



GOBIERNO DE
CHILE
SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGÍA Y MINERÍA

SEGURIDAD MINERA

GUÍA METODOLÓGICA PARA PRESENTACIÓN
DE PROYECTOS MINEROS DE BOTADEROS





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

GUIA METODOLÓGICA DE SEGURIDAD PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS MINEROS DE BOTADEROS.

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
GEOLOGIA Y MINERIA

DEPTO DE SEGURIDAD MINERA

Depto. Seguridad Minera, año 2010

**GUIA METODOLÓGICA DE SEGURIDAD
PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS
MINEROS DE BOTADEROS.**

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

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

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

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



INDICE DE MATERIAS

Objetivo de la Guía y Reglamento de Seguridad Minera	005
Recomendación general acerca de la presentación de Proyectos	005
1.- Índice	006
2.- Resumen Ejecutivo	006
3.- Descripción del Proyecto de Botadero	007
A.- Descripción General del Proyecto	007
B.- Secuencia del Índice	007
C.- Antecedentes Técnicos Generales	008
D.- Antecedentes Técnicos Específicos	008
4.- Plan de Cierre	010
5.- Planos y Mapas	012
6.- Prohibiciones	012

OBJETIVO:

El objetivo de esta guía es proporcionar las indicaciones necesarias, para orientar al proponente de un proyecto minero de depósito de residuos masivos mineros (Botaderos), en la preparación de su proyecto conforme al Reglamento de Seguridad Minera.

REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA (DECRETO SUPREMO N° 72)

El Decreto Supremo N° 72, de 1985, del Ministerio de Minería, modificado por el D.S. 132/2002, que establece el Reglamento de Seguridad Minera, entregando el marco regulatorio general al que deben someterse todas las faenas de la Industria Extractiva Minera Nacional comprendidas en el artículo N° 6 y del que sólo podrán eximirse aquellas industrias citadas en el artículo N° 7, del mismo Reglamento. Cada actividad minera tiene sus propias características y las implicancias en Seguridad de cada una de ellas, depende de la etapa en que se encuentre el proyecto (construcción, operación o cierre) y por supuesto de su tamaño.

Además, por lo amplio y genérico que resulta este reglamento, surge la necesidad de dar un conjunto de guías metodológicas para los proyectos mineros explotados a rajo abierto. Estas guías pretenden proporcionar a los dueños de las minas las herramientas necesarias para lograr un desempeño eficiente y seguro en la tramitación de su Proyecto particular. Al que no necesariamente son aplicables todas las recomendaciones e informaciones solicitadas en este documento.

I. RECOMENDACIÓN GENERAL.

SERNAGEOMIN, consciente de la importancia de incorporar la variable seguridad en los proyectos mineros del país, ha desarrollado estas guías metodológicas para que los empresarios mineros, cuenten con un apoyo que les permita la aplicación correcta de la legislación vigente.

La presente guía se basa en la experiencia acumulada por el Servicio a través del tiempo, en manuales especializados de diseño, construcción y depositación de estériles/lastre y en algunas experiencias extranjeras que han sido consultadas para este tipo de depósito.

Se recomienda que la información presentada en los Proyectos, sea lo suficientemente detallada para que el revisor comprenda totalmente la naturaleza y extensión del proyecto propuesto.

Los detalles deben ser suficientes como para una adecuada evaluación, los planos y mapas deben ir ubicados dentro del informe de manera que el acceso a ellos sea fácil y a una escala adecuada.

Pueden presentarse copias reducidas dentro del capítulo de descripción y adjuntar en anexos o apéndices, los planos en tamaño original.

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



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

Será obligatorio junto con la presentación del proyecto escrito, **adjuntar una copia de este en CD** con todo el contenido presentado.

Si corresponde, **será obligatorio contar con RCA** (Resolución de Calificación Ambiental emitida por la COREMA correspondiente), 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.**

Todo proyecto presentado al Servicio deberá estar conformado al menos por lo siguiente:

- 1.- Índice
- 2.- Resumen Ejecutivo
- 3.- Descripción del Proyecto
- 4.- Análisis de Estabilidad
- 5.- Plan de Cierre
- 6.- Mapas y Planos
- 7.- Anexos

1.- DEL INDICE

Para una mejor lectura y una fácil ubicación de algún punto específico, al comienzo del proyecto, se debe agregar un Índice de Materias que contenga el número de la página correspondiente a cada tema.

