



GOBIERNO DE
CHILE
SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGÍA Y MINERÍA

SEGURIDAD MINERA



GUÍA METODOLÓGICA PARA PRESENTACIÓN
DE PROYECTOS MINEROS SUBTERRÁNEOS





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

GUIA METODOLÓGICA DE SEGURIDAD PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS MINEROS SUBTERRÁNEOS.

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
MINEROS SUBTERRÁNEOS.**

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.



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

INDICE DE MATERIAS

Objetivo de la Guía	005
Reglamento de Seguridad Minera	005
I. Recomendaciones Generales	005
II. Presentación	006
III. Índice	006
IV. Resumen Ejecutivo	006
Etapa de Construcción	006
Etapa de Operación	007
Etapa de Cierre	007
V. Descripción del Proyecto	007
a. Descripción General	007
b. Antecedentes Técnicos Generales	008
c. Antecedentes Técnicos Específicos	009
d. Disposición de Estéril (Botaderos)	014
e. Etapa de Construcción	014
f. Etapa de Operación	015
g. Etapa de Cierre	016
VI. Planos y Mapas	019



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

OBJETIVO:

El objetivo de esta guía es proporcionar las indicaciones necesarias, para orientar al proponente de un proyecto minero Subterráneo, en la preparación de su confección conforme al Reglamento de Seguridad Minera.

REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA (DECRETO SUPREMO N° 132)

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 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: 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.

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 explotación o cualquier modificación mayor al método aceptado. Además, deberán presentar un Proyecto de Plan de Cierre de la faena respectiva.

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 cuente 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 minero Subterráneo**, 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 (Nivel de ingeniería de conceptual-detalle) para que los lectores o revisores comprendan 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



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

de manera que el acceso a ellos sea fácil y a una escala legible y 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.

Será obligatorio contar con una copia de la RCA (Resolución de Calificación Ambiental) favorable si corresponde, cuyos compromisos estén considerados en la correspondiente evaluación del proyecto de lo contrario se debe adjuntar una carta de "No Pertenencia de ingreso al SEIA", emitida por la COREMA correspondiente.

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

II. PRESENTACIÓN

La presente guía se basa en la experiencia acumulada por el Servicio a través del tiempo, en manuales especializados de minas subterráneas y en algunas experiencias extranjeras que han sido consultadas para este tipo de explotación, y de los aspectos claves recopilados de proyectos presentados para evaluación del Servicio.

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
- Antecedentes Faena/Propietario
- Requisitos
- Descripción del Proyecto
- Plan de Cierre
- Anexos.

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, de igual manera debe efectuarse un Índice con listado de figuras, y/o listado de gráficos con sus correspondientes números de página.

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.

En este ítem debe agregarse la descripción y detalle de todas las obras complementarias y previas al inicio de una fase o proyecto, adjuntando a esta información los planos correspondientes según el nivel de ingeniería o complejidad.



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

ETAPA DE OPERACIÓN.

Se debe detallar las acciones, requerimientos, manejo de materiales e insumos, almacenamiento, disposición de residuos, instalaciones, procedimientos, diseños 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 un listado de todas las instalaciones que abarca el Plan de Cierre, junto con 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, y otorgar la estabilidad de las instalaciones a largo plazo. El cierre debe especificar si es de carácter temporal o definitivo. 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, informes de geotecnia, prevención, planificación, etc.

La descripción general del proyecto de mina subterránea debe incluir una descripción resumida del mismo en referencia al proyecto minero global, que abarque desde la etapa de exploración 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 explotación en datum WGS84 o PSAD56, planos de disposición general de las instalaciones industriales del proyecto y los principales accesos del mismo), describiendo la altura a la que se encuentra la faena en m.s.n.m., y la orientación y distancia en Km. a la que se encuentra de zonas pobladas o centros urbanos.
- ◆ Nombre del yacimiento, y de la compañía o empresa minera que lo explota.
- ◆ Nombre, área y rol de las pertenencias que amparan la propiedad minera del yacimiento.
- ◆ Servidumbre minera, cuando corresponda, dado por el propietario del terreno superficial.
- ◆ Nombre del propietario, dirección, e-mail y representante legal de la empresa.



- ◆ Resolución de Calificación Ambiental RCA la COREMA, si corresponde, que declara ambientalmente viable al proyecto, en caso de no requerir RCA, se deberá adjuntar una carta de "No pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental SEIA", emitida por la COREMA correspondiente avalando que no necesario ingresar al sistema.
- ◆ Método o Métodos de Explotación proyectados y sus parámetros principales.
- ◆ Organigrama general con las unidades productivas y de servicio y sus dotaciones.
- ◆ Carta de programación (GANNT, PERT o CPM) del proyecto (exploración, evaluación de reservas, 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.
- ◆ Diseño de fortificación a utilizar, estudios geomecánicos.
- ◆ Procedimientos de las operaciones unitarias mas riesgosas de la faena (manipulación de explosivos, perforación, acuñadura, carguío y transporte de material, transporte al interior mina, etc.).

B. ANTECEDENTES TÉCNICOS GENERALES.

Se debería considerar:

- ◆ Geología económica y estructural del área y del yacimiento. Descripción del yacimiento mineral, basado en el informe geológico que identifica las especies minerales útiles, impurezas y ganga.
- ◆ Estimación de reservas de mineral, de acuerdo al sistema de tratamiento, con que cuenta el proyecto. Resumen de la evaluación de las reservas explotables y volúmenes de estéril a mover. Minerales primarios, secundarios e impurezas que serán extraídos.
- ◆ Criterio técnico para seleccionar el método o los métodos de explotación del yacimiento. Se debe justificar la elección los métodos de explotación subterráneos, indicando la estabilidad de las labores de la mina y sectores de explotación, ya sea por caserones vacíos, caserones rellenos o sistemas de hundimientos, secuencia de desarrollo, preparación y 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.
- ◆ Diagrama de flujo con las operaciones para producir el mineral en la mina, el transporte del mineral hasta su etapa de concentración o beneficio. Si no existieran estas últimas etapas, el producto que se obtiene.
- ◆ Plan de cierre y abandono de la mina y botadero.



C. ANTECEDENTES TÉCNICOS ESPECÍFICOS.

- ◆ Plano geológico con la descripción del mineral y la o las rocas de caja, sistemas de fallas, calidad de las rocas mineralizadas y las que la rodean.
- ◆ Planta y perfiles mostrando los diferentes niveles de explotación los accesos, caminos de arranque y labores de ventilación, debe indicarse las distancias entre los dos accesos principales, uno que sirva de entrada y el otro de arranque y las instalaciones, para que permita una fácil salida del personal por la vía de escape, en caso de emergencia.
- ◆ **Estudio de estabilidad de las obras subterráneas y sistemas de fortificación. Este estudio debe comprender :**
 - Caracterización geomecánica del yacimiento (propiedades de la roca intacta, fallas, diaclasas, macizo rocoso y medio ambiente geotécnico).
 - Dimensiones de las explotaciones subterráneas y cálculo de la estabilidad de ellas (Radio hidráulico), debe considerarse un Radio Hidráulico del techo inferior a 9, en caso contrario se deberá justificar con Estudio Geomecánico.
 - Sistemas de fortificación a usar en cada tipo de roca y labor y su justificación, (Diseños de tipo de sostenimiento).
 - Dimensiones de las galerías y su relación con respecto a los equipos que circulan por ellas (incluir diagrama de perforación para cada sección).
 - Tipos diferentes de fortificación usados de acuerdo a la calidad de la roca, altura a la superficie, presencia de agua y meteorización.
 - Análisis geomecánico de los diferentes sectores de la mina y labores que se desarrollarán en cada uno, usando un modelo de los establecidos, para cálculo de estabilidad y tipos de fortificaciones, que aseguren la integridad del personal y las instalaciones.
 - Análisis o simulación de las vibraciones producidas por las tronaduras y establecer la limitaciones de cantidad de explosivo por tiempo de retardo, para asegurar la estabilidad de la mina.
- ◆ Secuencia de explotación, indicando los niveles que se explotarán en los diversos periodos de la mina.
- ◆ Esquema de las operaciones unitarias (preparación de un bloque, perforación, arranque y extracción) y equipos que se usan, para poder determinar el ancho y alto mínimo de las galerías y necesidades de ventilación.
- ◆ En caso de usar equipo móvil indicar el ancho y alto de las galerías, la ubicación de los refugios y los puntos de cruzamiento de los equipos.
- ◆ Manejo del agua subterránea y de perforación y sistema de extracción de ellas.

◆ **Ventilación. Este estudio debe comprender :**

Tipo de ventilación, natural o forzada.

Cálculo de necesidad de aire en base al personal que trabaja simultáneamente en el interior mina, cantidad y potencia de los equipos diesel que trabajan simultáneamente, en caso que los hubiera, cantidad de explosivos por tronadura y tiempo necesario para ventilar el disparo.

Secciones y rugosidad de las galerías y chimeneas del circuito de ventilación, indicando el cálculo de la potencia de los ventiladores, si los hubiera, y la velocidad del aire en las galerías donde circula el personal. En caso de usarse ventilación natural indicar el cálculo de ella, para ver si cumple con los requerimientos de aire establecidos.

Ubicación, potencia de la ventilación auxiliar y características de sus ductos.

Ubicación y características de las puertas y reguladores de cantidad de aire y planos de construcción.

Manual de operación de los ventiladores y puertas, especialmente en el caso de producirse un incendio.

Debe indicarse los sistemas depresores de polvos en los lugares que son grandes generadores de polvo, como por ejemplo traspasos de mineral o estéril, tronaduras y chancadores.

Sistema de aforos y medición de polvo según su tamaño, detectores de gases y nivel de oxígeno y periodicidad de estas mediciones.

◆ **Energía Eléctrica. Este estudio debe comprender :**

Voltaje de la línea de alimentación y característica de los cables y su aislamiento de esos cables.

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 nivel electrificado y como se conecta al cable de tierra general de la mina.

Debe indicarse los voltajes que se utilizaran para los equipos móviles y estacionarios.

Debe indicarse el voltaje de los troles en caso de ferrocarril eléctrico y enviar un proyecto, para la aprobación del Servicio, en caso de superar los 300 Volt.

◆ **Perforación y Tronadura. Se debe indicar lo siguiente :**

Ubicación y capacidad de los polvorines, principales y auxiliares y distancias a bocas de mina y chimeneas.



Sistema de transporte de explosivos, **en caso de usar vehículos, debe enviarse las características de ellos y sus sistemas de seguridad para ser autorizados por el Servicio.**

Reglamento de uso de explosivos y métodos de revisión y eliminación de tiros quedados.

La perforación deberá efectuarse mediante el método de perforación húmeda, en caso de requerirse perforación en seco, debe enviarse para aprobación del Servicio, el sistema usado y la forma como garantiza la protección respiratoria de los trabajadores expuestos.

Los sistemas depresores de polvo, humos y gases utilizados después de la tronadura.

Los tipos de instrumentos detectores de gases nocivos y cantidad de oxígeno.

Sistema de aviso, alarma o ubicación de loros, para comunicar al resto del personal la realización de una tronadura y su ubicación y el método para evitar la entrada de personas extrañas a la cercanía de un lugar donde se va a efectuar un disparo.

◆ **Diseño, construcción y operación de chimeneas. Se debe indicar lo siguiente :**

Ubicación de la chimenea, con respecto a las galerías de acceso y transporte y la forma de conectarse con ellas.

Sistema de construcción de las chimeneas.

En caso de construirse las chimeneas en forma manual, dar el desarrollo y altura de ellas y el ángulo de inclinación con respecto a la horizontal de estas chimeneas.

En las chimeneas o piques utilizadas, para tránsito de personal la habilitación de sus escaleras y plataformas de descanso, el diseño de estas escaleras y las plataformas correspondientes.

◆ **Equipos de izamiento. Se debe indicar lo siguiente :**

Peso de la jaula más los cables, en relación a la capacidad de levante del huinche y potencia de su motor.

Sistema de freno normal.

Sistemas de frenos automáticos del huinche para excesos de velocidad.

Sistema de freno hombre muerto.

Sistema de disminución automática de velocidad a la llegada al peinecillo o al fondo del pique.

Sistema de frenado, con las guías, de la jaula, balde o Skip en caso de rotura de los cables de levante.



Resistencia de los cables de levante y coeficiente de seguridad, para levante de personas y/o cargas sumados los esfuerzos dinámicos, de roce y flexión que sufra el cable.

En caso de usar polea Koepe, indicar el cálculo del diámetro de la polea, en función del diámetro del cable.

Al usar tambor de enrollamiento Indicar el diámetro de los hilos elementales y diámetro del tambor.

Para el empleo de grapas debe indicarse el cálculo de su número en función del diámetro del cable.

Sistema de control de cables, peinecillos, guías sistemas de seguridad y su frecuencia en el tiempo.

El cálculo en caso de usar cable de equilibrio, con contrapeso o doble jaula o doble skip.

La velocidad del elemento de izamiento y su distancia de frenado, al llegar al peinecillo o fondo de pique y existencia o no de un interruptor o sistema automático de frenado, cuando llega a exceso de velocidad a esos puntos.

El sistema de control de llenado de los baldes o Skips.

◆ **Prevención y control de incendios u otras emergencias mayores. Se debe indicar lo siguiente :**

Sistema de detección y extinción de incendios.

Sistema de alarma y aviso al personal en caso de una emergencia.

Procedimiento de evacuación del personal, de acuerdo al lugar donde se produjo la emergencia.

Existencias de cuadrillas de rescate.

Existencia de refugios, su descripción y su ubicación.

Ubicación de los depósitos de combustibles en la superficie, o instalaciones combustibles, en función de sus distancias a las bocas de mina, piques o chimeneas.

Instalaciones y almacenamiento subterráneos de elementos combustibles, tales como petroleras, lubricanteras o zonas de suministro y manutención de vehículos automotrices y las medidas de prevención de incendio, de esos lugares.

Cantidad de combustible almacenado en el interior de la mina y consumo diario de él.

◆ **Explotación de minería del carbón. Se debe indicar todo lo establecido para minería subterránea y además lo siguiente:**

Ubicación con respecto al mar y dimensión de su techo de seguridad con respecto al mar o un acuífero importante.



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

Ubicación con respecto a otras explotaciones, sobretodo antiguas, que puedan tener una cantidad importante de agua, almacenadas.

Cantidad de Metano por tonelada de carbón y sistema de detección y alarma cuando el metano supera el valor de 2%, en las minas medianamente y altamente grisutasas.

Cálculo de la ventilación, considerando la cantidad de metano a diluir, además de lo necesario para el personal y los equipos.

La ubicación de la principal y la revuelta y sistema ascendente de ventilación de los frentes, cuando los mantos son inclinados.

Si la cantidad de polvo de carbón que pasa por la Malla docienta es superior al 15 %, que material incombustible, se colocará, en los pisos techos y cajas y la periodicidad de esta colocación.

Equipo diesel y eléctricos, su calidad a prueba de fuego (Fire-Proof) y la certificación de ello, además que sistema de detección y parada de emergencia tienen los equipos diesel y eléctricos cuando el metano supera el 2%, en las minas medianamente o altamente grisutasas. En los equipos diesel cual es la temperatura del block del motor, en el mismo tipo de minas.

La calidad de incombustible o resistente al fuego de las correas transportadoras usadas y su ubicación con respecto al piso y la caja.

Sistemas de paradas de emergencia de las correas transportadoras, sobre todo cuando se usan para el transporte de personal.

El uso de explosivos permisibles, en los frentes de carbón y desarrollos en tosca, en las minas grisutasas.

En los sistemas de explotación por arranque por calles y hundimiento de la ciega (Long Wall o Short Wall), el sistema de sujeción del techo de las calles de arranque el avance de esta fortificación y sistema de arranque. La construcción de los castillos como también el sistema de ayuda para el hundimiento de la ciega, en caso que sea necesario.

En los sistemas de explotación por cámaras y pilares (Room and Pillar), mostrar el cálculo de los pilares y sus dimensiones y como es el método de recuperación de esos pilares, si se ha considerado en el proyecto.

Frecuencia de los aforos de ventilación y determinación de la proporción de metano en la revuelta.

D. DISPOSICIÓN DE ESTÉRIL (BOTADEROS).

- ◆ Ubicación geográfica y coordenadas U.T.M. de los botaderos de estéril, 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 Probabilístico – Determinístico (considerando FS y probabilidad de falla), y Análisis numérico considerando la resistencia al corte máxima y los desplazamientos verticales y horizontales. Para la caracterización geotécnica se debe contemplar las características del terreno basal, y la caracterización del material a ser depositado.
- ◆ En caso que el botadero tenga material auto combustible (tosca de carbón), sistema para evitar incendios en instalaciones cercanas.

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 desarrollo de los túneles, chimeneas y piques 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.
- ◆ Construcción de cavernas, para chancadores y/o plantas de concentración.
- ◆ Construcción de piques de traspasos de mineral y estéril y silos de almacenamiento de mineral (pocket).
- ◆ Construcción de talleres subterráneos de mantenimiento, oficinas, sectores de comedores y casas de cambio.
- ◆ Construcción de campamentos e instalaciones de superficie.
- ◆ 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.
- ◆ 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 mina.
- ◆ Descripción de los sistemas de captación de agua y distribución de agua, con fines industriales y de consumo humano, que deberán construirse para la operación de la mina.
- ◆ 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 subterránea, tales como:**
- ◆ Desarrollos: descripción de los métodos y equipos de construcción de túneles, chimenea, piques y cavernas
- ◆ Explosivos (factor de carga), abastecimiento, transporte a la faena, almacenamiento y transporte interno de explosivos.
- ◆ De acuerdo al sistema de explotación, caserones vacíos, caserones rellenos o métodos por hundimientos, indicar la forma de arrancar o quebrar el material y descripción de las dimensiones de los caserones o paneles y su estabilidad.
- ◆ Sistema de extracción del mineral en los caserones o paneles y equipo usado.
- ◆ Método de reducción de tamaño, del material de dimensiones mayores.
- ◆ Sistema de transporte.
- ◆ Mantenimiento de galerías, ramplas, chimeneas y piques.
- ◆ Ventilación.
- ◆ Mantenimiento de los equipos utilizados.
- ◆ Sistemas de seguridad para emergencias, tales como incendio o derrumbes.
- ◆ 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.



- ◆ 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 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 mantención de oficinas administrativas, casas de cambio, casinos, policlínicos, etc.
- ◆ Mantención de caminos, vías ferroviarias, etc.

G. 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 proporcionar la siguiente información referente a estas etapas:

- ◆ Vida útil del Proyecto y Fecha estimada del cierre.
- ◆ Descripción de actividades de verificación y cerco de los sectores de posibles hundimiento provocados por la explotación subterránea.
- ◆ Cierre de las bocas minas y sellados de los piques y chimeneas que llegan a la superficie.
- ◆ 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.

Cierre de almacenamiento de explosivos :

Las principales acciones que deben ser consideradas en los Planes de Cierre del Proyecto, incluyen el Desmantelamiento de instalaciones, si fuere necesario, Cierre de accesos, Sellado de bocaminas y/o piques a superficie, Señalizaciones, Cierre de almacenes de explosivos, Caracterización de efluentes.

Para el desmantelamiento es necesario detallar :

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

Para el cierre de accesos en minas subterráneas :

- 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.
- c) Cercado de los lugares de hundimiento.
- d) Instalación de Señalización de advertencia y peligro.

Para la caracterización de efluentes :

- a) Monitoreo que indicará si se requiere sistema de tratamiento.
- b) Construcción de canales perimetrales para el manejo de drenajes ácidos.
- c) Disposición final en Planta de tratamiento o Almacén.
- d) Sellado de las bocas de mina, para evitar la salida de aguas contaminadas.

Para el cierre de Botaderos :

- a) 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.



- 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 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) Desernegizar instalaciones.
- c) Cierre de accesos, e instalación de señalizaciones.
- d) Retiro de materiales y repuestos.
- e) Protección de estructuras remanentes.

Para el Cierre de las Infraestructuras :

- a) Desmantelamiento de campamento y sus instalaciones anexas.
- b) Reventa o disposición final de las estructuras.
- c) Nivelar terreno con material superficial natural del área.
- 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 y señalizaciones advirtiendo el peligro.

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.

VI. PLANOS Y MAPAS QUE DEBEN ADJUNTARSE.

El Proyecto debe incluir los siguiente planos descriptivos :

- ◆ Plano general del proyecto, que debe incluir ubicaciones de las bocas de minas, piques y chimeneas, 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 1:25.000 del Instituto Geográfico Militar).
- ◆ Planos y perfiles indicando los diferentes niveles de la mina.
- ◆ Planos y perfiles indicando el método de explotación.
- ◆ Croquis o planos indicando los circuitos de ventilación.
- ◆ Planos geológicos de planta y perfiles que muestren el cuerpo mineral y las reservas.

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