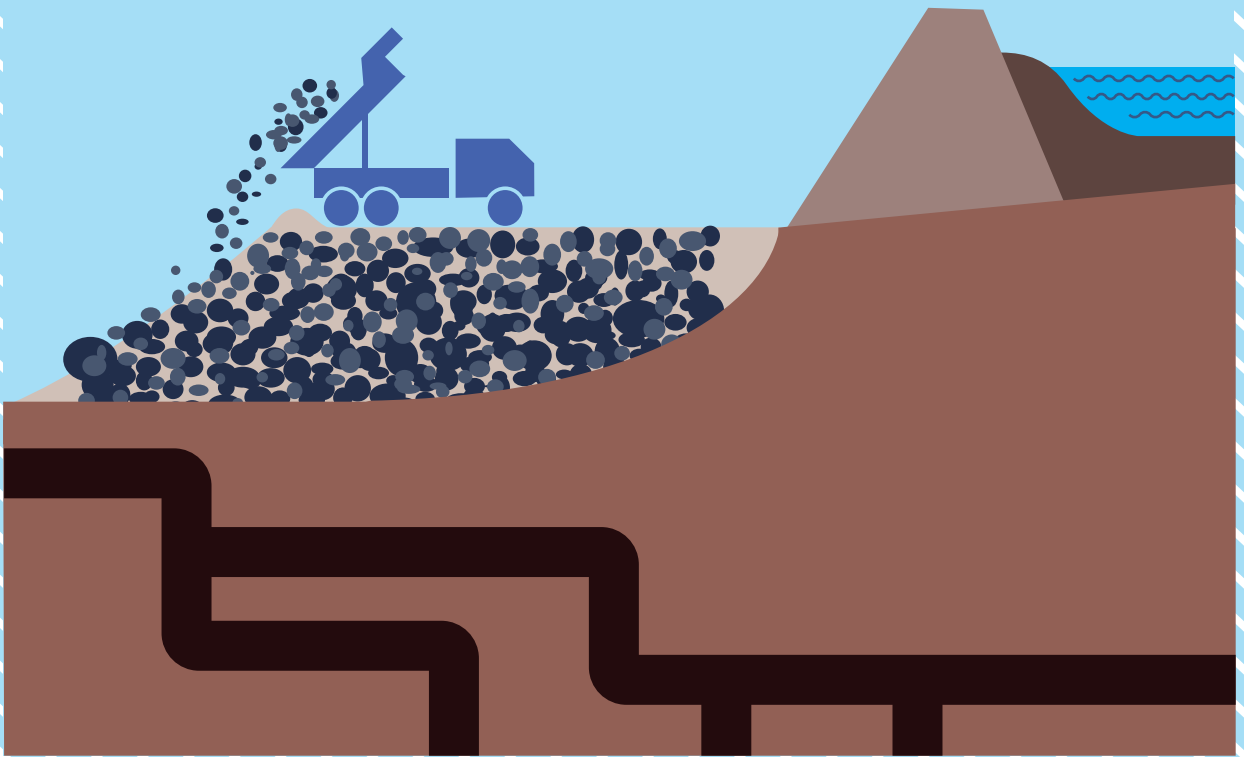


MANEJO DE MINERAL Y RESIDUOS MINEROS





GUÍAS DE OPERACIÓN PARA LA PEQUEÑA MINERÍA

01. DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN, TRATAMIENTO DE MINERALES Y CIERRE DE FAENAS
02. OPERACIÓN Y TRÁNSITO DE EQUIPOS, VEHÍCULOS Y PERSONAS
03. MANEJO DE EXPLOSIVOS
04. PERFORACIÓN Y TRONADURA
05. FORTIFICACIÓN Y ACUÑADURA
06. MANEJO DE MINERAL Y RESIDUOS MINEROS
07. MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES Y DOMÉSTICOS
08. MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS
09. PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS
10. INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

CONTENIDOS

A.

Manejo de Minerales y Productos

A.1 Medidas Generales

A.2 Medidas Específicas

B.

Disposición de Material Estéril de Mina

B.1 Medidas Generales de Seguridad

C.

Disposición de Relaves

C.1 General

C.2 Ubicación de un Depósito de Relaves

C.3 Depósito de Relaves con Crecimiento del Muro Aguas Abajo

› Forma de Operar el Depósito

C.4 Depósito de Relaves con Crecimiento del Eje Central

D.

Disposición de Ripios



GUÍAS DE OPERACIÓN PARA LA PEQUEÑA MINERÍA

Mediante Decreto Supremo N° 34 del Ministerio de Minería, con fecha 14 de junio de 2013, se modificó el Reglamento de Seguridad Minera, incorporándose el Título XV sobre "NORMAS DE SEGURIDAD MINERA APLICABLE A FAENAS MINERAS QUE INDICA". Este título reconoce las características especiales de las faenas mineras cuya extracción subterránea o a rajo abierto y/o tratamiento de minerales, sea igual o inferior a 5.000 toneladas por mes (en adelante indistintamente la "pequeña minería"), estableciendo medidas en seguridad acordes con la realidad propia de dichas faenas.

En este contexto, el Título XV establece que las Empresas Mineras de la pequeña minería y sus trabajadores, deberán conocer y cumplir con las disposiciones específicas contenidas en Guías de Operación que publicará el Servicio Nacional de Geología y Minería, (en adelante el "Servicio"). Dichas guías deben formar parte del Reglamento Interno de cada una de estas Empresas Mineras.

El presente documento cumple con lo señalado en el Artículo 602 y 631 letra (f) del Reglamento de Seguridad Minera, y constituye una "Guía de Operación para el Manejo de Mineral y Residuos Mineros" (en adelante indistintamente la "Guía"), y su contenido forma parte integral del Título XV para todos los efectos legales.

El Responsable de la Faena, apoyado por la asesoría de un Experto en Prevención de Riesgos, estará a cargo de dirigir, supervisar y controlar el cumplimiento de las obligaciones y medidas contenidas en la presente Guía.

INTRODUCCIÓN

La guía N°6, “**Manejo de Mineral y Residuos Mineros**”, incluye las medidas generales de seguridad para el manejo de mineral, productos y residuos mineros, en una faena de pequeña minería. Así como el mineral es el producto de la explotación minera, el alcance de esta guía también es aplicable al manejo de los productos de plantas, como concentrados y precipitados. Tanto minerales como concentrados y precipitados, se acopian inicialmente en canchas de productos, para luego ser cargados a camiones y transportados a su destino final.

Por su parte, los residuos mineros corresponden al material estéril de la explotación minera, y a los relaves o rípios de las plantas de tratamiento, según provengan de una operación de concentración o de lixiviación respectivamente.

A. Manejo de Minerales y Productos

EL ALCANCE DE ESTAS OPERACIONES INCLUYE EL ACOPIO, CARGUÍO Y TRANSPORTE DE LOS MINERALES QUE SE EXTRAEN DE UNA MINA O PRODUCTOS QUE SE OBTIENEN EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO.

Los minerales y productos de planta llegan inicialmente a canchas, donde deben ser preparados antes de seguir con el carguío y transporte. En pequeña minería, es normal que el mineral sea sometido a un proceso de selección manual para asegurar una determinada calidad que haga rentable el negocio. Por su parte, como los productos de planta provienen normalmente de procesos realizados en húmedo, es común que estos sean sometidos a un proceso de desaguado y secado natural.

En relación con el transporte, este se refiere al que se realiza con camiones a una planta de tratamiento (minerales) o a una fundición (concentrados y precipitados). Esto significa un transporte a mayor distancia, utilizar vías públicas y, en ocasiones, transitar por zonas urbanas.