Un proyecto de botadero de estéril/lastre considerará los siguientes elementos:

i) Datos de Entrada requeridos para analizar la viabilidad del Proyecto:

1. Modelo Geotécnico
2. Parámetros de Diseño (ancho de caminos, accesos, taludes, geometría del Botadero.)

ii) Proceso de Planificación necesario para desarrollar el Proyecto:

1. Parámetros de diseño
2. Diseño de fases
3. Plan Minero
4. Calculo de Equipos
5. Forma de Llenado
6. Criterios de Aceptabilidad
7. Sismicidad y Riesgo sísmico
8. Análisis de Estabilidad
9. Análisis Numérico
10. Análisis de Riesgos (Hazop)

2.- DEL RESUMEN EJECUTIVO

El resumen ejecutivo tiene como objetivo sintetizar brevemente todos aquellos aspectos claves del Proyecto.

Un lector que no tuviera un conocimiento exhaustivo del proyecto empresarial debería, después de la lectura del resumen ejecutivo, disponer de información suficiente para poder evaluar en forma preliminar el proyecto.



Un adecuado resumen ejecutivo debe ser claro, conciso y de fácil comprensión. No debe exceder de dos páginas, lo que requerirá un importante ejercicio de síntesis y de estructuración mental por parte de los proponentes.

Debe remarcarse la importancia de la presentación del resumen ejecutivo, por ello se ubica al principio del Proyecto como "carta de presentación" del mismo. Por este motivo es un capítulo al que se debe prestar mucha atención y cuyo contenido y presentación se debe estudiar con detenimiento.

3.- DE LA DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE BOTADERO

A.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

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, análisis de estabilidad, etc.

La descripción general del proyecto de Botadero debe incluir un resumen, que abarque desde la etapa de diseño hasta la etapa de cierre cuando corresponda.

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

- 1.- Nombre del Proyecto y objetivo del mismo.
- 2.- Ubicación geográfica y política del proyecto (Coordenadas UTM del área de emplazamiento, coordenadas centro o límites y los principales accesos del mismo), identificando Datum utilizado.
- 3.- Nombre de la faena y la compañía o empresa minera que lo explota.
- 4.- Nombre, área y rol de las pertenencias que amparan la propiedad del yacimiento y del emplazamiento del Botadero.
- 5.- Servidumbre minera, cuando corresponda, dado por el propietario del terreno superficial.
- 6.- Nombre del propietario y representante legal de la empresa.
- 7.- Resolución de la COREMA que declara ambientalmente viable al proyecto.
- 8.- Carta (GANTT, PERT o CPM) del proyecto (obras preliminares, construcción, puesta en marcha, operación, cierre y abandono).

B.- SECUENCIA QUE SE DESCRIBE EN EL ÍNDICE

i) Datos de Entrada, ii) Proceso de Planificación y iii) Explotación Minera a Cielo Abierto.



C.- ANTECEDENTES TÉCNICOS GENERALES

Se deberá considerar como mínimo en proyecto de botadero lo siguiente:

c.1. Geología estructural del área.

Descripción del yacimiento mineral, basado en el informe geológico que identifica las especies minerales, mena, ganga y la geología estructural de donde se emplazará el botadero.

c.2. Criterio técnico para seleccionar el método o los métodos de construcción y llenado del botadero.

Se debe justificar la elección del método, indicando la secuencia de llenado y el plan de trabajo. Asimismo se hará un resumen del tipo y cantidad de equipos necesarios para las operaciones a realizar.

c.3. Inversión estimada en las diferentes áreas del proyecto.

c.4. Plan de cierre y abandono del botadero(s).

Serán aplicables a los Proyectos de botaderos de estéril, los requerimientos establecidos en los Art. 339 al Art. 344, del Reglamento de Seguridad Minera DS 132.

D.- ANTECEDENTES TÉCNICOS ESPECÍFICOS

- ◆ En caso que el botadero tenga material auto combustible (tosca de carbón), sistema para evitar incendios en instalaciones cercanas.
- ◆ Cuando la naturaleza del material depositado lo exija, se deberán presentar las medidas técnicas para evitar combustión espontánea.
- ◆ Cuando la granulometría del material depositado lo requiera, se deberán presentar las medidas de control pertinentes para evitar su arrastre por el viento.
- ◆ 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.

D.1. Plano geológico con la sobrecarga, el mineral y la o las rocas que lo rodean.

D.2. Planta y perfiles mostrando la configuración final y las sucesivas fases.

D.3. Estudio de estabilidad del botadero, que debe comprender:

- Caracterización geomecánica del material a depositar (propiedades de la roca intacta).



- Angulo talud
- Angulo por fases
- Angulo global
- Criterios de Aceptabilidad
- Factores de Seguridad y Probabilidad de Falla

- ◆ Análisis de estabilidad probabilístico – Determinístico usando un modelo estructural, para calcular el factor de seguridad y probabilidad de falla, para caso de condición estática y pseudoestática, y el ángulo final del perfil de cada zona, con y sin agua.

- ◆ Análisis de numérico de perfiles del yacimiento considerando simulación de caída de rocas y/o desplazamientos máximos verticales y horizontales.

D.4. Secuencia de llenado, con las fases o expansiones para al menos los 5 primeros años.

D.5. Ancho y pendiente de los caminos.

D.6. Monitoreo y/o medidas comprometidas en RCA sobre manejo del agua subterránea y las aguas lluvias

- **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 desarrollo de caminos de acceso, plataformas y de sus obras anexas.
- ◆ Descripción de campamentos o instalaciones en la cercanía del botadero.
- ◆ 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.
- ◆ Tipo 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, y medidas de seguridad.
- ◆ Descripción de las líneas de alta Tensión, que se deberán construir en las cercanías del botadero.
- ◆ Descripción de los sistemas de desvió de aguas lluvias.



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

• ETAPA DE OPERACIÓN

- ◆ Programación en el tiempo de todas las actividades.
- ◆ Sistema de transporte.
- ◆ Mantención de caminos.
- ◆ Mantención de los equipos utilizados.
- ◆ Sistemas de seguridad para emergencias, tales como avalanchas o derrumbes.
- ◆ Dotación de personal temporal y permanente con que contará el proyecto durante su operación.
- ◆ Monitoreo geotécnico, si existiera.

4. DEL PLAN DE CIERRE

- ◆ De acuerdo al artículo N° 494 se deberán contemplar al menos los siguientes aspectos:

Para la estabilización de taludes se requieren:

- a) Establecer el Riesgo Sísmico por magnitud de los terremotos de la zona.
- b) Asociar la Aceleración $A_{máx}$ con los sismos de la zona (Coef. Sísmico determinado eg. Saragoni y/o Nch. N° 433)
- c) Determinar el Factor de Seguridad y Desplazamientos máximos Verticales y Horizontales si lo amerita.

Para las señalizaciones:

- a) Las señales de seguridad están definidas como una combinación de forma, color y símbolo.
- b) Las señales se clasifican según la información que proporcionan en señales:
 - Prohibición y obligación forma de señalética, redonda
 - Advertencia de atención o peligro en forma de señalética triangular e
 - Información de salvamento o indicativa en formas de señalética rectangular o cuadrada.
- c) Los colores de seguridad significan lo siguiente:

Color rojo: Parada, Prohibición, Desconexión de Urgencia y Lucha contra incendios, (su color de contraste es el blanco)

Color amarillo: Atención, Peligro, Señalización de riesgos, Pasajes peligrosos y obstáculos, (su color de contraste es el negro)

Color Verde: Puestos de primeros auxilios y situaciones de seguridad como salidas de socorro y salvamento, (su color de contraste es el blanco)

Color azul: Señales de obligación, (su color de contraste es el blanco)



- d) Los símbolos de seguridad son imágenes que describen una situación de manera auto explicativa y sus dimensiones estarán de acuerdo a la distancia, desde la cual debe ser percibida claramente por el observador.

Para la caracterización de efluentes se requieren:

- a) Monitoreo que indicará si se requiere sistema de tratamiento.
 - b) Construcción de canales perimetrales para el manejo de los drenajes ácidos y,
 - c) Disposición final en Planta de tratamiento o Almacén.
- De acuerdo al artículo N° 496 el Plan de cierre de Botaderos y rípios de Lixiviación deberá contemplar los siguientes aspectos:
 1. Construcción de diques interceptores y canales evacuadores de aguas lluvia,
 2. Estabilización de taludes,
 3. Cubrimiento con membranas impermeables y/o suelo natural, u otros,
 4. Compactación y definición de pendientes de superficie, y
 5. Lavado de rípios.

Para el cierre de los Botaderos:

Los Taludes de los botaderos 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.

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.

Al final de la vida útil, clausurar caminos de acceso a estas áreas.

Habilitar canales perimetrales cuando estos botaderos queden expuestos a escurrimientos superficiales de aguas lluvia. (desviar flujos evitando inestabilidad)

Para el cierre de los Rípios de Lixiviación:

- De acuerdo al artículo N° 498 el Plan de cierre de Plantas, Edificios e instalaciones auxiliares deberá referirse a los siguientes aspectos:

Desmantelamiento, cierre de accesos, estabilización de taludes, señalizaciones, retiro de materiales y repuestos; todos ya comentados en el plan de cierre del rajo.

Adicionalmente se desenergizarán todas las instalaciones excepto aquellas necesarias para monitoreos posteriores, pudiendo adecuar sus capacidades a lo mínimo requerido.

En cuanto a la protección de estructuras remanentes, podrá nivelarse el terreno con material del mismo sitio.



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

5. PLANOS Y MAPAS

- Plot plan o plano general del proyecto, que debe incluir límites del rajo, botaderos, 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 al rajo (por ejemplo, mapa de la zona del proyecto, escala 1:50.000 o 1:100.000 del Instituto Geográfico Militar).
- Planos de cuencas aportantes, cuando corresponda.
- Planos de avalanchas, si el botadero se ubica en zona de alta cordillera, donde exista este tipo de riesgos.
- Planos de situación final de restauración y perfiles transversales, en escalas de 1:500 a 1:2.000.
- Los planos deben estar, en lo posible, 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

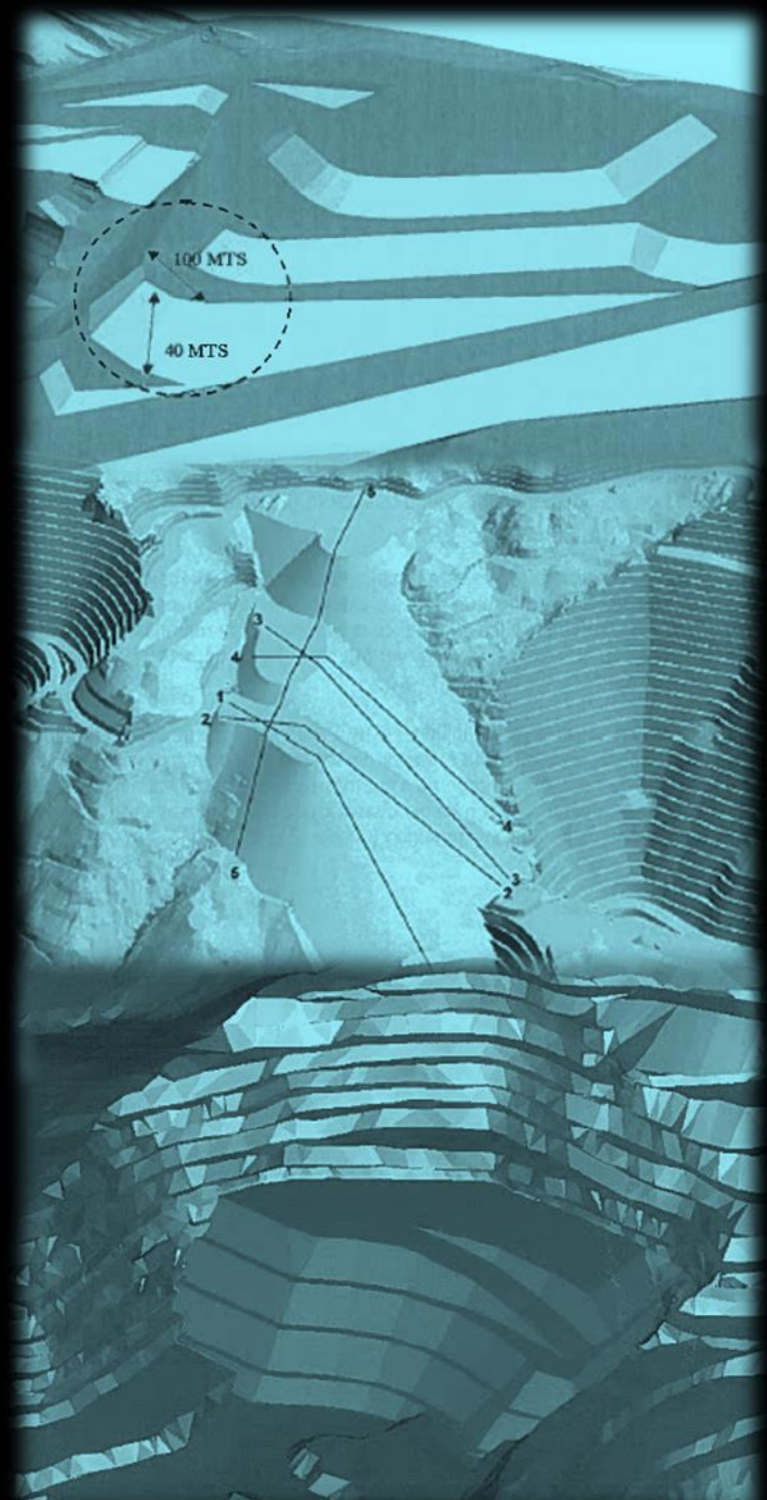
6. PROHIBICIONES

Se debe tener en consideración la siguientes prohibiciones establecidas por el Reglamento de Seguridad Minera, en su Art. 344.

- No se permite el vaciado de desechos o residuos de cualquier otra naturaleza en los depósitos de estériles.
- En el caso de la utilización de neumáticos para ser dispuestos en los botaderos, esta situación debe ser presentada al Servicio a través de un Proyecto, respaldando desde el punto de vista de la estabilidad física y de la estabilidad química del depósito, a través de estudios geotécnicos entre otros.

Documento redactado por,

Oscar Arce Hasbun
Ing. Depto. Seguridad Minera
Servicio Nacional de Geología y Minería



2010

**DEPARTAMENTO DE
SEGURIDAD MINERA**

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA