servicios generales en superficie, entre otras; estas estarán enfocadas en lograr la recuperación florística y faunística, según sea determinado por la autoridad ambiental.
- En las áreas intervenidas que cuenten con mediana a baja pendiente se buscará implementar usos mixtos del suelo, aplicando técnicas mixtas de siembra y cuidado de pastos en agricultura y reforestación como silvopastoreo, agroforestería o agrosilvicultura.

- También podrán establecerse, en áreas que no hayan sido intervenidas directamente por el proyecto, plantaciones forestales, áreas de reforestación para la recuperación florística y de fauna, y áreas de conservación natural.
- En las actividades arriba mencionadas se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
- Se deben realizar pruebas de fertilidad y aptitud de los suelos y de la calidad de las aguas con el fin de restaurar las áreas de retiro, lograr su recuperación, y permitir a futuro la conservación de las fuentes hídricas.
- Una vez se establecen algunos centros de formaciones vegetales, y se esté monitoreando su crecimiento, se debe tratar de eliminar los factores perturbadores, para que pueda ser gradualmente colonizada por comunidades faunísticas (avifauna, insectos, reptiles y anfibios).
- Las plantas invasoras pueden llegar a extenderse tanto que desplacen a la vegetación implantada. Por tanto, se requiere de una vigilancia regular para comprobar la efectividad de las medidas empleadas y prevenir su reaparición.

14.7 CRONOGRAMA

El cierre progresivo se iniciará al final de las etapas de montaje, construcción del proyecto minero y culminará cuando se inicie el plan de cierre y abandono final del proyecto.

MINESA, desde los inicios del proyecto Soto Norte, ha realizado actividades que aportan al avance del plan de cierre progresivo de mina, una de estas es la creación e implementación del Plan de Recuperación Geomorfológica, Paisajística y Forestal del Proyecto Soto Norte (descrito en el Capítulo 10 del presente documento), adicionalmente la realizado la gestión de los pasivos ambientales generados por antiguos trabajos mineros, ejecutando las siguientes labores:

- El desmantelamiento y clausura de montajes mineros antiguos y la recuperación de las áreas donde se realizó la intervención de la minera.
- Caracterización de drenajes ácidos de las minas localizadas dentro del área de los contratos de titulación minera pertenecientes a MINESA.
- Estudios y ensayos para la captación, manejo y neutralización de DAM de antiguas minas.
- Control y manejo de arenas cianuradas y mercuriadas generadas por la minería artesanal en las actividades de beneficio.
- Estudios y ensayos en procesos de neutralización de aguas y arenas residuales de los antiguos plantos mineros.

Esta gestión adelantada por la empresa durante la etapa de exploración, se viene realizando mediante convenios de investigación.

El plan de cierre progresivo cuenta igualmente para su desarrollo con los programas de obras y actividades de manejo de impactos ambientales que se plantean en el Programa de Manejo Ambiental (PMA) y en el Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM) del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual cubre en muchos aspectos actividades complementarias que hacen parte del plan de cierre progresivo.

El cierre temporal de la mina puede darse en cualquier momento por los causales descritos anteriormente, que obliguen a la empresa a tomar la decisión de un cierre temporal de la mina.

De acuerdo al plan minero, la vida útil de la mina es de 27 años (4 años de pre-producción y 23 años de producción). Durante el año 24 se iniciará el programa de cierre final, el cual se estima tendrá una duración de dos años.

14.8 PRESUPUESTO

En el análisis financiero incluido en el Programa de Trabajos y Obras (PTO), Capítulo 15 Tabla 15-4 del presente documento, se asignó un rubro para la financiación del plan de cierre de mina, el monto inicial del presupuesto asignado para este asciende a un monto de USD\$40.000.000 (cuarenta millones de dólares).

El plan de cierre de la mina contará con un presupuesto propio, el cual se detallará a partir del año 3 de inicio de las etapas de montaje y construcción y de ahí en adelante se actualizará anualmente de acuerdo con las necesidades del proyecto en ese periodo. El presupuesto incluirá los costos directos e indirectos que se deriven de la ejecución de las actividades de los planes de cierre progresivo, temporal, final y post cierre, así como también los costos de supervisión, estudios que se requieran, asesorías, consultorías y contingencias. Previo a la ejecución del plan de cierre, el presupuesto será presentado ante la autoridad minera para su aprobación.

Un alto porcentaje de los costos de la ejecución del plan de cierre progresivo se incluyen en los costos de los programas del Plan de Manejo Ambiental (PMA) y los correspondientes programas de seguimiento y monitoreo ambiental del proyecto (PSM). Los programas asociados son: manejo del recurso suelo, obras para control de erosión, manejo de estabilidad de taludes, compensación del medio físico, manejo forestal, manejo del medio social, información y participación comunitaria, apoyo a la capacidad de gestión institucional, afectación a terceros, negociación y adquisición de servidumbres, compensación social, arqueología preventiva.