



GOBIERNO DE
CHILE
SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGÍA Y MINERÍA

SEGURIDAD MINERA



GUÍA METODOLÓGICA DE SEGURIDAD
PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE
PLANTAS DE LIXIVIACIÓN DE MINERALES NO
CUPRIFEROS





GOBIERNO DE

CHILE

SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGIA Y MINERIA

DEPTO DE SEGURIDAD MINERA

GUIA METODOLÓGICA DE SEGURIDAD PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE PLANTAS DE LIXIVIACIÓN DE MINERALES NO CUPRIFEROS.

Antecedentes según Decreto Supremo N ° 72, "Reglamento de Seguridad Minera", del año 1985, modificado por el D.S. N ° 132, de 2002, del Ministerio de Minería.



GOBIERNO DE

CHILE

SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGÍA Y MINERÍA

DEPTO DE SEGURIDAD MINERA

Depto. Seguridad Minera, año 2010

**GUIA METODOLÓGICA DE SEGURIDAD
PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE
PLANTAS DE LIXIVIACIÓN DE MINERALES
NO CUPRIFEROS.**

SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGÍA Y MINERÍA.
Avenida Santa María N ° 0104
Providencia, Santiago de Chile

Elaborado por:
Ing. Santiago Pinilla Bañados.
Departamento de Seguridad Minera.

Editado por:
Ing. Oscar Arce Hasbun.
Departamento de Seguridad Minera.

Aprobado por:
Ing. René Rojas San Martín.
Departamento de Seguridad Minera.



INDICE DE MATERIAS

Objetivo de la Guía	005
Descripción general de los métodos de lixiviación no cupríferos	005
Descripción de los Sistemas de Lixiviación no cupríferos	006
I. Recomendación General	007
II. Presentación	008
III. Índice	008
IV. Resumen Ejecutivo	008
Etapa de Construcción	008
Etapa de Operación	008
Etapa de Cierre	008
V. Descripción del Proyecto	009
a. Descripción General	009
b. Antecedentes Técnicos Generales	010
c. Antecedentes Técnicos Específicos	010
d. Disposición de ripios	012
e. Etapa de Construcción	012
f. Etapa de Operación	013
g. Etapa de Cierre	014
VI. Planos que deben adjuntarse	016



OBJETIVO

El objetivo de esta guía es proporcionar las indicaciones necesarias, para orientar al proponente de un proyecto minero, en las consideraciones que se debe tener desde el punto de vista del desarrollo de un proyecto de Planta de Lixiviación, e instalación y de la operación de una plantas con el fin de dar los parámetros básicos de seguridad a las instalaciones, velando por la seguridad, la vida y la integridad física de las personas.

Descripción General de los métodos de lixiviación no cupríferos.

A.- Cianuración.-

Se utiliza principalmente para la recuperación del oro y la plata. Puede ser por agitación o en pilas. Lo más popular en la actualidad es la lixiviación en pilas. La lixiviación en pilas puede ser estática o dinámica.

En la lixiviación se usa una solución entre 0.05 y 0.1% de cianuro para lixiviación de oro y valores superiores a 0.3 % de cianuro, para la plata. Lo normal para minerales de oro y plata es una concentración levemente superior a 0.3% de cianuro.

Para que la reacción de lixiviación funcione, se requiere la presencia de oxígeno, y ese se toma de la atmósfera y se entrega, con un compresor o soplador, a la solución de cianuro ubicada en el estanque, para la lixiviación en pila, o en el agitador, para la lixiviación por agitación. La reacción se realiza en un ambiente básico, PH entre 10.5 y 11, y se consigue agregando cal al mineral en la etapa de chancado.

Cuando existe presencia de sulfuros, especialmente piritas y pirrotita se agrega Litargirio en un proporción de 0.25 Kg. por toneladas y en algunos casos se agrega una pequeña cantidad de Nitrato de Plomo, con eso se evita el consumo excesivo de cianuro.

En caso de usarse flotación antes de la cianuración se agrega el Litargirio y en caso de ser necesario nitrato de plomo en la molienda, para evitar que floten los "cianicidas".

B.- Lixiviación con Ácido –Clorurante.-

Se utiliza para recuperar la plata de relaves y consiste en una lixiviación con una solución de 5 g/l de ácido sulfúrico, y entre 200 y 300 g/l de cloruro de sodio (sal Industrial) y posterior precipitación de la plata con chatarra de hierro.

