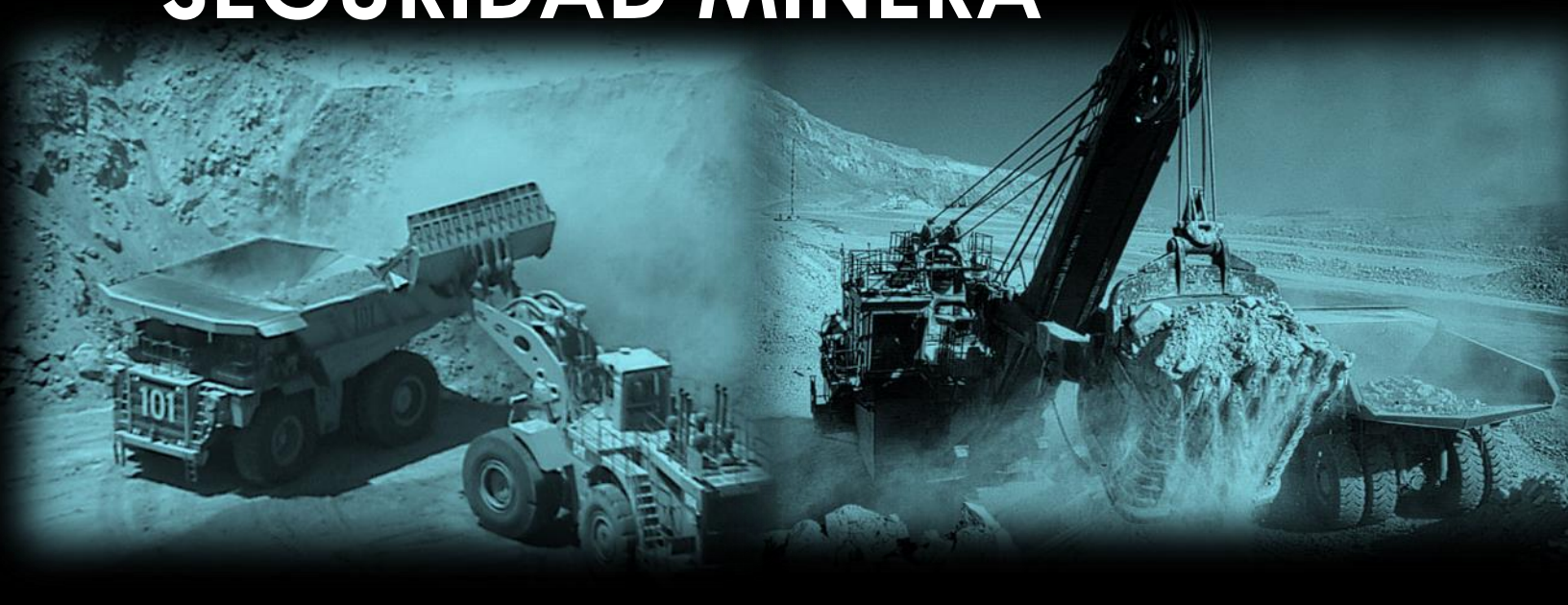




GOBIERNO DE  
**CHILE**  
SERVICIO NACIONAL DE  
GEOLOGÍA Y MINERÍA

# SEGURIDAD MINERA



GUÍA METODOLÓGICA PARA PRESENTACIÓN  
DE PROYECTOS MINEROS DE RAJO ABIERTO





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

# GUIA METODOLÓGICA DE SEGURIDAD PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS MINEROS DE RAJO ABIERTO.

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 A RAJO ABIERTO.**

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

Elaborado por:  
Ing. Sergio Andrade Gallardo.  
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	007
3.- Descripción del Proyecto de Explotación Minero	007
4.- Programa de Prevención de Riesgos	009
5.- Plan de Cierre	010
6.- Planos y Mapas que deben adjuntarse	013
7.- Consideraciones de interés para la Seguridad en un Rajo Abierto	013
8.- Pautas de tipo y cantidad de información según etapas del Proyecto	014
9.- Descripción de emisiones y descargas al Medio Ambiente	016
Anexos	017
1.- Detalle del Programa de Prevención de Riesgos	017



## OBJETIVO:

El objetivo de esta guía es proporcionar las indicaciones necesarias, para orientar al proponente de un proyecto minero a Rajo Abierto, en la preparación de su confección 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 rajo abierto y en algunas experiencias extranjeras que han sido consultadas para este tipo de explotación.

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.

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.- Programa de Prevención de Riesgos.
- 5.- Plan de Cierre.
- 6.- Mapas y Planos

### 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 rajo abierto considerará los siguientes elementos:

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

Modelo de Recursos Geológicos

Modelo Geotécnico

Costos preliminares (Mina, Planta, Fundición, Refinerías, Ventas, etc.)

Parámetros de Diseño Operativo Mina (Ancho de caminos y accesos, Pendientes en %, Geometría del Banco, etc.)

Metalurgia (Recuperaciones en %, Restricciones del mineral, Capacidad de Plantas, etc.)

**ii) Proceso de Planificación** necesario para desarrollar el Proyecto:

1. Secuencia Económica de la Minería
2. Estrategia de Leyes corte
3. Diseño de fases de Explotación
4. Plan Minero
5. Calculo de Equipos e Insumos (flota, horas, disponibilidades, etc.)
6. Dotación de Personal
7. Infraestructura Mina
8. Evaluación Económica
9. Análisis de sensibilidad
10. Análisis de Riesgos (Hazop)

**iii) Explotación Minera a Cielo Abierto** que incluye las siguientes operaciones unitarias:

- Perforación
- Tronadura
- Carguío
- Transporte y
- Servicios



## 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 EXPLOTACION MINERA:

### 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, etc.

La descripción general del proyecto de Rajo abierto debe incluir un resumen, que abarque desde la etapa de exploración hasta el embarque de los productos, 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 explotación, planos de disposición general de las instalaciones industriales del proyecto y los principales accesos del mismo), identificando Datum utilizado.
- 3.- Nombre del yacimiento y la compañía o empresa minera que lo explota.
- 4.- Nombre, área y rol de las pertenencias que amparan la propiedad del yacimiento.
- 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 (exploración, evaluación de reservas, ingeniería, adquisiciones, construcción, puesta en marcha, operación industrial, cierre y abandono).
- 9.- Organigrama general con las unidades productivas y de servicio y sus dotaciones.
- 10.- Recursos (agua potable, agua industrial, energía y comunicaciones).

#### **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 una explotación a cielo abierto lo siguiente:

C.1. Geología económica y estructural del área y del yacimiento.

Descripción del yacimiento mineral, basado en el informe geológico que identifica las especies minerales útiles y la ganga.

Estimación de reservas de mineral con que cuenta el proyecto. Resumen de la, evaluación de las reservas explotables y volúmenes de estéril a mover. Minerales primarios y secundarios que serán extraídos, sistema estructural presente en el yacimiento, y estudio de riesgos geológicos/estructurales asociados al proyecto.

C.2. Criterio técnico para seleccionar el método o los métodos de explotación del yacimiento.

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

C.3. Diagrama de flujo con las operaciones para producir el mineral en la mina o el rajo, el transporte del mineral hasta su etapa de concentración o beneficio.

Si no existieran estas últimas etapas, el producto que se obtiene.

C.4. Inversión estimada en las diferentes áreas del proyecto.

C.5. Plan de cierre y abandono de la mina o rajo y botadero(s).

#### **D.- ANTECEDENTES TÉCNICOS ESPECÍFICOS:**

Se deberá considerar como mínimo en una explotación a cielo abierto lo siguiente:

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

D.2. Planta y perfiles mostrando el rajo final y las sucesivas fases.

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

- Caracterización geomecánica del yacimiento (propiedades de la roca intacta, fallas, diaclasas, macizo rocoso y medio ambiente geotécnico).





- Angulo interrampa
  - Angulo cara del banco
  - Angulo global de la pared
  - Zonificación del rajo
  - 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 de rajo final del perfil de cada zona, con y sin agua.
  - Análisis de estabilidad de superficies irregulares suponiendo que el talud puede fallar por superficies irregulares definidas por discontinuidades geológicas y por el macizo rocoso.
  - Análisis de estabilidad y numérico de perfiles del yacimiento considerando simulación de caída de rocas y/o desplazamientos máximos verticales y horizontales.
- D.4. Secuencia de explotación, con las fases o expansiones para al menos los tres primeros años.
- D.5. Esquema de las operaciones unitarias (perforación, tronadura, carguío y transporte) para determinar el ancho mínimo de los bancos y rampas, diseños de tronadura, ubicación de polvorines, calculo de flota de equipos, perfiles de transporte, etc.
- D.6. Ancho y pendiente de los caminos.
- D.7. Manejo del agua subterránea y las aguas lluvias

#### **E. DISPOSICIÓN DE ESTÉRIL (BOTADEROS):**

- E.1. Ubicación geográfica y coordenadas U.T.M. de los botaderos de estéril, con el o los planos de disposición.
- E.2. Cubicación, ángulo de talud y dimensiones principales de los botaderos.
- E.3. Forma de llenado, medidas de contención y seguridad, y precauciones.
- E.4. Manejo de las aguas lluvias o cursos de agua, ubicados aguas arriba del botadero.
- E.5. Estudio de estabilidad considerando la resistencia del terreno basal y las características de material a depositar, los posibles movimientos sísmicos en el área, cálculos determinísticos – probabilísticos de la condición del botadero.

#### **4. DEL PROGRAMA DE PREVENCION DE RIESGOS:**

Este Programa deberá sustentarse en los siguientes elementos:

- Planificar y establecer las actividades a seguir elaborando un inventario de riesgos críticos en las áreas, los equipos y en los materiales. Decidir la atención que se otorgará a cada ítem del inventario y definir las frecuencias de

inspección. Asignar los estándares de desempeño, cuyo mínimo es la legislación vigente.

- Ejecutar las actividades conforme a lo planeado estableciendo herramientas válidas y significativas de medición. (Procedimientos de trabajo, informes de incidentes e inspecciones). Definir, documentar y comunicar las funciones, responsabilidad y autoridad del personal que gestiona las actividades de prevención.
- Controlar la conformidad, contrastando lo medido con el estándar establecido. Monitorear el grado de cumplimiento de los objetivos de la organización (Auditorías); Confirmar la efectividad de las acciones correctivas y preventivas tomadas.
- Actuar y corregir las causas de las desviaciones y / o implementar mejoras. Considerando la eventual necesidad de cambios en la política, en los objetivos y otros elementos del programa a raíz de los resultados de la auditoría. (Para una mejor orientación Ver Anexo N° 1, en página 17)

#### 5. DEL PLAN DE CIERRE:

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

Desmantelamiento de instalaciones, si fuere necesario, Cierre de accesos, Sellado de bocaminas y/o piques a superficie, Estabilización de taludes, Señalizaciones, Cierre de almacenes de explosivos, Caracterización de efluentes.

#### **Para el desmantelamiento se requieren:**

a) Un Inventario de:

- elementos o sustancias peligrosas tales como productos químicos, explosivos, hidrocarburos, aceites u otros,
- equipos,
- maquinarias e instalaciones. (campamento y sus instalaciones anexas)

b) Retiro de los elementos en a), y Reventa y/o Disposición final de los mismos en el lugar o en vertedero autorizado.

#### **Para el cierre de accesos en un rajo se requieren (Art. N° 497)**

- a) Corte de caminos perfilados S/G control de la erosión.
- b) Levantamiento de bermas y
- c) Letreros de advertencia.
- d) Evaluar los caminos que se dejarán transitables y los caminos que deben ser cerrados. Quedarán transitables para el público en general los necesarios para estudios posteriores o para control de la etapa de cierre.
- e) Proporcionar las señalizaciones, y el perfilamiento adecuado de caminos



### Para el sellado de bocaminas y/o piques a superficie

- a) Bloqueo de todas las bocaminas o labores que salen a superficie para evitar acceso de personas y salida de gases nocivos. (El tapón resistente puede ir desde un metro de hormigón armado a un sello hermético con madera dura)
- b) Bloqueo de aquellas labores que sin salir a superficie, están delimitando la mineralización y
- c) Letreros de advertencia

### 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 por 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 el cierre de almacenes explosivos se requieren:

- a) Descontaminación del suelo
- b) Retiro de todos los productos y,
- c) Destrucción o Disposición final, realizada por personal autorizado.



### **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.

De acuerdo al artículo N ° 498 el Proyecto de Plan de Cierre de Manejo de residuos y otros deberá incluir lo siguiente:

Retiro de escombros, protección de estructuras remanentes, cierres y letreros de advertencia; todos ya discutidos en puntos anteriores.



Disposición final de residuos que permanecerán en el lugar:

- a) Cierre de los depósitos de residuos domésticos, residuos sólidos inertes, residuos peligrosos y vertederos existentes.
- b) Recubrimiento de estos depósitos mediante una capa de suelo compactado de aproximadamente 50 cm para limitar la erosión eólica e infiltración de precipitaciones y nivelar el terreno donde quedan estructuras remanentes con material superficial del área.
- c) Señalizaciones pertinentes; se aplica lo ya señalado en párrafos anteriores, y retiro y disposición final de residuos que no permanecerán en el lugar.

## 6. 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 rajo 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.
- Planos geológicos de planta y perfiles que muestren el cuerpo mineral y las reservas:

- Plano geológico 1:25.000 – 1:50.000

- Plano geológico de detalle y secciones transversales (1:500 - 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.

## 7.- CONSIDERACIONES DE INTERÉS PARA LA SEGURIDAD EN UN RAJO ABIERTO

Hay recomendaciones que pueden ser adoptadas voluntariamente y otras que son exigidas por ley. Ambas están expresadas en el punto **4.-** y se complementan con el punto **8.-** (los 2 puntos corresponden a este documento). Además, para un detallado análisis puede recurrirse al Anexo N° 1, que se adjunta al final de esta guía.



## 8.- PAUTAS REFERENTES AL TIPO Y CANTIDAD DE INFORMACIÓN QUE SE REQUIERE ENTREGAR EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

### A). EN 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 del rajo y de sus obras anexas, tales como instalaciones de faena (talleres, bodegas, instalaciones sanitarias, campamentos, oficinas), caminos de acceso, medios de comunicación, abastecimiento de energía (propia o de terceros), depósitos de baja ley y botaderos de estéril.
- Requerimientos, fuentes de abastecimiento y transporte de: materiales combustibles, agua, energía, 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.
- Retiro y acopio de cubierta vegetal.
- 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.
- Programación en el tiempo de todas las actividades de construcción del proyecto.

### B). EN 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. La información a precisar referente a la etapa de operación es:

- Movimiento de materiales (minerales a procesamiento, mineral de baja ley y estéril). Tonelajes y ritmo de producción.
- Operaciones unitarias de la operación a rajo abierto, tales como:
  - Perforación: descripción de los métodos y equipos de perforación y de captación de polvo, niveles de ruido esperado y vibraciones.



- Tronadura: tipo de explosivos (factor de carga), y niveles de onda sonora y vibraciones esperados. Abastecimiento, transporte a la faena, almacenamiento y transporte interno de explosivos.
- Carguío: descripción del equipo a utilizar, cuidados en su desplazamiento y medidas de protección al entorno de trabajo.
- Transporte de material (mineral y estéril). Barreras delimitadoras en sectores de vaciado, sistemas de control durante el trayecto.
- Mantenición de rampas, caminos, taludes, drenajes.
- 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 construirán 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.
  - Fuente de suministros y demanda de energía eléctrica.
  - Descripción el 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.
  - Descripción de polvorines, incluyendo:
    - Ubicación de los polvorines principales y secundarios
    - Filosofía de operación de los polvorines y detalles relativos a la cantidad y tipo de explosivos almacenados en cada polvorín.
    - Detalles de construcción y operación de los polvorines.
    - 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 mantenimiento de oficinas administrativas, casa de cambio, casinos, policlínicos, etc.
    - Caminos, vías ferroviarias, etc. (incluir los programas de mantención de vías).
    - Todos los caminos de acceso al lugar del proyecto, ya sean existentes o que se planeen construir, deben describirse y mostrarse tanto en el plano general, como en el plano de ubicación geográfica del área del proyecto. Las vías de acceso



se deben describir en términos de capacidad y uso estimado durante las fases operacionales del proyecto.

### C). EN ETAPA DE CIERRE Y/O ABANDONO:

La descripción de la etapa de cierre y/o abandono 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 proporcionar la siguiente información referente a esta (s) etapa(s):

- Fecha estimada del cierre.
- Descripción de actividades de verificación de la estabilidad de taludes y bancos, y corrección de taludes deficientes.
- Superficie, forma y profundidad del rajo en la etapa de abandono. Se debe incluir un plano que refleje el aspecto y características fisiográficas del área de impacto en la etapa de abandono del proyecto.
- 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 a la mina, etc.
- Asignación de personal de vigilancia, si se requiere y/o programa de inspecciones periódicas.

### 9.- DESCRIPCION DE EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE:

Las emisiones y descargas al ambiente deberán ser descritas para todas las etapas desde la construcción al abandono del proyecto.

- Emisiones a la Atmósfera (polvo natural, humos, gases).
- Generación de ruidos, olores y temblores.
- Efluentes (residuos líquidos) de origen doméstico e industrial, especificando el punto de descarga, destino final y eventual tratamiento.
- Desechos (residuos sólidos) de origen doméstico e industrial, su disposición final, tratamiento, transporte, manejo y condiciones de seguridad.





## ANEXO

### DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

- Revisar condición de las estructuras en la mina (Paredes, Bancos y Bermas)
  - Anomalías geológicas como fallas, diques o deslizamientos.
  - Revisar condición de los pisos en los caminos, rampas y calles peatonales.
  - En el diseño de caminos, rampas, patios de estacionamiento y zonas de servicio, deberá considerar además de la envergadura de los equipos, los siguientes factores: pendientes máximas, salidas de emergencia o desahogos, bermas de protección y contención, señalización de advertencia efectiva y cruzamiento de vehículos y equipos, (Artículo 256, Decreto N° 72).
  - Toda persona que por estrictas razones de trabajo deba ingresar, transitar o permanecer en las áreas de operación del "rajo", debe hacerlo premunido de elementos distintivos de alta visibilidad que denoten su presencia a los operadores de equipos. (Artículo 246, Decreto. N° 72).
  - Todo vehículo menor, como camionetas, furgones, camiones tres cuartos (¾) y vehículos con tracción en las cuatro ruedas, que transiten por las áreas en que circulan y trabajan equipos de gran tonelaje, deben hacerlo portando una pértiga, balizas u otros, que denoten su presencia frente a tales equipos. La pértiga tendrá una altura mínima de tres metros (3m) medidos desde el suelo, pero esta altura se determinará en cada faena de acuerdo al Tipo de Camiones de extracción existentes.
  - El uso de estos implementos será obligatorio dentro de los límites de la faena. La pértiga, deberá poseer una luz intermitente en su extremo superior, la que se encenderá cuando las condiciones de visibilidad así lo exijan. (Artículo 247, Decreto. N° 72).
- Líneas de FF.CC. en superficie y cambios de línea operando adecuadamente.  
Advertencias visuales y auditivas en curvas ciegas.
- No se permitirá el trabajo simultáneo de equipos de carguío en bancos, ubicados a diferente cota sobre una misma vertical. (Artículo 244, Decreto N° 72).
  - Supresión de polvo en salas de chancado y extracción del polvo ambiental.
  - Higiene del personal. Casas de cambio. Lavado y secado de las ropas de trabajo.
  - Sistemas de limpieza y filtrado para efluentes con riesgo de polución.
  - Acuñaado de elementos susceptibles de rodar (barras de perforación y tambores de lubricación).
  - Sistema de almacenamiento "FIFO" (first in, first out).

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 y el número de la página correspondiente.



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

- Acceso seguro a los artículos ubicados en repisas altas. Controlar los apilamientos de materiales pesados.
- Equipos de emergencia listos para actuar en derrames de sustancias peligrosas y transportistas entrenados en riesgo químico, con E.P.P. adecuado para el conductor.
- Considerar la mantención de bombas y generadores de emergencia dentro del Plan de Mantención para planta y equipos.
- Asegurar que las protecciones de las máquinas estén incluidas en los planes de mantención.
- Sistema de bloqueo para equipos autopropulsados.
- Tipos de escaleras, longitud e inclinación de acuerdo al Reglamento de Seguridad Minera (Decreto N° 72).
- Operadores entrenados para los equipos de carga e izado.
- Cargas de trabajo segura, claramente marcadas en la máquina.
- Monitoreo y registro, de la abertura de los ganchos utilizados para trasladar e izar cargas.
- El sistema de manejo de las sustancias químicas peligrosas, debe incluir tanto las sustancias "a prueba", como las empleadas por "contratistas".
- Almacenamiento adecuado de los cilindros portátiles de gas (de pié, nunca acostados) y separar los vacíos de los llenos por una pared cortafuego.
- Lista de sustancias químicas peligrosas, con sus hojas de seguridad disponibles para las brigadas de emergencia.
- Plan de emergencia para las fuentes radioactivas existentes. (deben indicar la ubicación de las fuentes).
- Todos los equipos del mandante y del contratista para transportar gente, materiales o minerales deben cumplir con las especificaciones y aprobaciones legales.
- La empresa minera deberá presentar, para la aprobación del Servicio, los respectivos Reglamentos que definan estándares de trabajo, a lo menos de las siguientes operaciones:
  - a) Tránsito de vehículos y personas en la mina.
  - b) Perforación y tronaduras.
  - c) Carguío y transporte de material y
  - d) Sistemas de emergencias (Artículo 239, Reglamento de Seguridad).
- La perforación, en toda mina, deberá efectuarse usando el método de perforación húmeda. Cuando por causas inherentes a las condiciones de operación, no sea posible utilizar dicho método y previa autorización del Servicio, la perforación podrá efectuarse en seco, utilizando un sistema de captación de polvo que cumpla con los siguientes requisitos:
  - a) La captación del polvo debe ser automática durante toda la operación.
  - b) El polvo debe ser recolectado sin que pase al ambiente.



- c) El sistema de captación debe ser mantenido al cien por ciento (100%) de su capacidad, (Artículo 539, Decreto N° 72).
- El almacenamiento, transporte, uso y disposición final de los explosivos se hará de acuerdo a la ley 17.798 y su reglamento complementario.
- El tapado de los hoyos cargados con explosivos (colocación de taco), deberá hacerse en forma manual o con un equipo especialmente diseñado para ello, autorizado por el Servicio. Para la autorización del equipo se deberá contar con un procedimiento de trabajo, indicando medidas tendientes a asegurar que la guía o cordón del detonador que sale del hoyo no pueda ser golpeado por el equipo u otro tipo de accidente que ponga en riesgo al personal que realiza la labor, (Artículo 250, Decreto N° 72).
- Ningún equipo mecanizado podrá trabajar a una distancia menor de veinte metros (20m) de los equipos de carguío como camión fábrica o zonas donde se realiza el carguío de explosivos, (Artículo 251, Decreto N° 72).
- En presencia o ante la proximidad de tormentas eléctricas, nevazones, ventiscas y vientos sobre cien kilómetros (100km) por hora, se deberá suspender la operación de carguío de explosivos y cualquier manejo de ellos. Cuando una parte de la tronadura se encuentre cargada, se deberá aislar el área tal como si se tratara de la iniciación de un disparo programado y esperar hasta que la emergencia haya pasado. (Artículo 252, Decreto N° 72).
- La tronadura sólo se podrá realizar con luz natural, (Artículo 253, Decreto N° 72).
- El vaciado de material en puntos de descarga, como botaderos, parrillas, chancadores y otros, deberá estar regulado con las máximas medidas de protección en cuanto a barreras delimitadoras, iluminación, señalización y procedimientos de operación para evitar:
  - a) Deslizamientos o caídas de equipos por pendientes o en desniveles.
  - b) Vaciado accidental en lugares inhabilitados.
  - c) Lesiones a personas, daños a estructuras, equipos e instalaciones (Artículo 255, Decreto N° 72).
- Los operadores del equipo minero deben estar entrenados teórica y prácticamente, deben portar su licencia interna y comprobárseles su competencia al menos una vez al año.
- Se aplicará en las instalaciones de servicios en una mina a rajo abierto, las disposiciones legales, en lo relativo a requisitos de construcción y montaje, saneamiento básico, normas de control de incendios, almacenamiento y manejo de sustancias y productos peligrosos (Artículo 259, Decreto. N° 72).
- En las instalaciones de servicios, se dispondrá de los medios, equipos y procedimientos pertinentes para controlar situaciones de contingencias que eventualmente puedan afectar las faenas. Especial énfasis se pondrá en:
  - a) Instalación de sistemas de comunicación, alarma y extinción de incendios, de acuerdo a normas y especificaciones estandarizadas.
  - b) Procedimientos de rescate y atención de lesionados.
  - c) Procedimientos de evacuación. (Artículo 260, Decreto N° 72).
- Las herramientas de mano usadas en plataformas elevadas deben contar con muñequera de seguridad.