A.1 MEDIDAS GENERALES

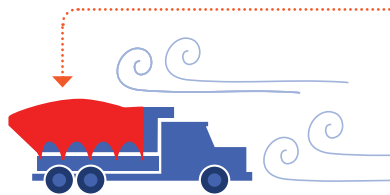
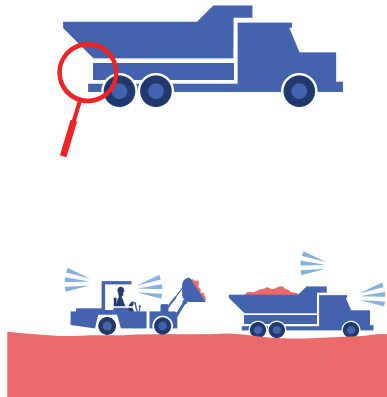


- Sólo podrán **conducir los vehículos y equipos requeridos aquellas personas que cuenten con la capacitación correspondiente** y posean una licencia vigente para la clase de vehículo que manejan, otorgado por la autoridad competente.
- **Los conductores de equipos y vehículos son los responsables de realizar una comprobación del estado mecánico y eléctrico de las máquinas antes de cada jornada de trabajo.** Si se observara una condición de riesgo, esta debe ser informada al responsable de la faena, y el equipo o vehículo no debe ser operado hasta la solución del problema.
- Los conductores de equipos y vehículos deberán **cumplir con todas las normativas internas de seguridad de la empresa y el reglamento general del tránsito**, en cuanto al respeto de las velocidades máximas, señaléticas generales y preferencias de vía. Está prohibido conducir equipos y vehículos bajo la influencia del alcohol, drogas, medicamentos, fatiga o enfermedad.
- **Está prohibido transportar personas en el pick-up** o carrocerías de equipos y vehículos.

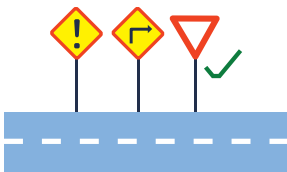
A.2 MEDIDAS ESPECÍFICAS

- En las operaciones de carguío de minerales y productos de planta, **los conductores y operadores de cancha deben utilizar los elementos de seguridad correspondientes**: zapatos, casco y lentes de seguridad, además de protectores auditivos, respirador facial y ropa de trabajo con cintas reflectantes. Éstas son muy importantes en un ambiente de trabajo con ruido y emisión de polvo, ya que permiten mejorar la visibilidad bajo condiciones adversas.

- Las maniobras para la posición de carguío deberán efectuarse solamente cuando exista plena visibilidad en el área involucrada.** Además, los vehículos deberán contar con luces o focos faeneros de retroceso ubicados de tal forma que permitan efectuar las maniobras de retroceso con total seguridad.



- El conductor del camión deberá esperar las instrucciones del operador del cargador** para ubicarse en la zona de carguío. Este último, con el balde cargado y arriba, indicará con un pitazo cuando el camión debe detenerse.
- Una vez cargado el camión**, su conductor deberá esperar la señal del operador del cargador para retirarse, la que también será a través de un pitazo.
- Al abandonar la zona de carguío**, el conductor del camión debe hacerlo con la mayor atención a las condiciones de tránsito en ese instante.
- Los camiones con productos** deben ser cubiertos para evitar la acción eólica.



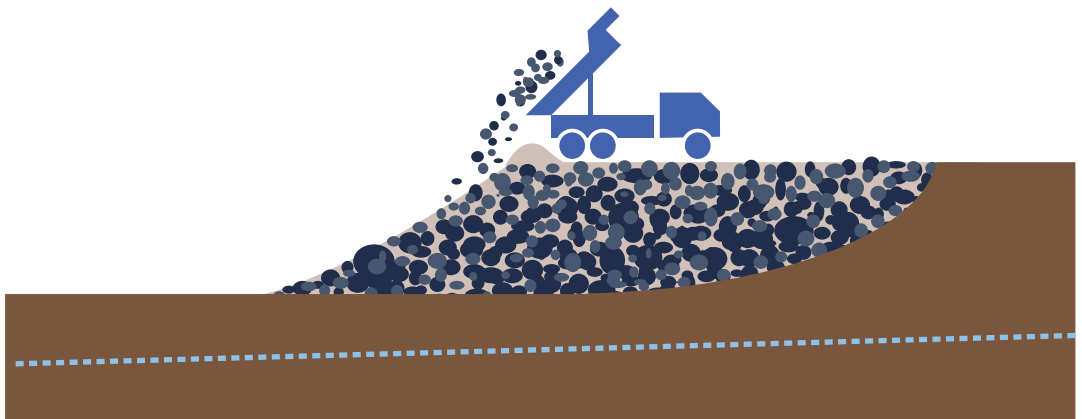
- El transporte de minerales y productos de planta hacia su destino final** debe hacerse respetando las reglas generales de tránsito y utilizando una ruta previamente establecida. El trayecto definido debe minimizar las molestias a la comunidad.

B. Disposición de Material Estéril de Mina

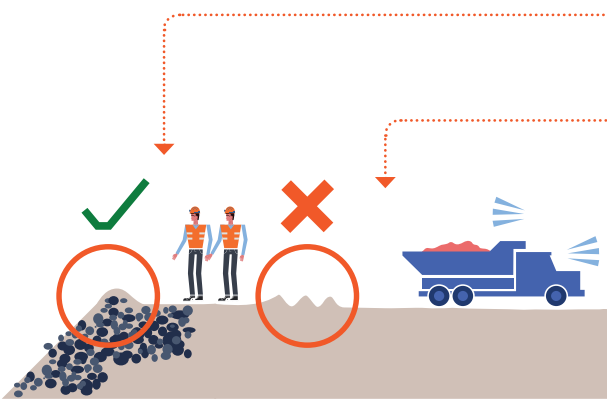
En pequeña minería, **la disposición de estéril se realiza normalmente por descarga desde el camión o cargador hacia un desnivel topográfico (quebrada) ubicado en las proximidades de la bocamina (minería subterránea) o rajo (minería a rajo abierto)**. La obra que se forma en este proceso se denomina botadero de estéril.

Este botadero debe formarse de manera planificada y ordenada, de modo que el llenado del desnivel topográfico resulte en una obra estable. Bajo ningún motivo el botadero de estéril puede construirse en un área de escurrimiento natural de aguas, a menos que se realicen obras de encauzamiento de éstas.

LLENADO ORDENADO
Y PLANIFICADO DEL
DESNIVEL TIPOGRÁFICO



B.1 MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD



- El borde del botadero de estéril debe tener implementado un cordón de seguridad del mismo material, con una altura mínima del 50% del tamaño del neumático del equipo o vehículo que realizará las descargas.
- El piso cercano al borde del botadero debe inspeccionarse frecuentemente, con el objetivo de verificar que el sector donde se está trabajando no esté agrietado. Si así fuera, debe informarse al responsable de la faena para la realización de trabajos de compactación y cambiar el punto de descarga.
- El piso del botadero debe mantenerse lo más parejo y compacto posible, evitando desniveles pronunciados que puedan generar el volcamiento del camión o cargador mientras maniobra y/o descarga el material estéril.
- Al llegar al sector del botadero, el conductor debe hacerlo a una velocidad prudente y teniendo como guía el cordón de seguridad, el que nunca debe usarse como freno.
- La operación de descarga (levantando y girando el balde del cargador, o levantando la tolva del camión), debe hacerse de manera lenta hasta la descarga total del material estéril. Posteriormente, se debe bajar la tolva del camión o el balde del cargador, antes de trasladarse nuevamente al lugar de carguío u otro lugar de destino.

MINERÍA DEL CARBÓN

En el caso particular de la minería del carbón, como el material que se deposita es auto combustible (tosca de carbón), en caso de existir instalaciones cercanas se debe contar con técnicas que eviten la combustión espontánea y/o un sistema de prevención de incendios.

RECUERDA QUE...

- Las maniobras para el carguío de camiones, sólo deberán efectuarse cuando exista plena visibilidad en el área involucrada. Los vehículos deberán tener luces o focos de retroceso ubicados de tal forma que permitan efectuar las maniobras de retroceso con seguridad.
- El borde de botaderos de estéril debe estar implementado con un cordón de seguridad del mismo material estéril, de una altura correspondiente al 50% de la altura del neumático del equipo o vehículo que realiza la descarga. El cordón de seguridad no debe usarse como freno.

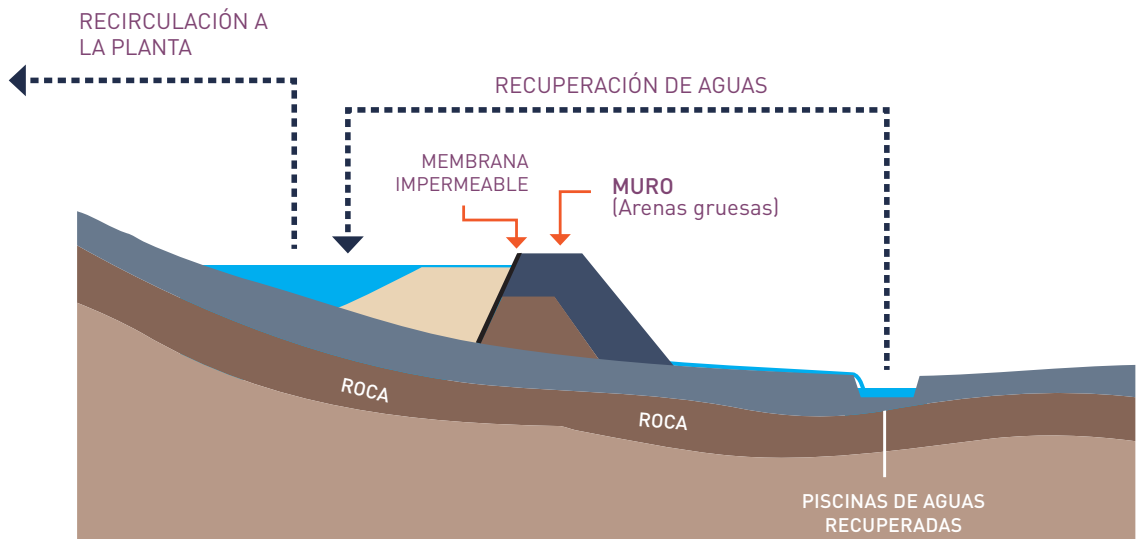
C. Disposición de Relaves

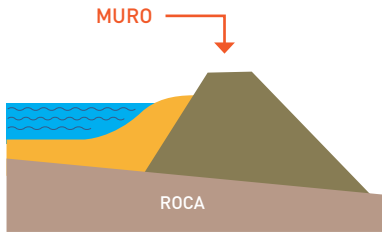
C.1 GENERAL

En una planta de concentración, una cantidad superior al 95% del mineral procesado pasa a constituir el relave, que es la parte del mineral que se descarta por no tener valor económico. Éste se descarta en forma de pulpa, que es una suspensión de sólido y agua, en la que el sólido se presenta molido a un tamaño muy fino, inferior a 0,5 mm.

EN LA PEQUEÑA MINERÍA, EL RELAVE SE CONDUCE A OBRAS DENOMINADAS DEPÓSITOS DE RELAVES, QUE PUEDEN SER EMBALSES O DEPÓSITOS CONOCIDOS COMO TRANQUES.

Los embalses son obras similares a un embalse de agua, con un muro construido totalmente de material de empréstito, compactado e impermeabilizado su talud interior y parte o todo de su coronamiento. Los relaves se depositan completos en la cubeta sin necesidad de clasificación, y a través de un sistema interior de evacuación se eliminan las aguas claras de la laguna que se forma.





Los depósitos tipo tranques de relaves son los más comunes, y son aquellos que utilizan la parte gruesa de los relaves (arenas) para la construcción del muro perimetral. En tanto, la parte fina (lamas) se descarga en el interior de la obra.

Conceptualmente, la construcción del muro se puede hacer con tres formas de crecimiento: “aguas arriba”, “aguas abajo” y “eje central o mixto”. Por razones de seguridad, se recomienda el método “aguas abajo”, siendo también aceptable la de “eje central o mixto”. La forma de crecimiento “aguas arriba” no es aceptada.

C.2 UBICACIÓN DE UN DEPÓSITO DE RELAVES

EXISTIENDO LUGARES ALTERNATIVOS DONDE CONSTRUIR UN DEPÓSITO DE RELAVES, LAS MEJORES CONDICIONES SE PRESENTAN CUANDO:

- Las características topográficas permiten construir el muro de contención con una menor cantidad de arenas, quedando los relaves soportados principalmente por muros naturales.
- El suelo es resistente y con buenas características de impermeabilidad.
- No hay viviendas o centros poblados aguas abajo del sitio.
- El sitio está alejado de caminos u otras obras públicas, cursos de agua permanentes o esporádicos o cuerpos de aguas subterráneas.

C.3 DEPÓSITO DE RELAVES CON CRECIMIENTO DEL MURO AGUAS ABAJO

La construcción se inicia con un pequeño muro de partida de material de empréstito compactado, a partir del cual se inicia el levantamiento del muro con la arena del relave. Es importante considerar una buena impermeabilización del muro de partida, con el fin de evitar infiltraciones en la base del muro de arenas y ayudar a la estabilidad de éste.

La forma más eficiente de separar las arenas de las lamas es utilizando un hidrociclón, al que debe llegar la pulpa de relave de manera continua y con una presión determinada. Una vez realizada la separación, las arenas se depositan hacia el lado del talud aguas abajo del muro inicial, mientras que las lamas se depositan hacia el lado del talud aguas arriba.

Cuando el muro se ha peraltado lo suficiente, usualmente 2 a 4 metros, se efectúa el levante del muro, elevando el hidrociclón a una mayor altura en la dirección aguas abajo, y comenzando una nueva etapa de descarga de arenas y peralte del muro. Este método requiere de un gran volumen de arenas, pero permite construir los muros más resistentes y estables físicamente.

FORMA DE OPERAR EL DEPÓSITO

El depósito de relaves debe operarse de tal forma que evite o prevenga riesgos como la falla del muro con vaciamiento de material, o descarte de las aguas claras al medio ambiente por rebase o infiltración.

LAS PRECAUCIONES BÁSICAS DE OPERACIÓN SON LAS SIGUIENTES:

- **La pulpa de relave desde la planta debe ser lo más estable posible en flujo y contenido de sólidos** (normalmente entre un 30 y 40%), de manera que el hidrociclón pueda operar eficientemente.
- **Se debe controlar la cantidad y calidad de las arenas** (no más de un 20% de finos) para mantener una altura y ángulos de talud que maximicen la estabilidad del muro. Una buena estabilidad se alcanza con un talud de proporción H:V = 3:1.
- **En el interior del depósito se debe formar una playa de arenas lo más extensa posible**, manteniendo la laguna de aguas claras alejada del muro.

- El desnivel entre el coronamiento del muro y la altura de la laguna de aguas claras, llamada revancha, debe tener una altura mínima de 2 metros.
- **El agua clara de la laguna debe recuperarse para su recirculación a la planta de tratamiento**, a través de torres de captación o bombas de superficie. También debe considerarse la recuperación de aguas en puntos de captación ubicados al pie del muro.
- **Se debe realizar un control rutinario para detectar posibles deformaciones o asentamientos**, filtraciones anormales en el muro, presencia de grietas, entre otros. Durante la operación se debe reparar todas las fisuras o grietas, ya que éstas constituyen puntos débiles que afectan la estabilidad de la obra.
- **Es importante mantener la práctica de compactar el talud exterior a lo largo del muro de arenas** usando rodillos lisos vibratorios o algún equipo pesado, de manera de conservar una compactación adecuada. Cuando ésta sea deficiente, el depósito tiene mayor probabilidad de colapsar ante un movimiento sísmico.

DEPÓSITO DE RELAVES CON CRECIMIENTO DEL EJE CENTRAL

Este método de construcción se inicia al igual que el método aguas abajo. La diferencia radica en que una vez completado el vaciado de arenas y lamas correspondiente a la primera etapa, el levantamiento del hidrociclón sigue el mismo plano vertical de la berma de coronamiento del muro de partida. Si bien este método ocupa una menor cantidad de arenas, los muros quedan con suficiente estabilidad.

RECUERDA QUE...

- Los tranques de relaves son los depósitos más comunes en pequeña minería, utilizando la parte gruesa de los relaves (arenas) para la construcción del muro. Por razones de seguridad, el crecimiento del muro “aguas abajo” es la forma preferida. El crecimiento “aguas arriba” no es aceptado.
- Un tranque de relaves debe estar sometido a un control rutinario para detectar posibles deformaciones o asentamientos, filtraciones anormales en el muro y presencia de grietas. Durante la operación se debe reparar todas las fisuras o grietas, ya que constituyen puntos débiles que afectan la estabilidad de la obra.

D. Disposición de Ripios

El proceso de lixiviación se realiza en Pilas Permanentes o Pilas Dinámicas.

Las primeras se construyen levantando terrazas, que una vez lixiviadas sirven de base para levantar la siguiente terraza. Con este método, los ripios quedan dispuestos en el mismo lugar.

Las segundas consisten en pilas que se remueven cuando el mineral alcanza la calidad de ripios, transportando el material a un sector que se identifica como botadero de ripios.

PARA DISPONER LOS RIPIOS DE LIXIVIACIÓN SE UTILIZAN NORMALMENTE SITIOS PREPARADOS E IMPERMEABILIZADOS, CON EL OBJETIVO DE EVITAR EL ESCURRIMIENTO DE SOLUCIONES, GENERALMENTE ÁCIDAS.

- El terreno elegido debe estar libre de sustancias orgánicas, y presentar una suave pendiente que permita el escurrimiento de posibles filtraciones de soluciones.
- Se debe proteger el terreno con una capa impermeable de arcilla en la base.
- Sobre la capa de arcilla se instalan tuberías corrugadas de conducción, con el fin de captar posibles filtraciones. En caso de que ocurran, éstas se conducen hacia una piscina de recolección.
- En algunos casos, la capa de arcilla se cubre con geotextil (HDPE), permitiendo –transcurrido cierto tiempo– efectuar un regadío a los ripios.
- La situación anterior también es válida para zonas de fuertes lluvias.
- Los canales de conducción y pozos recolectores deben ser impermeabilizados con geotextil para evitar la presencia de fugas.



NOTAS

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

NOTAS

A series of 20 horizontal dotted lines for writing notes.

GUÍAS DE OPERACIÓN PARA LA PEQUEÑA MINERÍA

GUÍA 06:

MANEJO DE MINERAL Y RESIDUOS MINEROS

Los contenidos de esta guía han sido elaborados por un equipo de especialistas del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), con la colaboración de la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI), la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) y el Ministerio de Minería de Chile.

Diseño y diagramación

Innovacom (www.innovacom.cl)

Ilustraciones

Patricio Otniel (www.patriciootniel.com)

Primera edición, mayo de 2014.

Para más información, visite

www.sernageomin.cl

www.sonami.cl

Impresión

Ograma



GUÍA DE OPERACIÓN PARA LA PEQUEÑA MINERÍA

El presente documento cumple con lo señalado en el Artículo 602 y 631 letra (f) del Reglamento de Seguridad Minera, y constituye una “Guía de Operación para el Manejo de Mineral y Residuos Mineros”, y su contenido forma parte integral del Título XV para todos los efectos legales.

El Responsable de la Faena, apoyado por la asesoría de un Experto en Prevención de Riesgos, estará a cargo de dirigir, supervisar y controlar el cumplimiento de las obligaciones y medidas contenidas en la presente Guía.



ENAMI
SERVICIO NACIONAL DE MINERÍA