C.- Lixiviación con agua o solución con bajo contenido de nitratos.-

La lixiviación del caliche para producir Nitrato, Yodo y Sulfato de sodio, se realiza en bateas o cachuchos, o en pilas. El caliche a lixiviar está chancado a $\frac{3}{4}$ " o a un $\frac{1}{2}$ " y la solución resultante es enviada a la planta de yoduros, y posteriormente, a piscinas de evaporación solar.

También se lixivia con agua la chalcantita.

D.- Lixiviación con Cloruro férrico.-

Para la lixiviación de concentrados de zinc, de plomo o calcopirita, se usa soluciones de cloruro férrico, y se produce un cloruro de Zinc, de plomo o cobre, respectivamente, además de cloruro ferroso y azufre elemental. Este sistema se usa en los concentrados de Plomo y Zinc, en lugares saturados con SO_2 . También se usa el cloruro férrico para descubrizar el concentrado de molibdeno, ya que lixivia la calcopirita, o para fijar el arsénico.

E.- Lixiviación con ácido clorhídrico.-

La Ulexita se lixivia con ácido clorhídrico para producir ácido bórico.

F.- Lixiviación con ácido clorhídrico en presencia de sales oxidantes.-

El denominado proceso Severo, permite una recuperación de 95% del oro y utiliza ácido clorhídrico con sales oxidantes, como el nitrato de sodio, o usa ácido sulfúrico con cloruro de sodio para producir el ácido clorhídrico.

G.- Lixiviación bacteriana o biolixiviación.-

La técnica de oxidación bacteriana se utiliza en la metalurgia del oro, para eliminar los sulfuros de fierro o liberar el oro químicamente combinado con telurios o encapsulado en minerales sulfurados que consumen cianuro, normalmente se flota y después se ataca en un ambiente levemente ácido por bacterias que eliminan los sulfuros de fierro, cobalto, telurios y arsénicos para que el oro pueda ser cianurado, sin un gran consumo de cianuro, las principales bacterias usadas son Thiobacillus y en general las Tferroxidans y otras.

H Lixiviación a presión.-

Existen dos tipos de lixiviación a presión, uno que se realiza a altas temperaturas sobre 200° y otra que se realiza a temperaturas medias o sea bajo 100° , con agregado de oxígeno en cantidades. La presión utilizada en los dos casos es de 475 libras/pulg² como valor medio y 600 libras/pulg² como máximo. A temperaturas altas se obtiene como subproducto ácido sulfúrico y a temperaturas medias se obtiene azufre elemental. Se usa principalmente en la lixiviación de concentrados de Marmatita (blenda con alto contenido de fierro) donde se libera el fierro precipitándolo como hemátita quedando el Zn como sulfato para tratarlo por electrodeposición.

Descripción de los sistemas de lixiviación no cupríferos

El Decreto Supremo N° 72, de 1985, Reglamento de Seguridad Minera, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado mediante el D.S. N° 132 de 2002 del Ministerio de Minería, entró en vigencia el 7 de febrero de 2004, con su publicación en el Diario Oficial. El objetivo del Reglamento de Seguridad Minera, definido en su primer artículo, es el de "establecer el marco regulatorio general al que deben someterse las faenas mineras de la Industria Extractiva Minera Nacional para:



GOBIERNO DE
CHILE
SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGIA Y MINERIA
DEPTO DE SEGURIDAD MINERA

- a) Proteger la vida e integridad física de las personas que se desempeñan en dicha Industria y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ellas y,
- b) Proteger las instalaciones e infraestructuras que hacen posible las operaciones mineras, y por ende, la continuidad de sus procesos.

Como cada actividad minera específica, tiene sus características particulares que la diferencian de las demás. Cambian las implicancias en Seguridad de cada una de ellas, y dentro de ellas, también varían en cada una de sus etapas (construcción, operación y cierre). Además, por lo amplio y genérico que resulta este reglamento, surge la necesidad de dar un conjunto de guías metodológicas para los proyectos mineros.

De la faena respectiva.

El Reglamento de Seguridad Minera, en su **artículo 22, establece que las empresas deberán presentar, antes del inicio de sus operaciones, para la aprobación del SERNAGEOMIN, el método de tratamiento de sus minerales o cualquier modificación mayor al método aceptado** (entendiendo por modificación mayor a cambios tecnológicos, productivos, superficiales o capacidad de tratamiento superior al 20% de lo aprobado por el Servicio). Además, **deberán presentar un Proyecto de Plan de Cierre.**

Por otra parte, en toda la extensión del Reglamento de seguridad Minera se describen normas que deben cumplir las Empresas y que el Servicio debe fiscalizar.

El SERNAGEOMIN, consciente de la importancia de incorporar la variable seguridad a los proyectos mineros del país, ha desarrollado estas guías metodológicas, con el propósito de que los empresarios mineros cuenten con un apoyo que les permita la aplicación correcta de la legislación vigente en materias de seguridad minera, en cada uno de sus proyectos, y a su vez logren un desempeño eficiente en la tramitación de sus proyectos.

Esta guía en particular, contiene, por lo tanto, las indicaciones necesarias para orientar al proponente de **un proyecto de lixiviación de minerales no cupríferos**, en el sentido de que su estudio se enmarque dentro de la reglamentación contenida en el Reglamento de Seguridad Minera.

I. RECOMENDACIÓN GENERAL.

En todos los casos, la información presentada en los proyectos, debe ser lo suficientemente detallada para que el lector o revisor comprenda totalmente la naturaleza y extensión del proyecto propuesto, a fin de contar con los detalles suficientes que permitan una adecuada evaluación. Los planos y mapas que se presenten, deben ir ubicados dentro del informe, de manera que el acceso a ellos sea fácil, y a una escala adecuada. Puede presentarse una copia reducida que se incluya dentro del capítulo de descripción, adjuntando en el apéndice los planos tamaño original.

El nivel de profundidad con que se debe desarrollar cada tema dependerá de la etapa en que se encuentre; de la magnitud del proyecto, y de su nivel de complejidad.

Si corresponde, **será obligatorio contar con una RCA** (Resolución de Calificación Ambiental) favorable, cuyos compromisos estén considerados en la correspondiente evaluación del proyecto.

De **no requerir el Proyecto RCA** o ingreso al SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental), se **deberá adjuntar “carta de no pertenencia” emitida por la COREMA correspondiente.**

II. PRESENTACIÓN

La presente guía se basa en la experiencia acumulada por el Servicio a través del tiempo, en manuales especializados de lixiviación de minerales no cupríferos, y en algunas experiencias extranjeras que han sido consultadas para este tipo de tratamiento.

Conforme a lo que el SERNAGEOMIN considera para cumplir con lo establecido en el "Reglamento de Seguridad Minera", respecto a la presentación de proyectos, éste debe estar conformado, al menos, por lo siguiente:

Índice
Resumen Ejecutivo
Descripción del Proyecto
Plan de Cierre.

III. INDICE

Para una mejor lectura y una fácil ubicación de algún punto específico, al comienzo del proyecto, se debe agregar un Índice de las materias que contiene, con indicación del número de la página correspondiente.

IV. RESUMEN EJECUTIVO

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Se debe describir la etapa de construcción del proyecto, indicando las acciones y requerimientos necesarios para materializar las obras físicas del proyecto, y los plazos asociados a cada etapa.

ETAPA DE OPERACIÓN.

Se debe detallar las acciones, requerimientos, manejo de materiales e insumos y todos los aspectos necesarios para el funcionamiento del proyecto, incluyendo sus medidas de mantención y conservación.

ETAPA DE CIERRE.

La descripción de la etapa de cierre debe incluir las acciones que el titular tiene consideradas para poner en práctica en dicha etapa, y que deben estar contenidas en el Plan de Recuperación y Rehabilitación del Proyecto. Se debe dejar en claro que este cierre de la faena debe ser dirigido a la ejecución de acciones destinadas a dejar las faenas libres de peligros que puedan ocasionar accidentes, como



también considerar el control de los riesgos durante su ejecución. Además, en el cierre debe considerarse los compromisos ambientales, si ellos existieran.

V. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

A. DESCRIPCIÓN GENERAL.

La descripción del proyecto proporciona la base sobre la cual se lleva a cabo la revisión de las normas que protegen la vida y salud de los trabajadores, las instalaciones e infraestructura que hacen posible las operaciones mineras y la continuidad de sus procesos. Se debe por tanto incluir una descripción completa y detallada del proyecto propuesto, basado en los estudios de factibilidad del proyecto, informes de diseño de ingeniería, planes de construcción, Informe y memoria de cálculo de equipos, etc.

La descripción general del proyecto de lixiviación de minerales no cupríferos debe incluir una descripción resumida del mismo en referencia al proyecto minero global, que abarque desde la etapa de alimentación planta hasta el embarque de los productos, cuando corresponda.

En términos generales, la descripción del proyecto deberá contener, si correspondiere, la siguiente información:

- ◆ Nombre del Proyecto y objetivo del mismo.
- ◆ Ubicación geográfica y política del proyecto (Coordenadas UTM del área de la planta y tortas de lixiviación y ubicación final de los rípios, planos de disposición general de las instalaciones industriales del proyecto y los principales accesos del mismo).
- ◆ Nombre del establecimiento y origen de los minerales o concentrados a tratar y la compañía o empresa minera que lo opera.
- ◆ Nombre, área y rol de las pertenencias, cuando corresponda, que amparan los lugares de lixiviación y sus rípios.
- ◆ Servidumbre minera, cuando corresponda, dado por el propietario del terreno superficial.
- ◆ Nombre del propietario y representante legal de la empresa.
- ◆ Resolución de la COREMA, si corresponde, que declara ambientalmente viable al proyecto.
- ◆ Método o Métodos de lixiviación proyectados y sus parámetros principales.
- ◆ Organigrama general con las unidades productivas y de servicio y sus dotaciones.
- ◆ Carta de programación (GANTT, PERT o CPM) del proyecto (estudios metalúrgicos, ingeniería, adquisiciones, construcción, puesta en marcha, operación industrial, cierre y abandono).
- ◆ Recursos (agua potable, agua industrial, energía y comunicaciones).



- ◆ Profesionales mineros que firman el proyecto y profesional minero responsable de la faena.
- ◆ Ubicación en el organigrama del Departamento de Prevención de Riesgos y categoría de Sernageomin del encargado o Jefe del Departamento.

B. ANTECEDENTES TECNICOS GENERALES.

Se debería considerar:

- ◆ Mineral y características mineralógicas y metalúrgicas de él.
- ◆ Estimación del tiempo de operación de las plantas de tratamiento en base a las reservas de mineral, que se alimentará.
- ◆ Criterio técnico para seleccionar el método o los métodos de tratamiento de los minerales o concentrados. Se debe justificar la elección de los métodos de tratamiento, indicando la estabilidad de las pilas de lixiviación si las hubieran, y si son de tipo estático o dinámico, e igualmente, ubicación y estabilidad de los depósitos de rípios si los hubiere. Asimismo, se hará un resumen del tipo y cantidad de equipos necesarios para el conjunto de las operaciones a realizar.
- ◆ Diagrama de flujo con las operaciones para producir el metal que se está tratando, el chancado del mineral y la etapa de lixiviación.
- ◆ Plan de cierre y abandono de la planta y botaderos de rípios.

C. ANTECEDENTES TÉCNICOS ESPECÍFICOS.

- ◆ Plano detallado de la planta de chancado, etapas de ellas y de la etapa de aglomerado si lo hubiera.
- ◆ Planta y perfiles mostrando las pilas de lixiviación si las hubiere, los cachuchos en caso de usarlos y los equipos de agitación, si ese fuera el caso.
- ◆ Estudio de estabilidad de las pilas y botaderos de rípios :
 - ◆ Análisis geomecánico de las pilas y botaderos de rípios, considerando condiciones estáticas y bajo el efecto de sismos.
 - ◆ Dimensiones de las pilas, cachuchos o equipos de agitación y sistema de recolección de las soluciones, durante la operación y posterior a ella.
- ◆ Sistemas de tratamiento de las soluciones y los descartes de ellas.
- ◆ Sistemas de protección del personal para sustancias venenosas o corrosivas o inflamables que se usarán en la lixiviación.
- ◆ Esquema de las operaciones unitarias y equipos que se usan, para poder determinar las medidas mínimas de seguridad que se deben tomar.