- Las herramientas de mano accionadas por explosivos deben usarse, almacenarse y mantenerse de acuerdo al estándar. Los cartuchos deben ser almacenados bajo estricto control y los operadores entrenados por el propio proveedor.
- El E.P.P. y las ropas de trabajo usadas en áreas con riesgo de contaminación, no deben dejar la mina o área de trabajo al fin del turno.
- Estandarizar letreros de advertencia (retirar oportunamente los letreros obsoletos).
- El uso del equipo respiratorio debe ser adecuado a la exposición y será reemplazado antes de la fecha de expiración.
- Para prevenir la pérdida de la audición se deben realizar chequeos anuales, tanto durante el empleo, como al egreso del trabajador. (Las zonas de ruido están identificadas y debidamente señalizadas).
- Establecer un código de buenas prácticas para administrar los riesgos de incendio, (incluir correas transportadoras, explosivos, equipos móviles, electricidad, etc.).
- Disponer de equipos de combate contra el fuego en lugares estratégicamente ubicados con relación al riesgo. (Contar con equipos de respaldo).
- Completar evaluación del riesgo para el transporte a granel, de explosivos y de sustancias químicas peligrosas (estipular procedimientos, aprobar vehículos y cumplir con capacidades máximas).
- Estanques identificados y con indicación de su contenido de acuerdo a estándar.
- Brigadas contra incendio disponibles en todos los turnos, (lista de personas disponible).
- Áreas que requieren acceso controlado debidamente cercadas o bloqueadas.
- Plan de acción en caso de emergencia, (debe estar disponible en la mina y actualizado).
- Registro de incidentes reportados al Departamento de Prevención de Riesgos (incluye al menos, todos los accidentes reportables de acuerdo a la ley). Enviar al Servicio Nacional de Geología y Minería formularios E-100 y E-200, mas los informes de investigación de los accidentes graves y fatales.
- Manejar estadísticas de los incidentes para al menos el año en curso y el año anterior.
- Mantener una carpeta con documentos legales que incluyen las excepciones, aprobaciones y permisos otorgados (establecer compromiso y responsabilidad del administrador).
- Además de constituir los CPHS (Comité Paritario de Higiene y Seguridad), nominar formalmente en base a sus competencias a los representantes de Prevención de Riesgos en cada área. Se debe monitorear las acciones y registrar las reuniones.
- Entrenar al personal en procedimientos de emergencia e identificar necesidades de capacitación por equipos nuevos o nuevos métodos de trabajo.



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

- Mantener un servicio de salud ocupacional que incluya exámenes médicos para todos los trabajadores, tanto físicos como mentales particularmente en trabajos tales como los de operador de equipo.
- Asegurar el desempeño efectivo de los trabajadores empleando un perfil específico de requerimientos para cada categoría de trabajo. (se incluye a los contratistas).
- Documentar las inspecciones realizadas, identificando las no conformidades, recomendando acciones correctivas y haciéndoles seguimiento.
- Los representantes de Prevención de Riesgos deben participar en las especificaciones de compra de plantas, equipos y materiales.
- Controlar la ejecución y autorización de modificaciones a plantas, equipos y a los métodos de minería.
- Asegurar que los contratistas cuenten con un Programa de Prevención de Riesgos, el personal competente y los equipos que cumplen con las especificaciones de la mina.

Documento redactado por,

**Sergio Andrade Gallardo**  
Ing. Depto. Seguridad Minera  
Servicio Nacional de Geología y Minería



**2010**

**DEPARTAMENTO DE  
SEGURIDAD MINERA**

**SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**