- ◆ En caso de usar equipo móvil, indicar las medidas de seguridad que se toman.
- ◆ Manejo del agua subterránea y los sistemas que se usan para evitar su contaminación con los líquidos lixiviantes.
- ◆ Sistema de detección de incendios, y sistema para apagarlos, de acorde al tipo de sustancia que este comprometido.
- ◆ Energía Eléctrica. Este estudio debe comprender:
 - Voltaje de la línea de alimentación y característica de los cables y su aislación, si corresponde.
 - Ubicación de los transformadores, con indicación de los voltajes de entrada y salida y la descripción del lugar que están ubicados, indicando las medidas destinadas a que no entre personal extraño, los sistemas contra incendio, carteles de prevención y de primeros auxilios e instalaciones a tierra.
 - Debe indicarse la malla de tierra y su cálculo y su ubicación en cada sector electrificado, y como se conecta al cable de tierra general de la planta.
 - Debe indicarse los voltajes que se utilizarán para los equipos móviles y estacionarios.
 - Debe indicarse el voltaje de los rectificadores de corriente en caso de usar sistemas de electrodeposición o de refinación electrolítico, y enviar un proyecto para la aprobación del Servicio, del sistema propuesto.
- ◆ Planta de extracción por solventes. En caso que la lixiviación se complete con una planta de extracción por solventes. Se debe indicar lo siguiente:
 - Cantidad de trenes de extracción.
 - Extractante utilizado y su dosificación.
 - Sistema de detección y protección de incendios.
 - Ventilación de la planta.
- ◆ Sistemas de protección del personal para envenenamiento con sustancias venenosas o protección contra ácidos o sustancias corrosivas. Se debe indicar lo siguiente:
 - Lugar y ubicación de equipos y antídotos de primeros auxilios.
 - Entrenamiento del personal para aplicación de antídotos o sustancias para evitar quemaduras y corrosión debido a los materiales usados.
 - Procedimiento de envío del personal, después de prestarle los primeros auxilios a un centro de atención médica cercano.
 - Existencia de postas de primeros auxilios.
 - Sistemas de paradas de emergencia de las correas transportadoras.
 - Sistema de alarmas en caso de incendios y sistema para apagarlos, y ubicación de los refugios para el personal, en caso que el incendio se propague o no sea posible controlarlo.



D. DISPOSICIÓN DE RIPIOS (BOTADEROS).

- ◆ Ubicación geográfica y coordenadas U.T.M. de los botaderos de rípios, con el o los planos de disposición.
- ◆ Cubicación, ángulo de talud y dimensiones principales de los botaderos.
- ◆ Forma de llenado y precauciones.
- ◆ Manejo de las aguas lluvias o cursos de agua, ubicados aguas arriba del botadero.
- ◆ Estudio de estabilidad considerando la resistencia del terreno basal, y los posibles movimientos sísmicos en el área.

E. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Se debe describir la etapa de construcción del proyecto, indicando las acciones y requerimientos necesarios para materializar las obras físicas del proyecto, y los plazos asociados a cada etapa. La información a precisar referente a la etapa de construcción es:

- ◆ Proceso de construcción de la planta, impermeabilización de los sectores en que se van a colocar pilas o posibles derrames de cachuchos y tambores de agitación. Instalaciones de faena (talleres, bodegas, instalaciones sanitarias, campamentos, oficinas), caminos de acceso, medios de comunicación, abastecimiento de energía (propia o de terceros), depósitos de mineral, pilas y botaderos de rípios.
- ◆ Construcción de plantas de chancado.
- ◆ Construcción de silos de almacenamiento de mineral.
- ◆ Construcción de talleres de mantenimiento, oficinas, sectores de comedores y casas de cambio.
- ◆ Construcción de campamentos e instalaciones.
- ◆ Requerimientos, fuentes de abastecimiento y transporte de: materiales combustibles, agua, energía y servicios.
- ◆ Requerimientos de mano de obra (propia o de contratistas).
- ◆ Maquinarias y equipos destinados a la construcción (tipo, cantidad, etc.).
- ◆ Movimiento de tierra, sectores y superficies afectadas. Información sobre la necesidad de tronaduras, voladuras u otras explosiones.
- ◆ Tipo de desechos industriales y domésticos generados y forma de disposición.
- ◆ Ingeniería conceptual para desvíos, cruces de ríos y de caminos, intercepción de servicios o cauces naturales, superficiales o subterráneos.
- ◆ Descripción y cuantificación de los flujos vehiculares necesarios durante la etapa de construcción, indicando puntos de origen y destino.



- ◆ Descripción de las líneas de alta tensión, subestaciones y centrales eléctricas o subestaciones que se deberán construir o instalar durante la construcción, para la operación posterior de la planta.
- ◆ Descripción de los sistemas de captación y distribución de agua, con fines industriales y de consumo humano, que deberán construirse para la operación de la planta.
- ◆ Descripción de los caminos, vías de ferrocarril, aeropuertos y puertos que se deban construir, para la realización del proyecto.

F. ETAPA DE OPERACIÓN.

- ◆ Programación en el tiempo de todas las actividades.
- ◆ Operaciones unitarias de la operación de la planta de lixiviación, tales como:
 - ◆ Dosificación de los líquidos lixiviantes.
 - ◆ Tasas de riego en caso de usar pilas.
 - ◆ Sistema de recolección de las soluciones.
 - ◆ Método de reducción de tamaño del material de dimensiones mayores.
 - ◆ Mantenimiento de los equipos utilizados.
 - ◆ Sistemas de seguridad para emergencias, tales como incendios o fuga de líquidos peligrosos.
- ◆ Dotación de personal temporal y permanente con que contará el proyecto durante su operación.
- ◆ Características técnicas de los equipos y estructuras a utilizar, indicando su vida útil.
- ◆ Descripción de toda la infraestructura así como las instalaciones que se deberán mantener dentro del complejo minero. Deberán incluirse:
 - Fuentes de abastecimiento de agua, sistemas de almacenamiento y distribución. Volumen estimado del abastecimiento y consumo de agua, tanto para fines industriales como para el consumo humano.
 - Fuentes de suministros y demanda de energía eléctrica.
 - Descripción del sistema de tratamiento y disposición de aguas servidas. Volumen estimado de agua residual producida.
 - Procesos de disposición de residuos, diferenciando entre residuos industriales (aceites, contenedores, envases) y domésticos (provenientes del casino, casa de cambio, etc.). Volumen estimado de desechos sólidos producidos. Tipo y volumen de desechos peligrosos o tóxicos.
 - Detalles de la operación de abastecimiento, almacenamiento y distribución de lubricantes, combustibles y otros insumos.
 - Manejo y almacenamiento de materiales peligrosos tales como combustibles, reactivos químicos, explosivos.
 - Operación y mantención de oficinas administrativas, casas de cambio, casinos, policlínicos, etc.
 - Mantención de caminos, vías ferroviarias, etc.



6. ETAPA DE CIERRE.

La descripción de la etapa de cierre debe incluir las acciones que el titular tiene consideradas para poner en práctica en dicha etapa, y que deben estar contenidas en el Plan de Cierre del Proyecto. Se debe proporcionar la siguiente información referente a estas etapas:

- ◆ Fecha estimada del cierre.
- ◆ Descripción de actividades de verificación y cerco de los sectores de botaderos de ripios.
- ◆ Desarme de las instalaciones industriales.
- ◆ Descripción de metodología para desmantelamiento de instalaciones y traslado de equipos mecánicos.
- ◆ Listado de obras que permanecen en el lugar del emplazamiento.
- ◆ Acciones de disposición y eliminación de residuos. Magnitud y características de éstos.
- ◆ Descripción de actividades de prevención como instalación de cercos y letreros, cierre de vías de acceso, etc.
- ◆ Asignación de personal de vigilancia, si se requiere, y/o programa de inspecciones periódicas.
- ◆ Cierre de almacenes de explosivos.

Las principales acciones que deben ser consideradas en los Planes de Cierre del Proyecto, se incluyen a continuación.

- Desmantelamiento de instalaciones, si fuere necesario,
- Cierre de accesos,
- Señalizaciones,
- Cierre de almacenes de explosivos,
- Caracterización de efluentes.

Para el desmantelamiento.

- a) Un Inventario de:
 - elementos o sustancias peligrosas tales como productos químicos, explosivos, hidrocarburos, aceites u otros.
 - equipos,
 - maquinarias e
 - instalaciones.
- b) Retiro y Disposición final de los mismos en lugar o vertedero apropiado.

Para el cierre de Botaderos de ripios.

- a) Los TALUDES de los botaderos de ripios serán ESTABLES durante el período de operación; sin embargo, en el largo plazo es posible la ocurrencia de fallas



locales, afectando pequeñas áreas al pie de los botaderos de rípios. Se recomienda perfilarlos.

- b) DELIMITAR Y SEÑALIZAR en el terreno mediante letreros de advertencia de peligro, para prevenir daños y accidentes producto de las fallas mencionadas en punto anterior.
- c) Al final de la vida útil, CLAUSURAR caminos de acceso a estas áreas.
- d) HABILITAR CANALES PERIMETRALES cuando estos botaderos de rípios queden expuestos a escurrimientos superficiales de aguas lluvia. (Desviar flujos evitando inestabilidad).

Para el Cierre de Caminos.

- a) Evaluar los caminos que se dejarán transitables ya sea para control de la etapa de cierre, para estudios posteriores o para público en general, y los caminos que deben ser cerrados.
- b) Señalizaciones.
- c) Perfilamiento de caminos.

Para el Cierre de Edificios e Instalaciones auxiliares.

- a) Desmantelamiento de instalaciones, edificios, equipos y maquinarias, cuando fuese necesario.
- b) Deserregizar instalaciones.
- c) Cierre de accesos,
- d) Señalizaciones.
- e) Retiro de materiales y repuestos.
- f) Protección de estructuras remanentes.

Para el Cierre de las Infraestructuras.

- a) DESMANTELAMIENTO de campamento y sus instalaciones anexas.
- b) VENTA o DISPOSICIÓN FINAL de las estructuras.
- c) NIVELAR terreno con material superficial natural del área o estériles.
- d) DEJAR OPERATIVAS las líneas de distribución de energía eléctrica, plantas de purificación de agua potable y de tratamiento de aguas servidas cuando se requieran, para monitoreo y eventuales actividades de mitigación. (Pueden reemplazarse las instalaciones utilizadas en la etapa de operación por nuevas instalaciones, de menor envergadura).
- e) CORTE de caminos.
- f) SEÑALIZACIONES advirtiendo el peligro.



GOBIERNO DE
CHILE
SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGIA Y MINERIA
DEPTO DE SEGURIDAD MINERA

El Proyecto de Plan de Cierre de Manejo de residuos y otros deberá incluir lo siguiente:

- a) Retiro de escombros.
- b) Protección de estructuras remanentes.
- c) Retiro y disposición final de residuos que no permanecerán en el lugar.
- d) Cierres y letreros de advertencia.
- e) Disposición final de residuos que permanecerán en el lugar.
- f) CIERRE de los depósitos de residuos domésticos, residuos sólidos inertes y residuos peligrosos.
- g) RECUBRIMIENTO de estos depósitos mediante una capa de suelo compactado de aproximadamente 50 cm. para limitar la erosión eólica e infiltración de precipitaciones.
- h) SEÑALIZACIONES pertinentes.

VI. PLANOS Y MAPAS QUE DEBEN ADJUNTARSE.

El Proyecto debe incluir los siguientes planos descriptivos:

- Plano general del proyecto, que debe incluir ubicaciones de la planta de chancado, planta de lixiviación o pilas, botaderos de ripios, caminos interiores, polvorines, depósito de residuos industriales y domésticos, campamento, oficinas, casino, casa de cambio, policlínico, etc.
- Planos de ubicación geográfica, que deben incluir todos los caminos de acceso y los pueblos o ciudades cercanas a la planta (por ejemplo, mapa de la zona del proyecto, escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Militar).
- Planos y perfiles indicando el diseño de la planta.
- Diagrama de flujo de la planta.

Los planos deben estar referidos a las coordenadas UTM, estando normalizados en los formatos de acuerdo a la norma chilena, e indicar, como mínimo, en el recuadro de leyenda lo siguiente:

- Nombre de la empresa propietario y/o consultora.
- Título del proyecto.
- Título del plano.
- Escala.
- Fecha de realización.

Documento redactado por,

Santiago Pinilla Bañados
Ing. Depto. Seguridad Minera
Servicio Nacional de Geología y Minería



2010

**DEPARTAMENTO DE
SEGURIDAD MINERA**

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA