

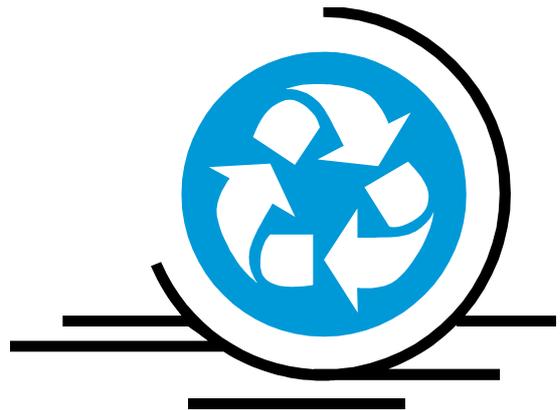
## ANEXO II

# Catálogo de Medidas Ambientales en el marco del IGAFOM

De aplicación para el Pequeño Productor Minero y Productor Minero Artesanal que  
forma parte del Proceso de Formalización Minera Integral

*Dirección General de Formalización Minera - MINEM*

Noviembre, 2017



# **ANEXO N°2. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES**

---

## I. CODIGO DE COLORES PARA RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Clasificación de residuos	Tipos de Residuos	Características	Color	NTP 900.058
<b>Residuos No Peligrosos</b>	Orgánicos	Restos de la preparación de alimentos (frutas y verduras crudas)		Restos de la preparación de alimentos, de comida, de jardinería o similares.
	Papel y Cartón	Papel, cartulina, empaques y cajas de cartón		Periódicos, revistas, folletos, catálogos, impresiones, fotocopias, papel, sobres, cajas de cartón, guías telefónicas, etc.
	Plástico	Plásticos duros (restos de envases de gaseosa, agua, otros)		Envases de yogurt, leche, alimentos, etc. Vasos, platos. Botellas de bebidas gaseosas/agua, aceites comestibles, detergente, shampoo. Empaques o bolsas de fruta, verduras y huevos entre otros.
	Vidrio	Restos de botellas de gaseosa y envases de vidrio		Botellas de bebidas, gaseosas, vasos, envases de alimentos, perfumes, etc.
	Metal	Metales sin contenido de cadmio, plomo u otros tóxicos		Latas de conservas, café, leche, gaseosa. Tapas de metal, envases de alimentos y bebidas, etc.
	Generales	Restos de comida de comedores, otro tipo de residuos y mezcla de los anteriores		Todo lo que no se puede reciclar y no sea catalogado como residuo peligroso: restos de la limpieza de la oficina y el aseo personal, toallas higiénicas, pañales desechables, colillas de cigarrillos, trapos de limpieza, cuero, zapatos, envases descartables, entre otros.
<b>Residuos Peligrosos</b>	Peligrosos	Corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables.		Baterías de autos, pilas, cartuchos de tinta, trapos con hidrocarburo, botellas de reactivos químicos, entre otros.

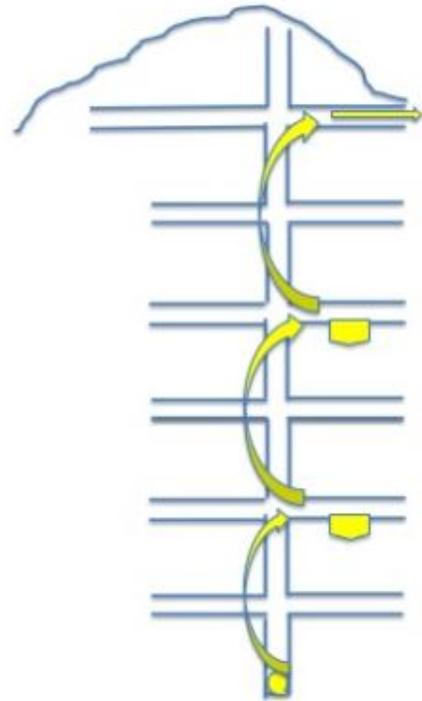
## II. RELACIÓN DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA RESPUESTA A DERRAMES DE HIDROCARBUROS

1. Pico
2. Lampa
3. Bandeja metálica de contención de derrame cubierto con geomembrana.
4. Sacos de polipropileno y/o bolsas rojas de polietileno (10 unidades, medida referencial 55 x 100 cm).
5. Salchichas absorbentes (2 unidades)
6. Paños Absorbentes (10 unidades)
7. Detergente (para neutralizar la grasa, con hoja MSDS, 1 Kg)
8. Guantes jebe y/o nitrilo (2 pares)
9. Trajes de protección contra químicos (Tyvek, 1 unidad)
10. Cinta de seguridad (para bordear el área afectada, 1 unidad)

**El kit debe implementarse en todas las unidades vehiculares, equipos, maquinarias y almacenes de hidrocarburos.**

### III. SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE MINA SUBTERRANEA

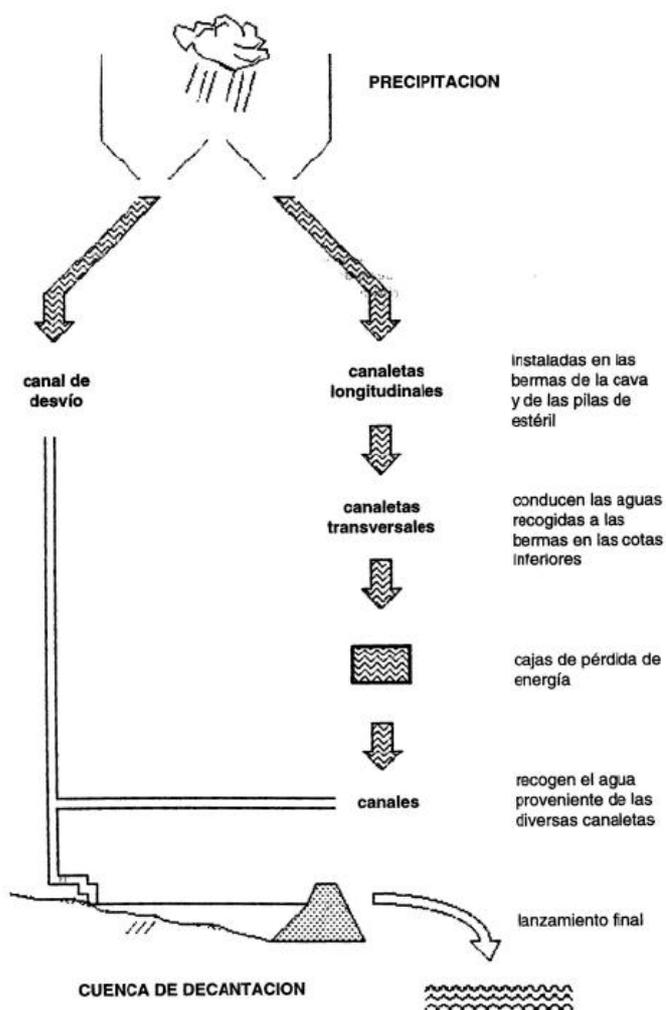
- Los sistemas de bombeo en la minas son normalmente múltiples, que significa que las estaciones de bombas se encuentran en diversos niveles.
- Así entonces, desde un nivel se bombea el agua hasta un nivel superior y de éste nuevamente se bombea al nivel superior y
- Así sucesivamente hasta que el agua bombeada sale a superficie.
- En muchas minas esta agua es empleada en la operación de las plantas de proceso y se recircula tanto como es posible.
- En la mayoría de la minas se trata de no disponer aguas al ambiente, pero si esto es necesario, esta aguas deben ser tratadas para lograr su purificación hasta por lo menos que alcance la calidad de aguas de riego,



#### IV. SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE MINA A CIELO ABIERTO

Un sistema de drenaje tiene por objetivo proporcionar la recolección, transporte y lanzamiento final de aguas de escurrimiento superficial de modo que la integridad de los terrenos y las características de los cuerpos de agua receptores sean preservadas. De esta forma, el drenaje tiene por objetivo el control de la erosión, la minimización de la colmatación y la mantención de la calidad física y química de los cuerpos de agua receptores. Los principales componentes de un sistema de drenaje, mostrados en la figura arriba, son los siguientes:

- una o más canaletas perimetrales implantadas en torno de la cava, de las pilas de estéril, eventualmente de las cuencas de desecho y de las áreas de apoyo operativo, con el objetivo de reducir la cantidad de agua de escurrimiento superficial que penetra el área de operación;
- canaletas longitudinales instaladas en las áreas más susceptibles a la erosión tales como taludes de corte en suelo, en las cavas, taludes de corte y de relleno de caminos y, principalmente de pilas de estéril; son canaletas en general implantadas al pie de los taludes y que recogen el agua que se escurre por ellos y por las cunetas;
- canaletas transversales instaladas conjuntamente con las longitudinales, conducen las aguas recogidas en las cunetas hacia cotas inferiores;
- cajas de pérdida de energía, que tienen la función de disminuir la energía cinética de las aguas que escurren por el sistema; están instaladas en la base de las canaletas transversales;
- cuencas de decantación, instaladas en los puntos más aguas abajo de la mina, como por ejemplo al pie de las pilas de estéril, con el objetivo de promover la sedimentación de las partículas sólidas antes del lanzamiento de las aguas a los cuerpos receptores.



## V. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE MINA

***El siguiente ejemplo de Sistema de Tratamiento de Aguas de mina es referencial, por lo cual esto deberá ser evaluado de acuerdo a lo Monitoreos, análisis y particularidades del caudal y la calidad de agua de cada mina y geología propia.***

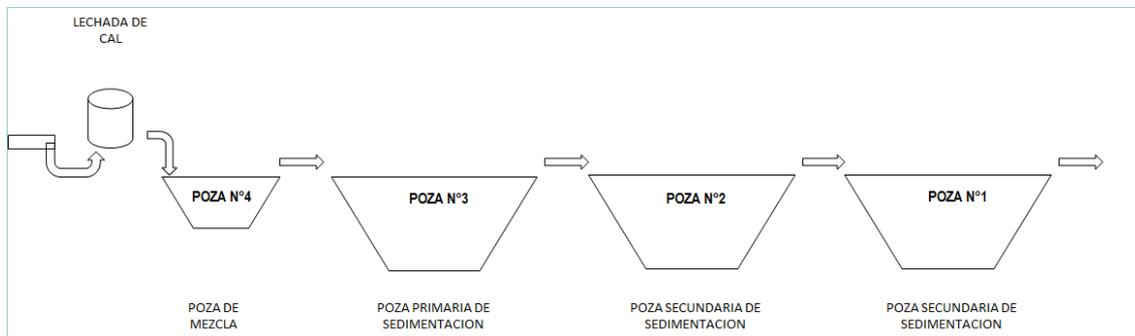
Las aguas de interior mina, aguas de profundización como aguas de los niveles superiores son encausadas a un nivel intermedio en donde antes de salir a superficie se realiza un tratamiento activo previo dentro de mina en el NV. 0, con la intervención directa y permanente, el cual está dado por la adición de cal a los dosificadores, su disolución y su dosificación para conseguir la reducción de metales disueltos. Este tipo de tratamiento es continuo a cargo de operadores:

Se ha construido 04 pozas, la primera de mezcla, la segunda, tercera y cuarta de sedimentación primaria y secundaria.

### Tratamiento con cal para agua acida

Caudal de 3 litros por segundo. pH: de 3 - 4. Preparación: en un cilindro de 55 galones se instala una válvula pequeña para que pueda soltar el agua para dosificar gradualmente en la poza de mezcla. Dosificación: se vierte 1 kilo de cal en cilindro de 55 galones, se mezcla hasta homogenizar, que tenga apariencia similar a la leche. Se debe soltar la mezcla preparada de manera gradual en un tiempo de 6 horas.

Para reducir niveles de Zn y Fe se tiene que llegar a un pH óptimo 8.4 a 8.6 en la poza de mezcla. Para reducir niveles de Cu se tiene que llegar a un pH óptimo de 9.2 a 9.4.



Recordar que a la salida del vertimiento de mina no debe sobrepasar el pH establecido como limite el cual es 9.

Para un tratamiento activo en las pozas de sedimentación se puede dosificar coagulantes y floculantes, para la reducción de SST y metales totales, estos se aplican de la misma manera que la cal.

## VI. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VEHICULAR (VEHICULOS PESADOS)

ITEM	DESCRIPCION	10000	20000	30000	40000	50000	60000	70000	80000	90000	100000	110000
1	FILTRO DE ACEITE	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
3	FILTRO SEPAR.30MICR.ROJO	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
4	FILTRO AIRE M2				R				R			
5	FILTRO DE ACEITE CORONA				R				R			
6	FILTRO DE DIRECCION M2								R			
7	ELEMENT.FILTRO.SECAD.AIRE											
8	ANILLO TAPON CARTER MOTOR	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
9	ACEITE MOTOR SAE 15W40	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
10	ACEITE CAJA DE CAMBIOS					R			R			
11	ACEITE DIFERENCIAL					R			R			
12	ACEITE DE DIRECCION ATF								R			
13	GRASA PARA CHASIS	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
14	REFRIGERANTE GENATYN											
<b>SISTEMA DE DIRECCION</b>												
17	FLUIDO DE SERVO DIRECCION	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
18	EJE DE DIRECCION	I	I	I	I	L	I	I	I	I	I	L
19	TERMINALES Y ROTULAS	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
20	PINES Y BOCINAS	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
21	ALINEAMIENTO DE RUEDAS	I	I	R	I	I	R	I	I	I	R	I
22	BALANCEO	I	I	R	I	I	R	I	I	I	R	I
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>												
23	LIQUIDO DE FRENO	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
24	REGULACION DE FRENOS	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
25	VALVULAS DE RETENSION DE FRENOS	I	I	I	I	A	I	I	I	I	I	A
26	COMPRESORA	I	I	I	I	A	I	I	I	I	I	R
27	LINEA NEUMATICA	I	I	I	I	A	I	I	I	I	I	R
28	BOMBINES Y RESORTES	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
29	RACHES Y RODILLOS	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
30	GRASA , RODAMIENTOS RETENES DE RUEDA	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
<b>SISTEMA DE SUSPENSION</b>												
31	PINES /JEBE/PERNO CENTRO	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
32	MUELLES	I	I		I	A	I	I	I	I	I	R
33	AMORTIGUADORES	I	I	R	I	I	R	I	I	I	R	I
34	BARRA ESTABILIZADORA	I	I	R	I	I	R	I	I	I	R	I
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>												
35	BATERIA/ BORNES	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
36	FAROS DELANTEROS Y POSTERIORES, GERAL.	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
37	ARRANCADOR	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
38	ALTERNADOR	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R
39	RAMAL Y CABLEADO	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R

LEYENDA:

R : REEMPLAZAR Y/O EJECUTAR

L: LUBRICAR

I: INSPECCIONAR

A: AJUSTAR

## VII. PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTOS<sup>92</sup>

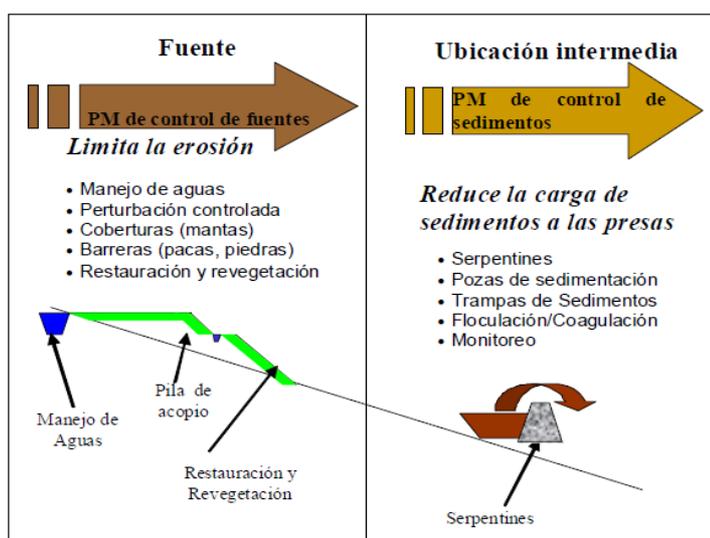
### 1. OBJETIVO

Este documento presenta los métodos, criterios, pautas de construcción, desarrollo y operaciones mineras que se utilizarán para reducir la generación de sedimentos en las diferentes unidades y proyectos, con el objetivo de controlar los sedimentos y cortar la erosión en las operaciones.

### 2. CONTROL DE SEDIMENTOS

Las Unidades y proyectos mineros deberán contar con un programa de control de la erosión y sedimentos en el lugar para reducir los impactos en el ecosistema acuático y en los usuarios aguas abajo de las operaciones mineras. Tiene un enfoque para controlar la descarga Total de Sólidos en Suspensión (TSS) reduciendo su generación de sedimentos a través de Prácticas de Manejo de control de la erosión, limitando el transporte de las partículas y controlando la concentración de la descarga de TSS en los límites de las propiedades (según sea el caso) mediante el establecimiento de estructuras de control.

#### Plan de Control de Erosión y Sedimentos



### 3. PRÁCTICAS DE MANEJO Y CONTROL DE LA CONCENTRACIÓN DE LA DESCARGA DE TSS

El primer paso en el procedimiento comprende las prácticas de manejo de control en la fuente, implementadas para limitar las perturbaciones al paisaje natural (para reducir la erosión y la generación de sedimentos) a través del manejo del agua superficial, PM de control de la erosión y recuperación. La segunda fase en el enfoque escalonado incluye el uso de las PM de control de sedimentos, ubicadas entre la fuente y el límite de la propiedad minera, que se utilizan principalmente para atrapar partículas grandes de sedimento y reducir el transporte corriente abajo. El tercer paso incluye controlar las concentraciones de descarga de TSS a través de procesos de ingeniería, incluyendo la construcción de pozas de coagulación y floculación, en la propiedad donde se puede lograr el asentamiento y la potencial floculación de las partículas más finas de sedimento.

<sup>92</sup> Las prácticas de control de erosión y sedimentos han sido extraídas del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

### **3.1. PRACTICAS DE MANEJO DE CONTROL DE LA FUENTE**

#### **MANEJO DE AGUA**

El manejo del agua superficial y de filtración en las operaciones/proyectos debe limitar su ingreso a la capa superficial o a áreas perturbadas a fin de reducir el arrastre potencial de partículas de suelo.

#### **PRACTICAS DE MANEJO DE CONTROL DE LA EROSIÓN**

Las PM de control de la erosión son:

- Perturbación controlada / limitada
- Coberturas (mantas, biomantas, etc.)
- Barreras (de geotextil, de pacas, de piedras).

#### **RESTAURACIÓN Y REVEGETACIÓN OPORTUNA**

Las superficies expuestas deben restaurarse con prioridad mediante una capa superficial del suelo orgánico y revegetación sembrada o trasplantada para controlar la erosión en la fuente y limitar el desplazamiento y arrastre de partículas de sedimentos. Esta práctica comienza tan pronto como la seguridad de la actividad minera lo permita.

### **3.2. PRÁCTICAS DE MANEJO DE CONTROL DE SEDIMENTOS ENTRE LA FUENTE Y EL LÍMITE DE PROPIEDAD**

El propósito de las PM de control de sedimentos en esta etapa es atrapar las partículas de sedimentos dentro del límite de las unidades y proyectos mineros para reducir la cantidad de sedimento transportado a estructuras ubicadas fuera del área de operaciones o de la propiedad minera. Las prácticas de manejo se usan para capturar el sedimento y reducir la carga en pozas/diques y maximizar la capacidad de almacenamiento de los mismos. El control de TSS se realizará mediante el asentamiento y la potencial coagulación y floculación.

Debe considerarse que los serpentines son considerados una práctica de manejo de control de sedimentos, así como las pozas / lagunas de sedimentación y las presas de retención de rocas.

### **3.3. CONTROL DE LA CONCENTRACIÓN DE TSS EN LA DESCARGA**

El propósito de las pozas de sedimentación/diques es tener el control adecuado de la concentración de TSS antes de la descarga de agua al medio ambiente. Las pozas o diques, proporcionarán la acumulación de volumen y tiempo de retención (agua calma) para facilitar el asentamiento de sólidos, permitir la adición de floculante si se requiere y disponer de lugares específicos para el adecuado almacenamiento de los sedimentos atrapados.

Durante la operación de las pozas/diques se busca que bajo condiciones normales de operación se logre descargar un total de sólidos suspendidos (TSS) menor o igual a 25 ppm o mg/litro, en concordancia con lo estipulado por la normatividad vigente.

## 4. PAUTAS ESPECÍFICAS PARA CONTROL DE SEDIMENTOS

Aplicaciones:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| ▪ Caminos               | ▪ Desarrollo de tajo                            |
| ▪ Canales de derivación | ▪ Botaderos de material inadecuado y sedimentos |
| ▪ Cortes                | ▪ Botaderos de óxido y pga                      |
| ▪ Rellenos              | ▪ Canteras                                      |

### 4.1. CAMINOS

- Aplicaciones:**
- Permanentes (P), si da servicio por 1 año o más.
  - Temporales (T), si da servicio por menos de un año.

**Caminos de acarreo:** Las pautas de control de sedimentos para cortes y rellenos se aplican a la construcción de caminos temporales y permanentes.

#### 4.1.1. Drenaje

Los caminos permanentes y temporales (P, T) se construirán con un control de drenaje adecuado de aguas pluviales. El control de drenaje adecuado de aguas pluviales consta de:

- Adecuado peralte para promover el drenaje a las cunetas en el borde del camino (P, T).
- Los caminos permanentes (P) se construirán con cunetas y estructuras de descarga resistentes a la erosión (revestimiento de roca o revestimiento de roca con cemento).
- Los caminos temporales (T) que permanecerán durante la estación de lluvias también se construirán con cunetas y estructuras de descarga resistentes a la erosión (revestimiento de roca o revestimiento de roca con cemento).
- Las cunetas descargarán en estructuras de control de sedimentos.
- Cruces de drenajes en vías con alcantarilla o badenes, debidamente protegidos contra la erosión en los ingresos y salidas (P, T).
- En el caso de alcantarillas se considerará cajas de registro a la entrada y salida que eviten su obstrucción (P, T)
- Cunetas de coronación para protección de taludes (P) con estructuras de descarga resistentes a la erosión.

#### 4.1.2. Construcción

- Se evitará la construcción con el vaciado lateral (el vaciado lateral es la eliminación del material excavado colocándolo suelto en un ángulo de reposo) de caminos permanentes (P). El material excavado será dispuesto como relleno estructural (El relleno estructural se coloca en cargas compactas y con talud para formar la ladera final compacta) o se transportará a un botadero designado.
- Se prohíbe la construcción de vaciado lateral de caminos temporales (T) cuando este se eliminará/restaurará dentro de la misma estación seca.
- Los caminos permanentes (P) se lastrarán y compactarán con material para reducir la generación de sedimentos. Asegurarse que este material no es generador de acidez (PGA)

- Se debe evitar en lo posible los caminos cortados en material generador de acidez (PGA). Si no es posible, el talud de corte deberá restaurarse según las características del material PGA.

#### **4.1.3. Mantenimiento**

- Se mantendrá la plataforma y cunetas de caminos para garantizar un drenaje adecuado.
- Se mantendrá oportunamente las estructuras de erosión y sedimentación adyacentes a los caminos.
- Las buenas prácticas de manejo de control de sedimentos requieren la eliminación del sedimento después de que no más del 50% de la capacidad de almacenamiento de la estructura ha sido ocupada por el sedimento depositado.

### **4.2. CANALES DE DERIVACION**

Aplicaciones: Evitan el ingreso de aguas arriba hacia una determinada área. Ubicables en los bordes de una estructura.

#### **4.2.1. Drenaje**

- Las desviaciones serán de tamaño consistente con las pautas de un buen diseño hidráulico y resistente a la erosión.
- En el caso de canales de contacto se requerirá que los canales descarguen hacia estructuras de control de sedimentos.

#### **4.2.2. Construcción**

- Los canales de derivación deben construirse antes de la estación de lluvias.
- Los canales de derivación construidos en el relleno deben sellarse para evitar filtraciones. El sello deberá evitar la erosión del material utilizado.
- Los canales de derivación se construirán de roca no generadora de ácidos (no PGA).
- Se debe evitar en lo posible la construcción de canales de derivación en material generador de acidez (PGA). Si no es posible, el talud de corte deberá restaurarse según las características del material PGA.

#### **4.2.3. Mantenimiento**

- Se mantendrá los controles de drenaje cuando sea necesario. Ello podrá implicar su limpieza oportuna, restauración y revegetación.
- El material producto de la limpieza se transportará a los botaderos designados o botaderos de estériles o desmonte.
- Se prohíbe el vaciado lateral de material eliminado de los canales de derivación.
- Se mantendrá registros para rastrear la fecha y volumen de sedimento eliminado de las estructuras de control de sedimentos.
- Las buenas prácticas de manejo de control de sedimentos requieren la eliminación del sedimento después de que no más del 50% de la capacidad de almacenamiento de la estructura ha sido ocupada por el sedimento depositado.

### **4.3. DESARROLLO DEL TAJO**

- Aplicación: En las actividades de minado del tajo

#### **4.3.1. Drenaje**

- Se construirá con prioridad y se mantendrá el drenaje superficial para evitar el ingreso de agua de lluvia al tajo y contener el agua de lluvia que cae directamente dentro del tajo en vez de crear carga adicional de sedimento desde la escorrentía del tajo.
- Donde la escorrentía del tajo no se pueda contener dentro del mismo, se deberá contar con canales de drenaje y estructuras de salida para transportar el agua a las estructuras de control de sedimentos corriente abajo de manera controlada.
- Toda la escorrentía de agua superficial que se dé desde los tajos será descargada a las estructuras de control de sedimentos / o sistemas de tratamiento, si fuera el caso.

#### **4.3.2. Operaciones/Mantenimiento**

- Se evitará disponer material acumulado sobre el borde del tajo. Si no se puede evitar, éste deberá reducirse. Deben implementarse inmediatamente las medidas de control de sedimentos.
- Los registros se mantendrán para rastrear la fecha y volumen del sedimento eliminado de las estructuras de control de sedimentos.
- Las buenas prácticas de manejo de control de sedimentos requieren la eliminación del sedimento después de que no más del 50% de la capacidad de almacenamiento de la estructura ha sido ocupada por el sedimento depositado.

#### **4.4. BOTADERO DE MATERIAL INADECUADO/SEDIMENTOS**

Las pautas de control de sedimentos para cortes y rellenos se aplican a todos los botaderos de material inadecuado y/o sedimentos.

##### **4.4.1. Drenaje**

- Se debe construir un canal de derivación que impida el ingreso de aguas arriba.
- Los sistemas de drenaje interior de botadero deben ser implementados en forma temporal y progresiva para evitar empozamientos y variarán conforme el plan de descarga establecido por operaciones.
- Los drenajes interiores de botaderos deberán descargar en estructuras de sedimentación y/o tratamiento.
- Las plataformas de relleno de botaderos deben poseer una gradiente adecuada para evitar empozamientos.
- Las trampas y estructuras de control de sedimentos serán construidas preferentemente fuera del área de relleno del botadero, de no ser posible se deberán impermeabilizar estos almacenamientos de agua para garantizar la estabilidad del botadero.
- Al cierre, los drenajes en y alrededor de los botaderos serán dimensionados para un evento de tormenta en 100 años.

##### **4.4.2. Construcción**

- Todo botadero de material inadecuado y sedimentos deberá contar como parte del diseño de ingeniería con un dique de contención y un sistema de sub-drenes que garantice la estabilidad del botadero.

- Se debe definir las zonas de descarga de materiales saturados (sedimentos) y no saturados para garantizar la estabilidad del botadero.
- La zona de materiales saturados (sedimentos) debe estar contenida en el dique o en el material no saturado antes descargado.
- Se darán disposiciones para proteger las laderas de la erosión (perturbación controlada, barreras, coberturas, etc.).
- Los botaderos de desmonte no interferirán con cursos de agua.
- Los botaderos deberán ser construidos en capas compactadas por el equipo de descarga y conformación (tractores de oruga).
- La descarga, conformación, restauración y revegetación se debe realizar en forma progresiva para controlar la generación de sedimentos.

#### **4.4.3. Mantenimiento**

- Se mantendrán los controles de drenaje cuando sea necesario.
- Se limpiará las trampas de sedimentos cuando sea necesario. El material excavado de las trampas de sedimentos será eliminado en los botaderos de estériles o desmontes.
- Se mantendrá las barreras (de geotextil, de pacas, de piedra, etc.) y otras medidas de control de la erosión cuando sea necesario durante la construcción.
- Los registros se mantendrán para rastrear la fecha y volumen del sedimento eliminado de las estructuras de control de sedimentos.
- Las buenas prácticas de manejo de control de sedimentos requieren la eliminación del sedimento después de que no más del 50% de la capacidad de almacenamiento de la estructura ha sido ocupada por el sedimento depositado.

#### **4.5. BOTADERO DE OXIDO/PGA**

##### **4.5.1. Drenaje**

- Los botaderos serán protegidos del agua de ingreso por derivaciones corriente arriba.
- Las superficies operativas de los botaderos serán escalonadas para promover la escorrentía y las plataformas de descarga con una gradiente adecuada que evite empozamientos.
- Se construirá botaderos con superficies que promuevan el drenaje rápido a canales de drenaje.
- Las trampas y estructuras de control de sedimentos serán construidas preferentemente fuera del área de relleno del botadero, de no ser posible se deberán impermeabilizar estos almacenamientos de agua para garantizar la estabilidad del botadero.
- Los botaderos tendrán drenajes subterráneos o drenajes franceses para reducir la saturación del suelo.
- En las áreas donde están las escorrentías concentradas, los canales deberán estar blindados para evitar la erosión.
- En las áreas donde la escorrentía es canalizada hacia abajo por el talud empinado, se construirá estructuras de bajada.
- Preferentemente no se construirán los canales de drenaje sobre un material PGA descargado, en caso de ser necesario se debe considerar el recubrimiento respectivo para evitar que el agua entre en contacto con el material PGA.

#### **4.5.2. Construcción**

- La construcción de los botaderos será planeada sobre una base periódica con atención específica al control de sedimentos.
- Todas las laderas de los botaderos no deberán ser más empinadas de 2.5:1. Algunos botaderos podrían necesitar una pendiente menos empinada según lo determinen las recomendaciones de geotecnia o diseño.
- La altura del botadero se limitará a mantener la estabilidad y la descarga de sedimentos de control.
- Se estabilizarán las partes frontales de los botaderos inactivos para reducir la erosión de la ladera. Por inactivo se entiende aquellos en que las partes frontales del botadero no avanzan continuamente por más de 30 días durante la estación de lluvias.
- La estabilización se puede hacer disminuyendo la pendiente a 2.5:1, cubriendo la parte frontal del botadero con roca de tamaño y profundidad suficiente para evitar la erosión, u otros métodos que blinden la parte frontal del botadero. La estabilización del botadero podría variar dependiendo del material y el grupo geotécnico deberá evaluar las opciones de ladera más adecuadas.
- El material PGA deberá ser encapsulado con el material de óxido con un espesor mínimo de 1 metro.
- Se desarrollará un plan de restauración progresiva y se seguirá para limitar la filtración y la erosión desde las partes frontales del botadero abierto.

#### **4.5.3. Mantenimiento**

- Se mantendrá los controles de drenaje cuando sea necesario.
- Se limpiará las estructuras de control de sedimentos cuando sea necesario. Esto es importante para asegurar que funcionen adecuadamente. El material excavado de las trampas de sedimentos será dispuesto en los botaderos designados.
- Los registros se mantendrán para rastrear la fecha y volumen del sedimento eliminado de las estructuras de control de sedimentos.
- Las buenas prácticas de manejo de control de sedimentos requieren la eliminación del sedimento después de que no más del 50% de la capacidad de almacenamiento de la estructura ha sido ocupada por el sedimento depositado.

### **4.6. CANTERAS**

- Aplicaciones: Construcción y operación de las canteras de roca o agregados fuera del tajo

#### **4.6.1. Drenaje**

- Se construirá y mantendrá el drenaje superficial para reducir las escorrentías de las canteras.
- Cuando las escorrentías no se pueden contener dentro de la cantera, se construirán zanjas de drenaje y estructuras de salida para transportar el agua a las estructuras de control de sedimentos corriente abajo de manera controlada.
- Se protegerá las canteras con canales de derivación de las escorrentías corriente arriba.
- Al cierre, se medirá cualquier derivación asociada para manejar un evento de tormenta en 100 años.

#### **4.6.2. Operaciones/Mantenimiento**

- Se mantendrá los controles de drenaje cuando sea necesario.
- La limpieza del piso se realizará recolectando el lodo y transportándolo a los botaderos de material inadecuado a menos que sean contenidos dentro de la cantera.
- Se buscará producir sólo el material requerido con los controles de erosión adecuados. No se permitirá almacenamientos de materiales sueltos por largos períodos de tiempo.
- Los registros se mantendrán para rastrear la fecha y volumen del sedimento eliminado de las estructuras de control de sedimentos.
- Las buenas prácticas de manejo de control de sedimentos requieren la eliminación del sedimento después de que no más del 50% de la capacidad de almacenamiento de la estructura ha sido ocupada por el sedimento depositado.

#### **4.6.3. Construcción**

- La construcción deberá seguir generalmente los principios de construcción de tajos y construcción de caminos.
- Como regla general los taludes de corte dejados deberán ser menores o iguales a 2.5H:1V y se realizará restauraciones y revegetaciones progresivas al avance de explotación de la cantera.

### **5. EJEMPLO DE LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO**

- 5.1. Mejores Prácticas de Manejo
- 5.2. Control de sedimentos
- 5.3. Control químico
- 5.4. Manejo/Programación
- 5.5. Perturbación limitada
- 5.6. Restauración inmediata
- 5.7. Minimizar la perturbación y faja de amortiguación
- 5.8. Revestimiento de canales con geo celda, piedra/roca
- 5.9. Geoceldas para taludes empinados
- 5.10. Aplicación de capa superficial orgánica
- 5.11. Entrada/Salida de construcción temporal de grava
- 5.12. Conservación vegetativa
- 5.13. Canales con revestimiento de piedra
- 5.14. Dique interceptor temporal
- 5.15. Drenes de talud
- 5.16. Barreras para agua y bermas de rodadura
- 5.17. Bermas de seguridad y taludes de relleno
- 5.18. Mantas y mallas para control de la erosión
- 5.19. Rip-Rap
- 5.20. Pozas de sedimentos temporales
- 5.21. Pacas de paja/arroz o diques de roca apilados
- 5.22. Cerco de sedimento
- 5.23. Berma continua
- 5.24. Emisor de gaviones
- 5.25. Presas de retención

- 5.26. Construcción de caminos
- 5.27. Mantenimiento de caminos
- 5.28. Pozas de camino / fosos para lodo
- 5.29. Abertura de bermas
- 5.30. Serpentes
- 5.31. Rip-rap de entrada de alcantarilla
- 5.32. Tuberías de alcantarilla
- 5.33. Mantenimiento de estructura de control de sedimentos
- 5.34. Floculación

## **8.1. Las Mejores Prácticas de Manejo**

El presente anexo proporciona al personal un conjunto de prácticas de manejo, que ayudarán a manejar los sedimentos y escorrentías originados por los trabajos mineros o por la construcción y el mantenimiento de la infraestructura de la mina. Pueden agregarse otras a medida que se encuentre que son eficaces.

Las Mejores Prácticas de Manejo son técnicas y herramientas utilizadas para controlar la erosión del terreno perturbado y mitigar los efectos de cualquier erosión que llegue a ocurrir. Todas las operaciones que impliquen perturbación del terreno, deben realizarse como si fuera a ocurrir una gran lluvia en ese día.

La cobertura vegetal es una de las formas más importantes de control de erosión posible, porque evita o reduce la erosión en vez de intentar capturar el sedimento después de que las partículas del suelo ya han sido arrastradas. Además, contribuye al valor estético y funcional del desarrollo de un proyecto.

Las Mejores Prácticas de Manejo son las que actualmente se considera que proporcionan los medios más eficaces y prácticos de prevenir o reducir impactos negativos generados por fuentes no puntuales. Lo que es muy importante es que cambian con el tiempo, según vamos descubriendo o conociendo otras prácticas que cumplen mejor sus objetivos.

## **8.2. Control de Sedimentos**

El suelo que se erosiona y moviliza en un curso de agua es muy difícil de asentar fuera del agua, y los sedimentos que se acumulan son costosos de remover, difíciles de acarrear y crean problemas de estabilidad en los botaderos de disposición final. La generación de sedimento debe ser minimizada mediante el control de la erosión.

## **8.3. Control Químico**

Una operación puede estar emplazada en materiales generadores de acidez (PGA) que cuando se les expone al oxígeno y al agua producen agua de bajo pH, la cual también puede contener metales. Las operaciones de minado deben controlar y manejar esta cantidad y calidad de escorrentía antes de la descarga.

#### **8.4. Manejo/Programación**

Una práctica de manejo importante y efectiva es la programación del trabajo para limitar la cantidad de terreno perturbado que se deja sin protección. El control de la erosión en la fuente requiere que todo el personal que trabaja en el proyecto sepa que las actividades de perturbación del terreno deben limitarse al emplazamiento de la actividad minera. Se prohíbe los senderos de acceso no autorizados y el movimiento de equipo sobre terreno sin perturbar.

#### **8.5. Perturbación limitada**

Se necesita aplicar prácticas de “JUSTO A TIEMPO” a las actividades que perturban el terreno. Se debe dar una secuencia al trabajo, de modo que las actividades de desbroce y de capa superficial orgánica se efectúen sólo cuando las actividades de construcción o de minado requieran el área. Se permiten algunas excepciones para evitar el desbroce durante la estación de lluvias.

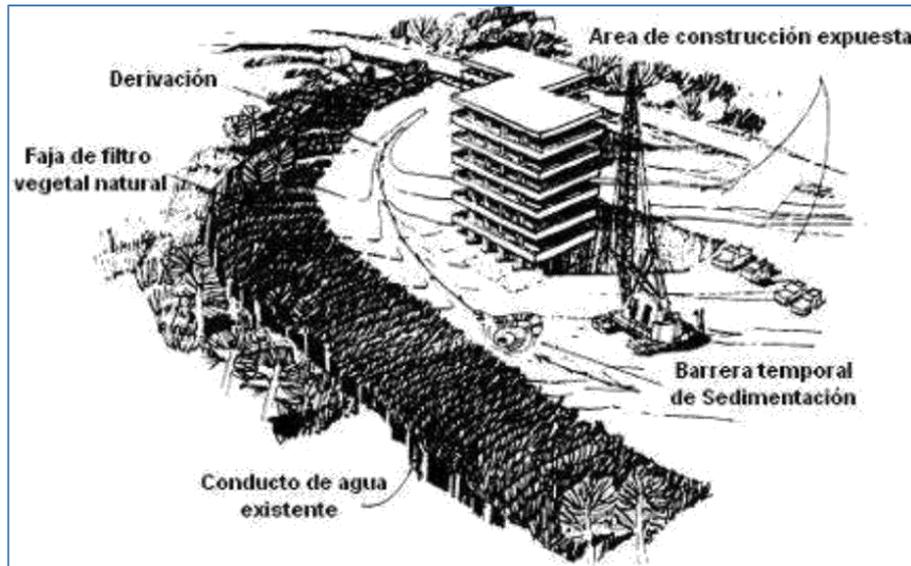
#### **8.6. Restauración inmediata**

Debe priorizarse el cerrar y rehabilitar los trabajos de movimiento de tierras a medida que avance la obra y los trabajos hayan cumplido su fin. La aplicación de capa superficial orgánica y el sembrío no deben dejarse para el final de la actividad minera. La capa superficial orgánica necesitará barreras, coberturas, otros, hasta que la vegetación se establezca.

#### **8.7. Minimizar la perturbación y faja de amortiguación**

El mantenimiento de una amortiguación vegetativa natural o faja de filtro en la base de un talud, retiene el sedimento en el emplazamiento y es el método preferido para el control de la erosión. Si se deja la cobertura vegetal natural, no tendrá que usarse otras técnicas de cobertura como el mantillo o la cobertura plástica.

La vegetación sin perturbar es de lejos el mejor método para reparar y mantener taludes inestables. Si tiene que perturbarse la cobertura vegetal natural, también sirven de ayuda los métodos tales como colocar fajas de champa a lo largo de la cara del talud (Figura 1). Estas medidas ayudan a disminuir la velocidad de la escorrentía, atrapar sedimentos y reducir el volumen de la escorrentía.



**Figura N° 1. Fajas de Filtro Vegetativo Natural**

### 8.8. Revestimiento de canales con piedra/roca

Se puede usar piedra/roca para revestir canales y de esta manera evitar que el agua entre en contacto con otro material (suelo orgánico, material PGA).



**Foto N° 1. Canal con rip-rap con lechada de concreto**

### 8.9. Geoceldas para taludes empinados

Se puede usar geoceldas en taludes empinados para sostener la capa superficial del suelo en los niveles no favorables. También existen otras opciones como tender el talud hacia atrás o en algunos casos el hidrosembreado podría resultar exitoso.



Foto N° 2. **Restauración de talud en etapa inicial con geoceldas, capa superficial del suelo E.**

### 8.10. Aplicación de capa superficial orgánica

Aunque de por sí no es un procedimiento de cobertura permanente, la aplicación de capa superficial orgánica ha sido incluida en esta sección porque es un componente integral en la preparación de una cobertura permanente para las áreas donde la superficie del suelo no es adecuada para el crecimiento de plantas.

Se debe utilizar la capa superficial orgánica para mejorar la estabilización final del emplazamiento con vegetación. La aplicación de esta capa provee un medio adecuado de crecimiento para la estabilización final del emplazamiento con vegetación.

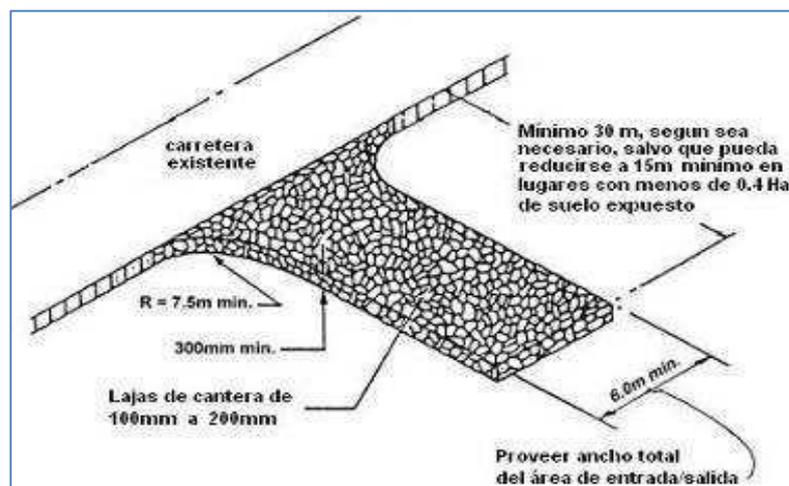
Situaciones a las que se aplica esta práctica:

- Cuando se determina que la conservación o traslado de capa superficial orgánica es el método más efectivo de proveer un medio de crecimiento adecuado y los taludes son menores de 2:1.

### 8.11. Entrada/Salida de construcción temporal de grava

Una plataforma temporal estabilizada con piedra en los puntos de ingreso y salida de vehículos en una obra de construcción. Esta estructura reduce la cantidad de barro, desechos, piedras, etc. transportados a los caminos de acceso por vehículos motorizados o la escorrentía, mediante la construcción de una plataforma estabilizada de lajas de piedra en los ingresos a los sitios de construcción y el lavado de llantas durante la salida. Esto impedirá el transporte de sedimento con el equipo. Los ingresos a la construcción proveen un área donde puede removerse el barro de las llantas de los vehículos antes de que entren a una carretera pública. Si el paso del vehículo sobre la plataforma de grava no es suficiente para remover la mayor parte del barro, entonces deben lavarse

las llantas antes de que el vehículo ingrese a una carretera pública. Si se recurre al lavado, deben tomarse las medidas necesarias para interceptar el agua del lavado y atrapar el sedimento antes de que sea llevado fuera del emplazamiento. Los ingresos de construcción deben usarse junto con la estabilización de los caminos de construcción, para reducir la cantidad de barro que recogen los vehículos. Es importante anotar que esta práctica de manejo sólo será eficaz si se usa el control de sedimentos en todo el resto del emplazamiento de construcción.



**Figura N° 2. Entrada de Construcción Estabilizada**

### 8.12. Conservación vegetativa

Se usa para la reducción de suelos expuestos y la erosión consiguiente al desbrozar sólo los lugares donde se va a realizar una construcción. Para reducir la erosión debe conservarse la vegetación natural cuando sea factible. Ejemplo de dónde se aplica esta práctica:

- La vegetación natural debe conservarse en los taludes empinados, cerca de cursos de agua o canales permanentes e intermitentes y en los sitios de edificios en zonas boscosas.

Las ventajas de conservar la vegetación natural son las siguientes:

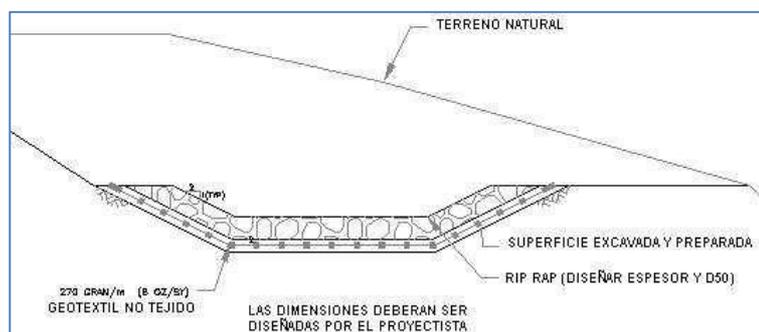
- Ayuda a reducir la erosión del suelo.
- Embellece el área.
- Ahorro en costos de control paisajista.
- Provee áreas para la vida silvestre.
- Posible aumento del valor de la tierra.
- Modera los cambios de temperatura y provee sombra y hábitat cubierto para las aguas superficiales y la tierra. Esto es especialmente importante cuando las pozas de detención descargan en corrientes que tienen salmónidos. Los aumentos en la temperatura del agua tienden a disminuir el oxígeno disponible para la vida acuática.

### 8.13. Canales con Revestimiento de Piedra

En algunos casos los canales requerirán un revestimiento de piedra o rip rap que sirve de protección contra la erosión en las avenidas. La ventaja de la piedra colocada es que limita la velocidad del agua evitando así la erosión.

El diseñador deberá definir los requerimientos de dimensiones del canal, características de la piedra (dureza, forma, tipo, diámetro y espesor), geotextil bajo la piedra, taludes de corte o relleno.

Por definición los drenajes permanentes y de larga duración, que necesiten protección contra la erosión, requerirán ser revestidos con piedra o rip rap.

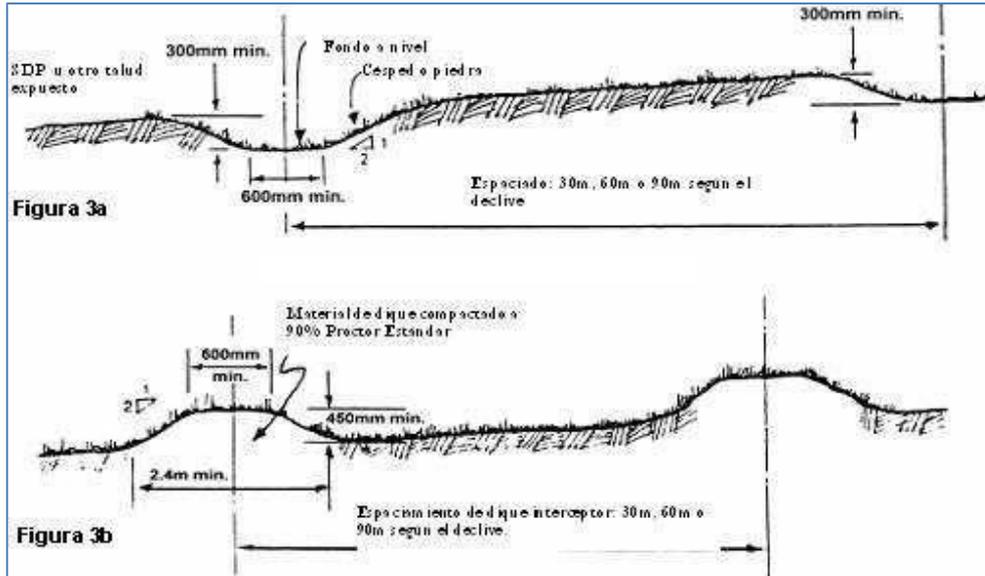


**Figura N° 3. Canal con Revestimiento de Piedra**

### 8.14. Dique interceptor temporal

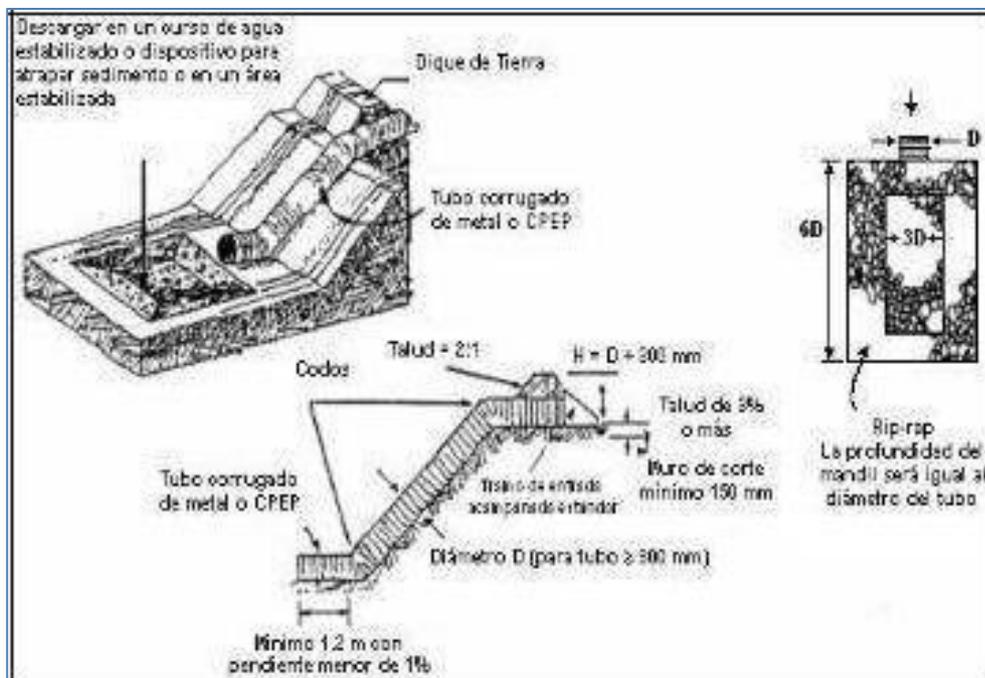
Una cresta de suelo compactado o una depresión con revestimiento vegetativo situada en la parte superior o en la base de un área perturbada en declive. El dique interceptará la escorrentía pluvial de las áreas de drenaje arriba de los taludes sin protección y la dirigirá hacia una salida estabilizada. Situaciones a las que se aplica esta práctica:

- Cuando debe reducirse el volumen y la velocidad de la escorrentía de taludes expuestos o perturbados.
- Cuando un dique/depresión de intercepción se coloca sobre un talud perturbado, reduce el volumen de agua que llega al área perturbada al interceptar la escorrentía proveniente de arriba (Figuras 3a y 3b). Cuando se coloca horizontalmente a través de un talud perturbado, reduce la velocidad de la escorrentía que fluye por el talud al disminuir la distancia que la escorrentía puede fluir directamente cuesta abajo.



### 8.15. Drenes de talud

Tubo (tubería) que se extiende desde la parte superior al fondo de un talud de corte o de relleno y que descarga en un curso de agua estabilizado o un dispositivo de captura de sedimentos, o en un área de estabilización. La finalidad es conducir escorrentía concentrada por taludes empinados sin causar cárcavas, erosión de canal, o saturación de suelos con tendencia al deslizamiento. Situaciones en las que se aplica la práctica: Cuando se necesita una medida temporal (o permanente) de conducir escorrentía por un talud sin causar erosión.



**Figura N° 4. Tubo – Drenes De Talud**

### 8.16. Barreras de agua y bermas de rodadura

Berma de grava construida sobre caminos. La berma retendrá el sedimento de las áreas de tráfico mediante el uso de un filtro de grava o piedra chancada.

Se aplica la práctica cuando se necesita una medida temporal para retener el sedimento de los caminos.

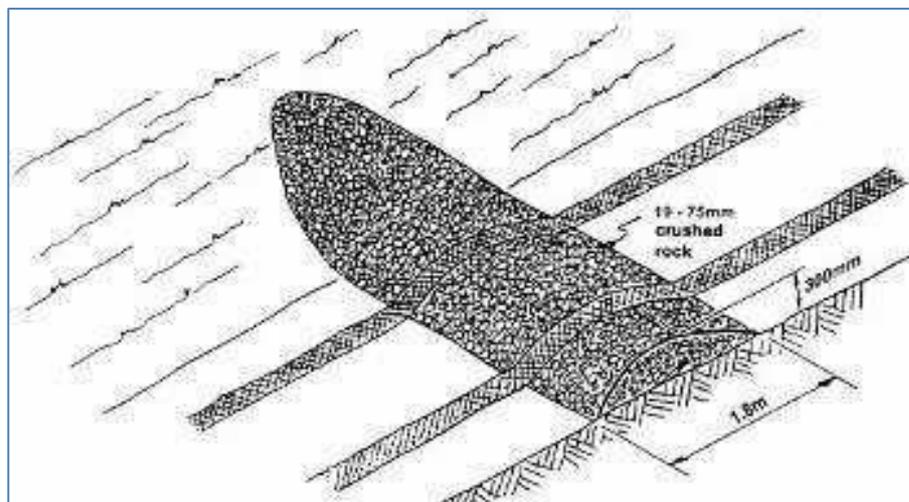


Figura N° 5. Berma de Filtro de Grava

### 8.17. Bermas de seguridad y taludes de relleno

La construcción de bermas de seguridad y taludes de relleno requiere que los suelos sean estabilizados. El tratamiento mínimo es compactar estas estructuras.

Para bermas permanentes debe proveerse una cubierta de vegetación u otra protección de erosión. Las bermas temporales a corto plazo deben tener la superficie compactada y encrestada para disminuir la velocidad del agua y retener las partículas de suelo en el talud.

### 8.18. Mantas y mallas para el control de la erosión

Usadas para controlar la erosión del talud.



Foto N° 3. Mantas para el control de la erosión

Es importante considerar la orientación de las mantas y mallas.

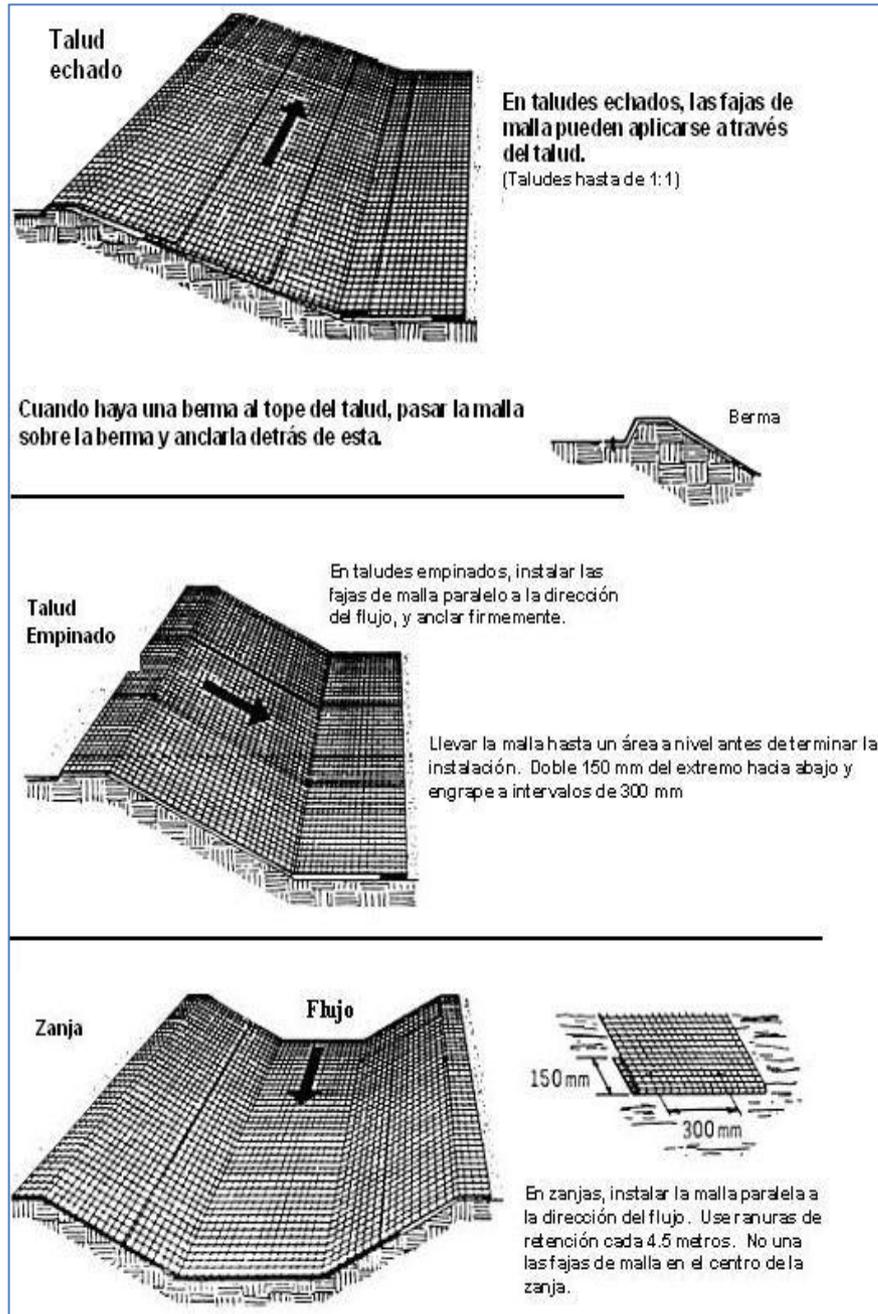


Figura N° 6. Orientación de las Mantas y Mallas

### 8.19. Rip-rap

El rip-rap es una cobertura permanente y resistente a la erosión del terreno hecha de piedras grandes, sueltas y angulares. El rip-rap disminuye la velocidad de la escorrentía concentrada o estabiliza taludes con problemas de filtración y/o suelos no cohesivos.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

- Contactos suelo-agua, donde las condiciones del suelo, la turbulencia del agua, la velocidad del agua y la cubierta vegetativa prevista son tales que el suelo puede erosionarse bajo las condiciones del flujo de diseño.

Dado que el rip-rap grabado consiste en una variedad de tamaños de piedra, se necesita un método para especificar el rango de tamaño de la mezcla de piedras. El diseñador especifica un diámetro de piedra en la mezcla para el que cierto porcentaje, por peso, será más pequeño. Por ejemplo, D85 se refiere a una mezcla de piedras en la que el 85% de la piedra por peso sería más pequeño que el diámetro especificado. La mayoría de diseños se basan en d50. En otras palabras, el diseño se basa en la dimensión mediana de la piedra en la mezcla.

Dado que el rip-rap se usa donde el potencial de erosión es alto, la construcción debe tener una secuencia tal que el rip-rap pueda instalarse con la mínima demora posible. La perturbación de áreas donde se va a colocar el rip-rap, sólo debe hacerse cuando la preparación final y colocación del mismo pueda seguir inmediatamente después de la perturbación inicial. Cuando se use el rip-rap para protección de salidas, se le debe colocar antes o junto con la construcción del tubo o canal, de modo que esté instalado cuando el tubo o canal comiencen a operar.

### **Mantenimiento**

- Las coberturas de rip-rap deben inspeccionarse regularmente y después de cada evento pluvial grande.
- Todas las prácticas temporales y permanentes de control de erosión y sedimentos deben mantenerse y repararse según sea necesario para asegurar el desempeño continuado de su función prevista.

### **8.20. Pozas de sedimentos temporales**

La poza de sedimentos temporales sirve para captar y almacenar sedimentos de lugares desbrozados antes del restablecimiento de la vegetación permanente y/o la construcción de estructuras. Tiene la finalidad de evitar el transporte del sedimento arrastrado en el emplazamiento. La poza es una medida temporal y debe mantenerse hasta que el área del emplazamiento esté protegida permanentemente contra la erosión.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

- Terreno abierto de un área pequeña.

### **Efectividad**

Las pozas de sedimentos sólo son 70-80 por ciento efectivas en el mejor de los casos, para atrapar el sedimento que fluye hacia ellas. Por lo tanto, deben usarse conjuntamente con prácticas de control de la erosión tales como sembrío temporal, mantillo, diques de derivación, etc. para reducir la cantidad de sedimento que fluye a la poza. Las pozas de sedimentos son mucho más efectivas cuando se les diseña con una serie de cámaras.

Se puede construir pozas de sedimento con sacos de polietileno, usando una mezcla de material con cemento (mortero) para rellenar los sacos.

Esto hará posible que el material contenido en los sacos se compacte como roca, proporcionando una barrera permanente y evitando que falle cuando el saco se desgasta debido a los efectos del clima (sol, lluvia, viento, etc.). Se necesita una separación adecuada entre las barreras para un control escalonado de sedimento en todos los conductores de agua, zanjas, canales, etc.



**Foto N° 4. Estructuras de sacos con concreto**

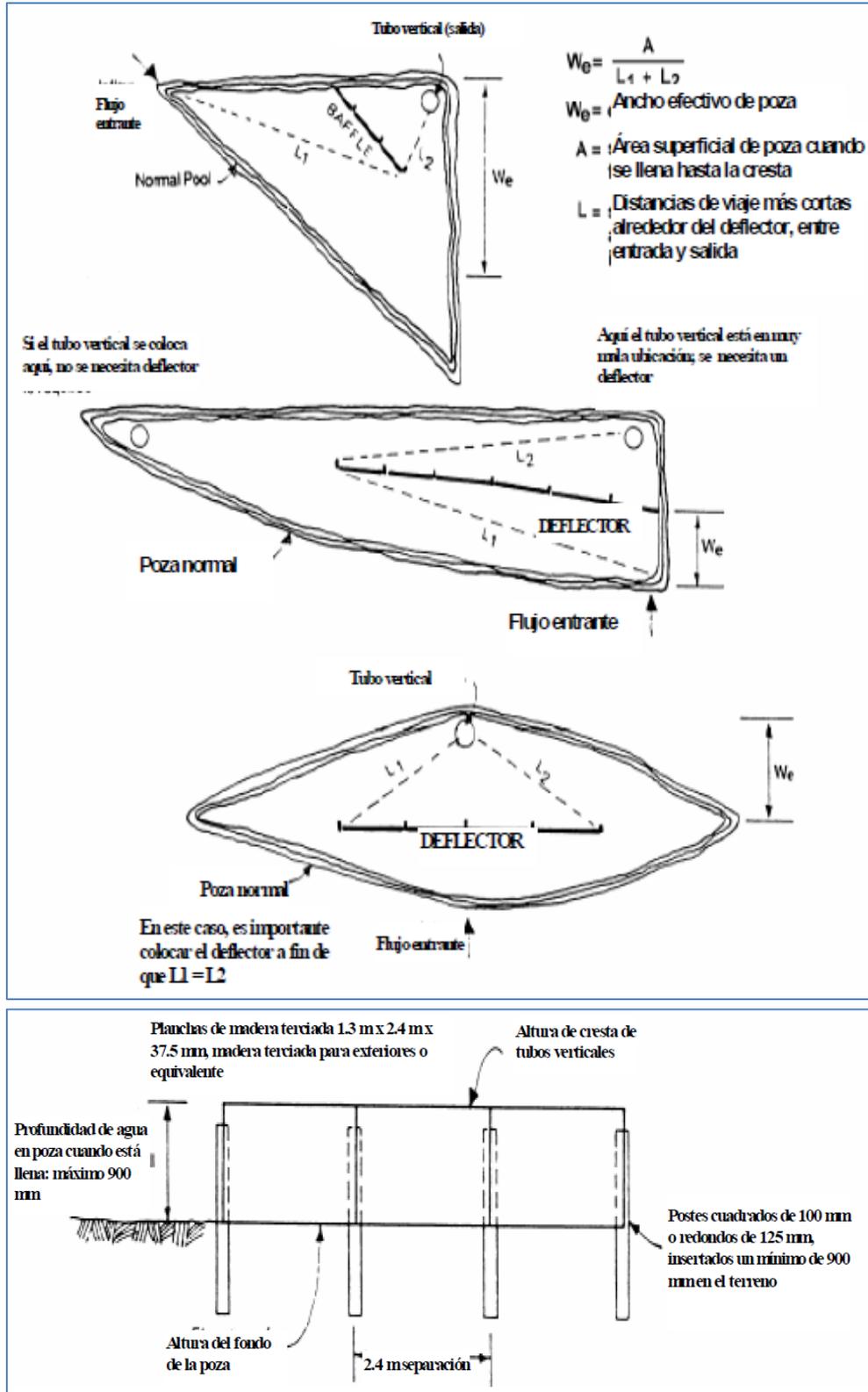


Figura N° 7. Deflectores de Poza de Sedimentación

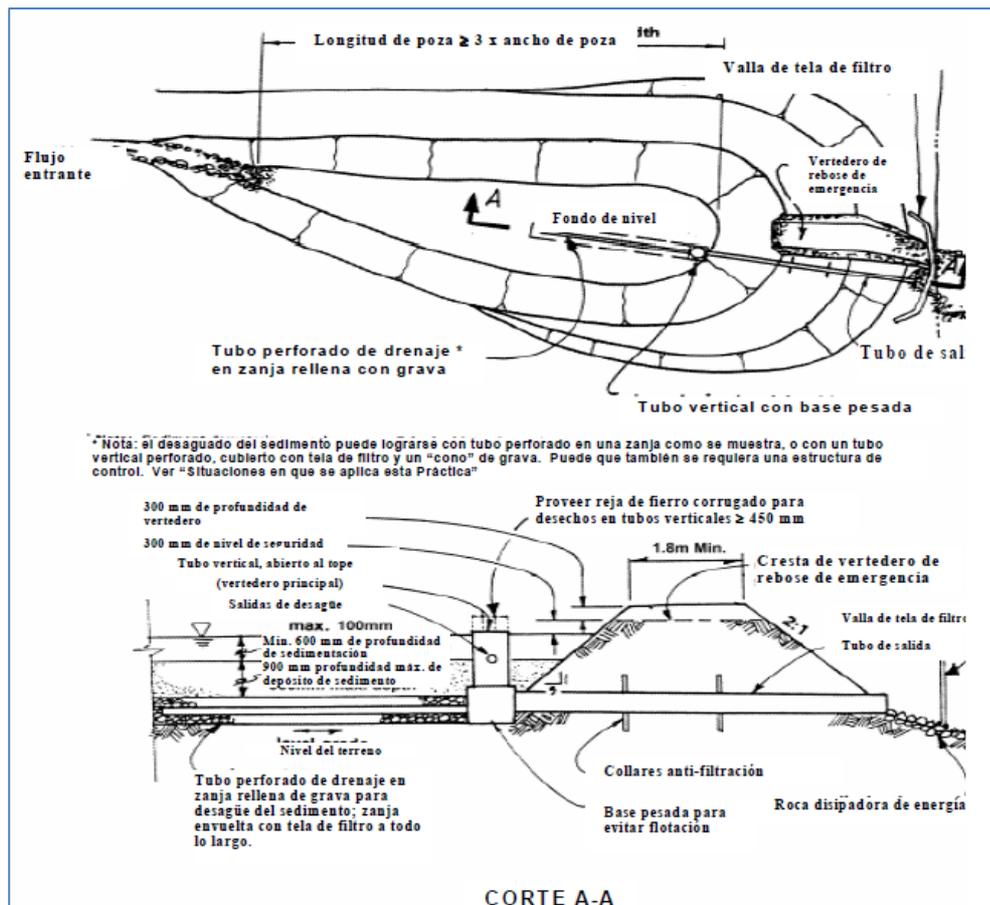


Figura N° 8. Poza de Sedimentos

### 8.21. Barreras de pacas de paja o rocas apiladas

Barrera temporal de sedimentos consistente en una fila de pacas de paja encajonadas y ancladas. Las pacas de paja interceptarán y detendrán pequeñas cantidades de sedimento proveniente de áreas perturbadas de extensión limitada, para evitar que el sedimento salga del emplazamiento.

El propósito principal de las pacas de paja es reducir temporalmente la velocidad del agua de escorrentía, para limitar el ingreso de partícula, mientras se establece la vegetación.

Se requiere la instalación cuidadosa de las pacas de paja para evitar la canalización involuntaria del flujo.

A fin de evitar la canalización, las pacas de paja deberán colocarse a lo largo del contorno para reducir al mínimo el riesgo de canalización del flujo a lo largo de la parte cuesta arriba de las pacas de paja. También se deberá evitar el empozamiento limitando el área contribuyente cuesta arriba de las pacas de paja. La siguiente tabla se puede usar como guía con respecto al espaciado de las pacas de paja, dependiendo del ángulo del talud que se controlará.

Talud (H:V)	Distancia entre filas (m)
Menos de 1.5:1	5
1.5:1	10
2:1	12
2.5:1	15
3:1	20

Situaciones en que se aplica la práctica:

- Debajo de áreas perturbadas sujetas a erosión laminar y de surco.
- Cuando el tamaño del área de drenaje no es mayor que 0.1 ha por 30 m de longitud de barrera; la longitud máxima del talud tras la barrera es 20 m; y la pendiente máxima del talud tras la barrera es 50% (2:1), de ser posible.
- En depresiones o líneas de zanja menores, donde el área máxima de drenaje contribuyente no es mayor de 0.8 ha.
- Cuando se requiere efectividad por menos de 3 meses.
- Por ningún motivo deben construirse barreras de pacas de paja en corrientes o en depresiones donde haya posibilidad de flujo concentrado.

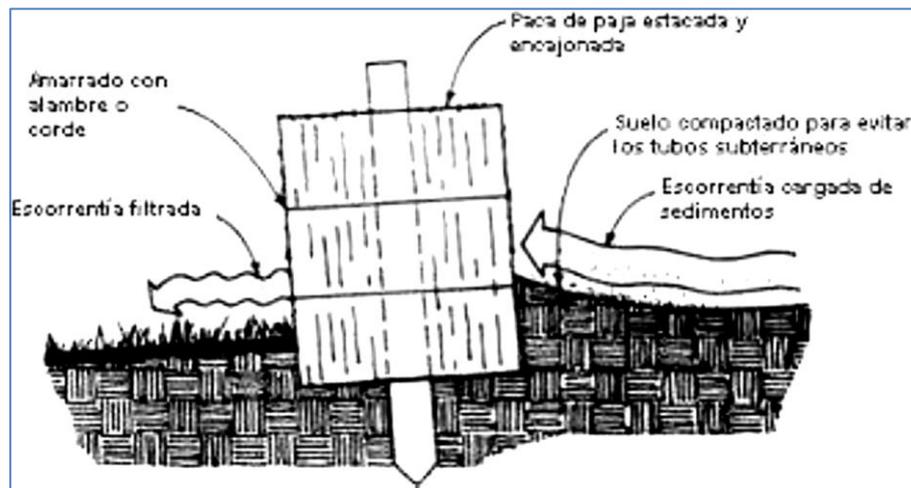


Figura N° 9. Corte transversal de una barrera de paca de paja debidamente instalada



Foto N° 5. Aplicación de pacas de paja

## 8.22. Cerco de sedimento

Barrera temporal de sedimento consistente en una tela de filtro extendida entre postes de soporte y fijada a ellos, y encajonada. El cerco de sedimento se construye con estacas y tela de filtro sintética, con un respaldo rígido de cerco de alambre donde sea necesario para soporte. Los cercos de sedimento interceptan y detienen pequeñas cantidades de sedimento en condiciones de flujo laminar, proveniente de áreas perturbadas a fin de evitar que el sedimento salga del emplazamiento y disminuir la velocidad de los flujos laminares.

Se requiere la instalación cuidadosa del cerco de sedimento para evitar la canalización involuntaria del flujo. A fin de evitar la canalización, el cerco de sedimento deberá colocarse a lo largo del contorno para reducir al mínimo el riesgo de canalización del flujo a lo largo de la parte cuesta arriba del cerco de sedimento. También se deberá evitar el empozamiento limitando el área contribuyente cuesta arriba del cerco de sedimento. Se aplican los mismos requerimientos de espacio para los cercos de sedimento.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

- Los cercos de filtro deben proveerse justo corriente arriba de los puntos de descarga de escorrentía de un emplazamiento, antes de que el flujo se concentre. También se les puede necesitar:
- Debajo de áreas perturbadas donde la escorrentía puede ocurrir en forma de erosión laminar o de surco; dondequiera que la escorrentía tenga potencial para impactar recursos corriente abajo.
- Depresiones perpendiculares a menores o líneas de zanja para áreas de drenaje contribuyentes.

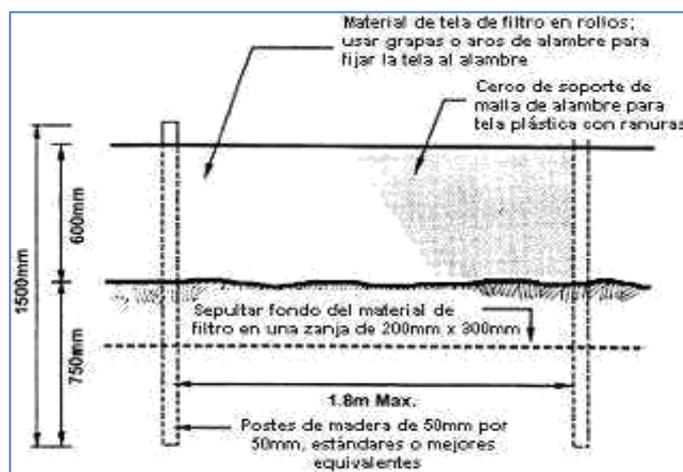
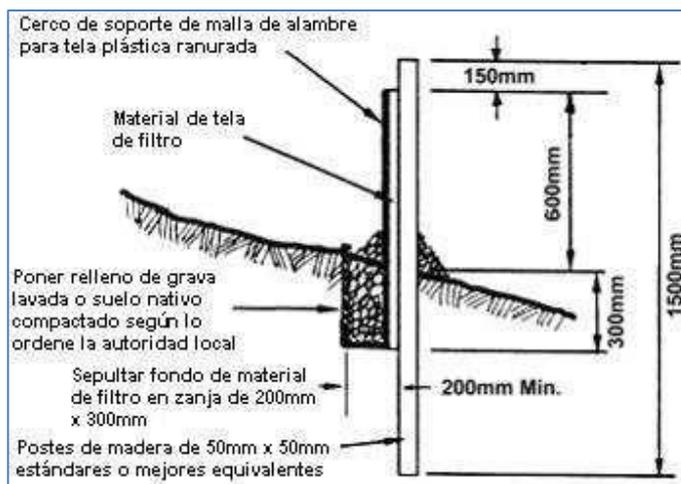


Figura N° 10. Detalle de cerco de tela de filtro



**Figura N° 11. Detalle de cerco de tela de filtro**



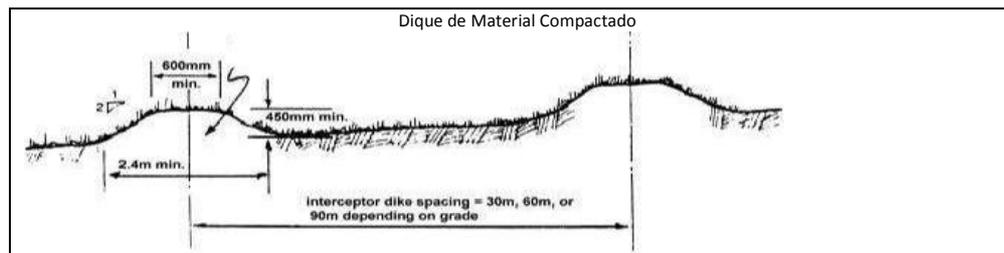
**Foto N° 6. Aplicación de la cerca de sedimento**

### 8.23. Berma continua

Un lomo de suelo compactado o una depresión con forro vegetativo situado en la parte superior o en la base de un área perturbada de talud. La berma interceptará la escorrentía pluvial de áreas de drenaje sobre taludes sin protección y la dirigirá hacia una salida estabilizada o poza de sedimento.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

- Cuando debe reducirse el volumen y velocidad de la escorrentía de taludes expuestos o perturbados. Cuando se coloca un dique/depresión de intercepción arriba de un talud perturbado, reduce el volumen de agua que llega al área perturbada al interceptar la escorrentía proveniente de la parte superior (Figura 10). Cuando se le coloca horizontalmente a través de un talud perturbado, disminuye la velocidad de la escorrentía que fluye por el talud al reducir la distancia que puede fluir directamente cuesta abajo.



**Figura N° 12. Diques temporales de intercepción**

Espaciamiento del Dique de Intercepción  
= 30m, 60m, o 90m dependiendo del nivel

*Dike material compacted 90% Standard Proctor = Material de dique compactado a 90% de Proctor estándar.*

*Interceptor dike spacing = 30m, 60m or 90m depending on grade = Espaciado del dique interceptor*

#### **8.24. Emisor de gaviones**

Los emisores se diseñan para operar a gravedad o a presión, decisión que depende de las condiciones particulares de cada proyecto. La parte del emisor que conduce el efluente de agua puede ser un canal a cielo abierto, pero la parte del emisor que conduce el influente de agua es una tubería, comúnmente de concreto, que sólo se encontrará totalmente inundada durante o inmediatamente después de una precipitación pluvial. Para este caso se considera una estructura de gaviones para atrapar o retener sedimentos presentes hasta partículas de 4.75 mm tamaño.

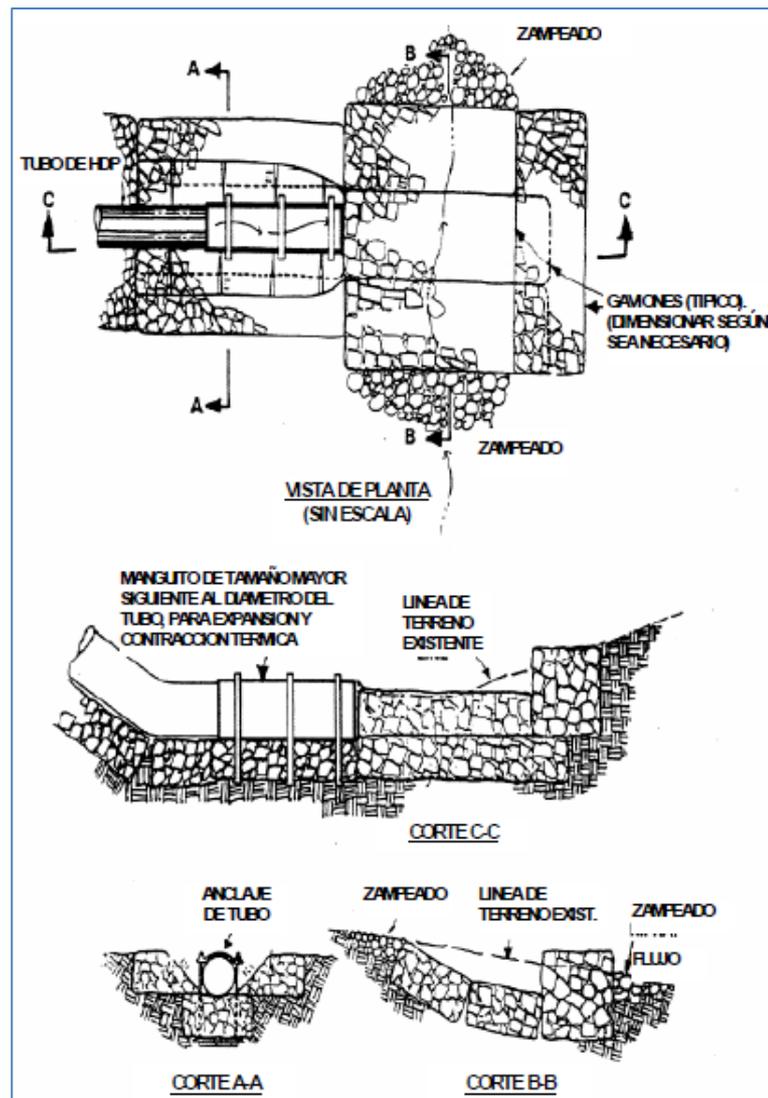


Figura N° 13. Detalle de emisor de gavión

### 8.25. Presas de retención

Las dos estructuras inferiores en la Figura 5 proveen una ilustración de cómo deben colocarse las estructuras de la presa retención para asegurar la estabilidad del fondo del canal. La figura muestra que la erosión ocurrirá aguas debajo de la presa de retención que se encuentra más arriba, debido a que el agua empozada por la estructura aguas abajo no está disponible para disipación de energía. La estructura más alta y media en la figura están demasiado separadas.

Las estructuras más baja y media se encuentran adecuadamente separadas. La estructura inferior provee agua empozada por debajo de la estructura media que sirve para disipar la energía y limitar la erosión.

Si el canal tiene una pendiente de  $z$  por ciento (por ejemplo, 4.3%), entonces por triángulos semejantes:

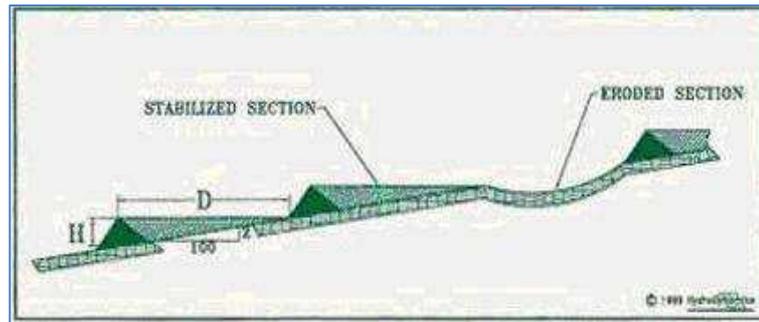


Figura N° 14. Colocación de estructuras para estabilizar un canal

$$D = (100 \times H) \div Z$$

*Stabilized Section* = Sección estabilizada

*Eroded Section* = Sección erosionada

Ver figura:



Foto N° 7. Aplicación de las presas de retención

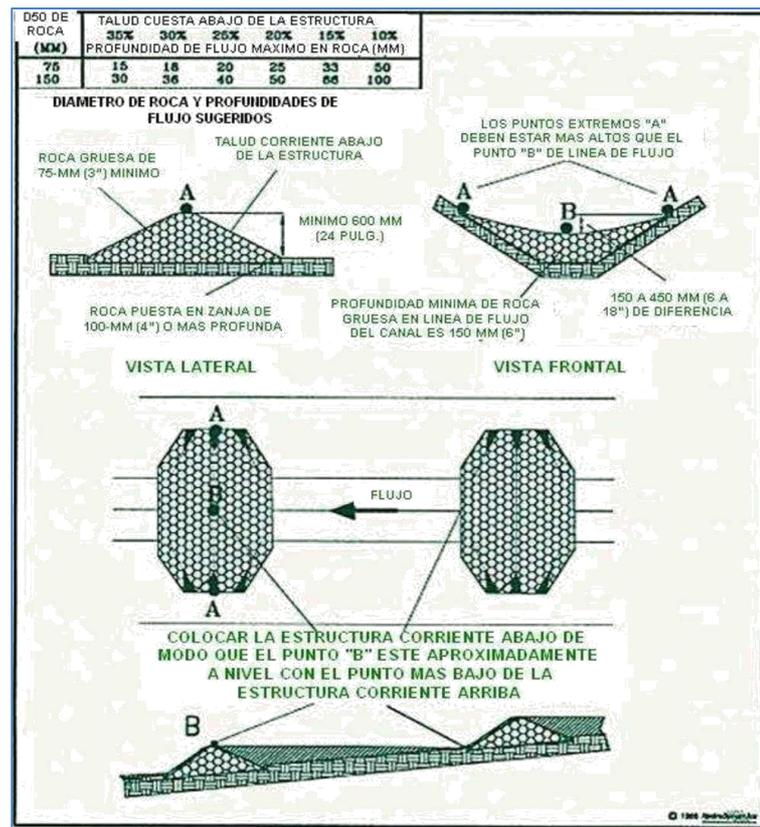


Figura N° 15. Ilustración de una estructura de retención de roca debidamente instalada

## 8.26. Construcción de caminos

Una de las principales fuentes de sedimento en la mina durante la estación de lluvias proviene de los caminos. Es por esta razón que un diseño adecuado, el material adecuado y un riguroso proceso de control de calidad durante la construcción garantizarán una reducción significativa en la generación de sedimento.

Los caminos se deberán construir cumpliendo con el diseño geométrico de manera tal que las gradientes deban asegurar que el agua de lluvia drenará rápidamente hacia las zanjas, evitando su empozamiento o estancamiento en la superficie del camino. Además, también se deberá respetar el diseño estructural, así como el uso de material adecuado, el cual se deberá colocar en capas sucesivas (base, sub-base y superficie de camino) hasta que se obtenga la dureza correcta a fin de evitar la filtración de agua y el aflojamiento de partículas que resulta de ello. El drenaje de la plataforma se logrará mediante una pendiente transversal en curvas y una corona de 3% en tramos rectos.

En algunos casos se considerará un tramo recto con pendientes transversales para re direccionar el flujo, pero esto causa más erosión debido al recorrido más largo que hace el agua.



Foto N° 8. Drenaje de camino

### 8.27. Mantenimiento de caminos

Cada vez que ocurre una lluvia fuerte, los camiones producen una película delgada de barro a su paso. Esto hace que los camiones tengan ligeros resbalones (“patinadas”).

Frente a esta situación, los operadores de las motoniveladoras y los supervisores pueden decidir realizar cortes en el camino. Esto algunas veces genera un problema mayor al bloquear la vía de drenaje.

En estos casos, se deberá realizar lo siguiente:

- Controlar la velocidad de los camiones para evitar los resbalones (“patinadas”)
- Luego de que termine la lluvia, el departamento de Mantenimiento de Caminos deberá inspeccionar el área y limpiar la zanja si se requiere.

### 8.28. Pozas de camino/fosos para lodo

Durante las lluvias, ciertos sectores del camino (curvas, áreas anchas) pueden acumular lodo. Se puede construir fosos para lodo y las motoniveladoras podrían empujar temporalmente el lodo hacia los fosos para lodos y acumularlo en esos lugares. Luego, cuando el clima lo permita y las pozas estén llenas, éstas se deberán limpiar removiendo primero y sacando el lodo (usando excavadoras y volquetes pequeños). El diseño de las pozas debe garantizar que la longitud sea tres veces el ancho, buscando la mayor longitud que permita el espacio.



Foto N° 9. Poza de camino

### 8.29. Aberturas de berma

En el sistema de drenaje de caminos deberá haber una abertura por lo menos cada 150 metros, de manera que el agua no tenga que fluir por largos tramos en las zanjas.

El flujo sale de la zanja al lado del camino pasando a través de la abertura de la berma y fluyendo hacia otras estructuras del sistema de drenaje (canales, alcantarillas, pozas).

Las aberturas en las bermas no deberán usarse como fosos para lodo.

Deberá haber aberturas cada 150 metros para que el flujo de las zanjas salga e ingrese otras estructuras de control de sedimento. Estas aberturas requieren rip-rap u otros materiales resistentes a la erosión adecuados para evitar la degradación.



Foto N° 10. Abertura de Berma

### 8.30. Serpentes

Los serpentes se consideran una práctica de manejo de control de sedimentos. La efectividad de una práctica de manejo de control de sedimentos está establecida en gran parte por la cantidad del área que está disponible para asentamiento y almacenamiento de sedimento.

Un serpentín es básicamente una poza de sedimento alargada. Por lo general, los serpentes están contruidos con varias celdas de poza de sedimento alargadas en serie o en paralelo con respecto al contorno.

Una ventaja de un serpentín es la capacidad de construir una estructura de control de sedimento en un balance de corte y relleno en una ladera.

El diseño del serpentín debe considerar asuntos de mantenimiento, entre ellos la capacidad de remover sedimento de la estructura en forma segura y eficaz. Los serpentes contruidos con celdas en paralelo en lugar de en serie permiten que las celdas se saquen de las líneas para mantenimiento.



Foto N° 11. Serpentín multi-celda

### 8.31. Rip-rap de entrada de alcantarilla

Cuando se colocan entradas de alcantarilla, éstas deben estar protegidas contra la erosión colocando rip-rap alrededor de ellas. Se requiere un mantenimiento regular para remover el sedimento acumulado.

### 8.32. Tuberías de alcantarilla

Se puede usar tuberías corrugadas en las alcantarillas para ayudar a reducir la velocidad del flujo. Sin embargo, las tuberías de HDPE lisas o corrugadas pueden ser necesarias para los cursos de agua con valores de pH bajos, de modo tal que se evite la corrosión de las alcantarillas de metal corrugado.

### **8.33. Mantenimiento de la estructura de control de sedimento**

Se realizará la limpieza de las estructuras de control de sedimento cuando la capacidad de almacenamiento de la estructura se encuentre llena de sedimento depositado en un máximo de 50%.

### **8.34. Floculación**

En el campo del tratamiento de aguas, la coagulación es, por definición, el fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales, que puede conseguirse especialmente por medio de la neutralización de sus cargas eléctricas. Se llama coagulante al producto utilizado para esta neutralización. La agrupación de las partículas descargadas, al ponerse en contacto unas con otras, constituye la floculación, que da lugar a la formación de flóculos capaces de ser retenidos en una fase posterior del tratamiento del agua. Algunos productos pueden favorecer la formación del flóculo; a éstos se les llama floculantes.

#### **Preparación del Floculante**

Las empresas proveedoras de floculantes ofrecen estos productos en diversas formas, frecuentemente como gránulos, emulsiones o soluciones acuosas. Como los floculantes son utilizados normalmente en soluciones muy diluidas, es conveniente preparar una solución madre con una concentración entre 0.5 y 1% de floculante en peso. Para su uso esta solución se diluye nuevamente a valores de 0.01 a 0.1% en peso según sea necesario. Cuando se prepara una solución madre a partir de floculante en forma granulada, es importante que cada gránulo individual sea mojado con agua de manera evite la formación de grumos que se disuelven muy lentamente. Para preparar solución al 0.5% tomar como referencia que en un volumen de agua limpia de 497.5 ml y agitando intensamente agregar 2.5g de floculante granulado lentamente, gránulo por gránulo, de modo que sean succionados por el vórtice de la agitación. Terminado este proceso, disminuir la agitación lentamente hasta que no se produzca turbulencia, pero que las partículas permanezcan en suspensión. Después de algunos minutos, los gránulos comienzan a hincharse y la solución se torna viscosa y luego de 60 minutos de agitación debiera haber una solución homogénea.

A mayores concentraciones que las necesarias para la floculación, el floculante se adsorbe completamente en una partícula dejando poca oportunidad para adsorberse en otras partículas y re-estabilizando la suspensión. Por esta razón, existe una dosificación óptima para los floculantes poliméricos.

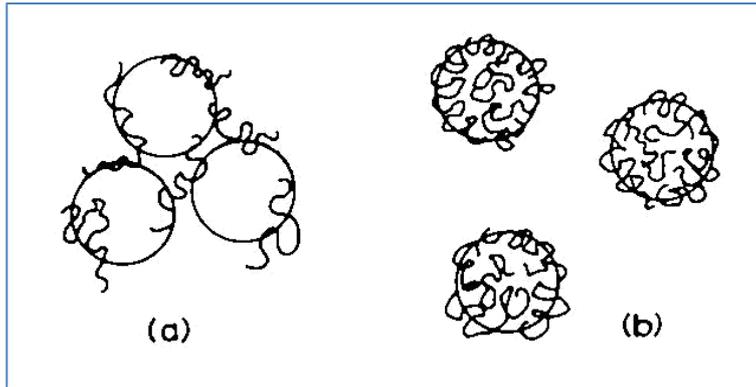
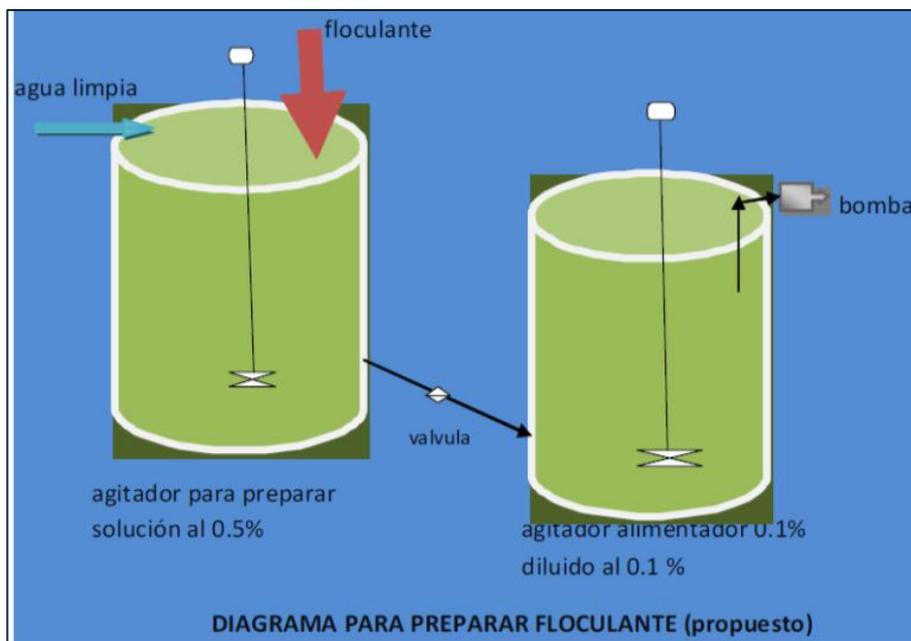


Figura N° 16. Floculación a) Floculación de varias partículas; b) re-estabilización por exceso de floculante.



1. Preparar el floculante 0.1 % (2.5gr de floculante en 497.5ml de agua es 0.5%)
2. Instalar bombas dosificadoras con las siguientes característica

**Ejemplo de Bomba para dosificar coagulante**

02 c/u Bomba dosificadora electrónica con display digital y señal de entrada de 4 - 20 mA

Marca	IWAKI WALCHEM de USA
Modelo	EWB11Y2PC
Precio de las dos bombas	\$ 700.00
01 Kit de repuestos de bomba	\$ 280.00
IWAKI WALCHEM Modelo	
EWB11Y2PC	

**Selección del floculante**

Para que el tratamiento de cualquier suspensión de mineral tenga éxito es esencial que el programa de pruebas de floculante sea eficiente los floculantes se evalúan por separado y para un máximo de eficiencia y economía, los mejores resultados se obtienen cuando los floculantes se agregan en forma de soluciones muy diluidas, ya hemos mencionado que la sobredosis de floculantes puede producir proporciones de sedimentación más bajas y floculación y claridad más deficientes; es por eso que las dosis se deben calcular de acuerdo con las pruebas de laboratorio. Los floculantes se clasifican de acuerdo con su carácter iónico.

- Catiónicos. Son utilizados para la obtención de máxima eficacia bajo unas condiciones de PH bajos.
- Aniónicos. Se usan generalmente bajo condiciones alcalinas y se prefiere para soluciones neutras.

## VIII. DISEÑO ESTÁNDAR CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y CIERRE PARA CANCHA DE VOLATILIZACIÓN<sup>93</sup>

### I. ESPECIFICACIONES

El lugar seleccionado para la ubicación de la cancha de volatilización tendrá las siguientes características:

- Terreno arcilloso, suelos con alta impermeabilidad o usar láminas de polietileno de alta densidad de al menos 2 mm de espesor.
- Ubicado en una zona alta, no inundable, napa freática no menor a 3 m, en caso contrario aplicar una capa o material de impermeabilización.
- Ubicado en un radio no menor a 100 m de un campamento o área de trabajo. Esta distancia puede ser menor en función de la cantidad de residuo a disponer.
- Considerar las condiciones climatológicas (precipitación y dirección del viento). El viento debe circular hacia la cancha de volatilización.
- El área promedio a ocupar será de 100 m<sup>2</sup> (10 m x 10 m) y una profundidad máxima de 0.80 m con un desnivel del 1% en la base (para el escurrimiento y recojo de lixiviados).
- Deberá contar con una poza de recuperación de lixiviados para la colección de hidrocarburos, con una profundidad no mayor de 1 m y un área máxima de 1 m<sup>2</sup>.
- También deberá tener un techo. La poza de recuperación de lixiviado deberá tener tapa, que evite el ingreso de agua de lluvia y un canal perimétrico que derive el agua acumulada en el techo.
- Deberán contar con un dique o canaleta perimétrica que evite el ingreso de agua de escorrentía superficial.
- Señalización de la cancha de volatilización, además de instalar un cerco que restrinja el acceso a personas ajenas y se constituya en un aislamiento visual.

### II. OPERACIÓN

- Para el uso del área de la Cancha de Volatilización se establecerá un horario, de preferencia al término del turno de trabajo.
- Los alrededores y áreas cercanas deberán mantenerse libre de residuos.
- El transporte del residuo peligroso se realizará en camionetas, los residuos deberán estar en bolsas o recipientes cerrados.
- El suelo contaminado será disgregado sobre la lámina de polietileno de alta densidad en el área conformando una capa homogénea.
- Una vez homogenizada la capa de suelo contaminado, aplicar cal o ceniza y una capa de suelo nativo.
- Los suelos contaminados en las canchas de volatilización, serán removidos para favorecer la penetración de oxígeno, evitar su compactación, la posible producción de metano y la aparición de zonas anaerobias.
- Diariamente se inspeccionará la poza de lixiviado (verificar la no obstrucción de la misma) y se evacuarán los líquidos generados.
- Los suelos ya saneados se colocarán en los mismos lugares de donde fueron extraídos previo análisis de laboratorio.
- Se deberá registrar la cantidad de residuos cada vez que estos sean almacenados, la cantidad de cal o ceniza empleada, así como también la cantidad de lixiviado recuperado.
- Tener especial cuidado de no rasgar la lámina de polietileno durante la retirada de los suelos ya tratados.
- Una vez retirado el suelo y antes de colocar el siguiente, se procederá a reparar los defectos que pudieran encontrarse en la lámina, sustituyendo parte o todo de esta, según sea el caso. Se hará una revisión mensual de las láminas de polietileno.
- Prohibido fumar en las zonas cercanas a la cancha de volatilización, ni acercarse con fósforos u otro objeto susceptible de producir ignición.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección personal, como casco, guantes respiradores, zapatos de seguridad. El calzado de los trabajadores no deberán tener elementos metálicos al descubierto que puedan producir chispas por golpes o rozamientos.

### III. CIERRE

- Nivelar el terreno, dándole la inclinación necesaria para asegurar el no estancamiento de agua y el drenaje natural del agua pluvial.
- Se retirarán las estructuras del techo, cerco y letreros de señalización.
- Se mantendrá la estructura de la poza de recuperación de lixiviados.
- La verificación y recuperación de lixiviados una vez cerrada la Cancha de Volatilización será de una vez por semana, siendo registrada la cantidad de
- Se esparcirá el suelo orgánico, retirado al momento de la apertura, y se procederá a la revegetación con plantones recuperados de los alrededores.
- Al momento del cierre se realizará una inspección de abandono liderado por el Supervisor de Medio Ambiente, como consecuencia de la misma, se emitirá el acta de abandono donde se dará la conformidad del cierre.
- Se monitoreará semestralmente el área revegetada por espacio de un año.

<sup>93</sup> El diseño estándar de construcción, operación y cierre para cancha de volatilización ha sido extraído del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

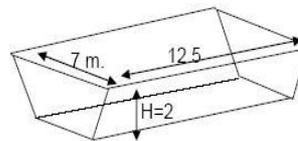
lixiviados.

## IX. DISEÑO ESTANDAR PARA LA HABILITACIÓN, OPERACIÓN, CLAUSURA Y POST CLAUSURA DE UN RELLENO SANITARIO<sup>94</sup>

### I. ESPECIFICACIONES

- El área seleccionada no debe de ubicarse en zonas donde existe aguas superficiales y/o subterráneas que podrían ser contaminadas por eventuales flujos de lixiviados.
- Tampoco deben de considerarse los terrenos que presenten fallas geológicas, de estabilidad, ni tener la posibilidad de deslizamientos de tierra ni mucho menos propensas a inundación.
- El área seleccionada tiene que tener preferentemente una topografía con pendientes moderadas.
- Con respecto a la predominancia de la dirección del viento ésta debe ser contrario a la zona poblada, aun así se deberá tomar medidas tales como la siembra de árboles y vegetación espesa en el perímetro del relleno sanitario.
- De acuerdo a la topografía del terreno y a la no disponibilidad de material de cobertura se plantea el método de trinchera o zanja, es decir realizar cortes sobre el terreno natural, definiéndose trincheras de 3 metros de altura.
- El fondo y paredes de la trinchera serán impermeabilizadas con arcilla que debe tener como mínimo 40cm de espesor; sobre esta se colocará las geomembranas de PVC de 1mm de espesor.
- Se ha considerado una trinchera típica con las siguientes dimensiones:
 

- Largo de la Trinchera:	12.5
- Ancho de la Trinchera:	7
- Profundidad de la Trinchera:	2
- Talud de las Trincheras:	H/V:1/2



- Construir una cobertura a base de calamina galvanizada.
- Se construirá un dren colector de lixiviados impermeabilizada con geomembrana de PVC de 1mm de espesor.
- Los gases producidos deberán ser evacuados, utilizando chimeneas construidas por con tubería de polietileno o PVC de 10 "de diámetro. Cada una tendrá un área de influencia de 40 m. y se van levantando en forma vertical, conforme la celda va ascendiendo.
- Se construirá un pozo de monitoreo de 1m x 1m x 1m con la finalidad de establecer la presencia de probables fugas de lixiviados.
- Se construirá un canal pluvial que desvíe la escorrentía superficial hacia zonas alejadas del área de Relleno Sanitario.
- Se construirá un cerco deberá ser protegido con alambre de púas para delimitar el área del relleno. Deberá tener una puerta de ingreso hacia el Relleno Sanitario.
- El relleno será debidamente señalado, indicando las coordenadas de ubicación, uso de EPP y prohibición de acceso a personal no autorizado.

### II. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Para la construcción de celdas demarcar (con cal) el área que ocuparán las celdas de acuerdo al plano de distribución de trincheras.
- Luego de conformada la primera celda, se descargan los residuos en el frente de trabajo y se esparcen de arriba hacia abajo, manteniendo una pendiente de 3: 1 (H: V).
- Se coloca el dren vertical para el drenaje de gases. Este debe estar conectado con los drenes horizontales para la evacuación de lixiviados.
- Esparcir la basura en capas delgadas de 0.30 m. y compactar hasta obtener la altura de 1.00 a 1.50 m. y una superficie uniforme, usando los pisones y el rodillo.
- Descargar los residuos sólidos en el frente de trabajo, procurando mantener una sola y estrecha área descubierta durante la jornada. Se deberá tener un sólo frente de trabajo.
- Cubrir los residuos compactados con el material de cobertura que deberá tener un espesor de 0.20 m. Esta operación debe realizarse una vez al día al final de la jornada.
- Fumigación periódica de la caseta y las otras áreas.
- Controlar el ingreso de los residuos. Se usará la Ficha: Control de ingreso de vehículos y residuos sólidos.
- Los operarios deberán recibir dosis periódicas de vacunas (tétanos, hepatitis B) y cumplir con un programa de exámenes médicos preventivos. Como mínimo dos análisis por año.

### III. CLAUSURA

- La cobertura final se efectuará en dos capas:
  - La primera de un espesor de 500 mm de arcilla compactada.
  - El espesor de la segunda capa o final dependerá del tipo de cobertura vegetal elegida o forestación proyectada, se asume un espesor de 300 mm de tierra vegetal,
- Las chimeneas se culminan colocando un cilindro metálico (tipo de 55 gal de capacidad) cortado por la mitad debiéndose mantener en buen estado y protegidas a 0.40 m. sobre el nivel del perfil terminado

<sup>94</sup> El diseño estándar para la habilitación, operación, clausura y post clausura de un relleno sanitario ha sido extraído del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

obteniéndose una cobertura final de 800 mm.

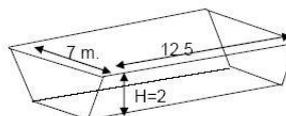
#### IV. POST CLAUSURA

- Inspección y mantenimiento de la cobertura final del relleno.
- Aplicación de un programa permanente de monitoreo de los sistemas de control y tratamiento de los gases y lixiviados.
- Contar con un equipo para incendios y disponer la acumulación de suficiente material de cobertura (tierra u otro material inerte) para controlar la generación de fuego accidental.
- Realizar trabajos de Fumigación y Desratización en el área del Relleno de Seguridad para evitar la proliferación de enfermedades.

## X. DISEÑO ESTÁNDAR PARA LA HABILITACIÓN, OPERACIÓN, CLAUSURA Y POST CLAUSURA DE UN RELLENO DE SEGURIDAD<sup>95</sup>

### I. ESPECIFICACIONES

- El área seleccionada no debe ubicarse en zonas donde existe aguas superficiales y/o subterráneas que podrían ser contaminadas por eventuales flujos de lixiviados.
- Tampoco deben considerarse los terrenos que presenten fallas geológicas, de estabilidad, ni tener la posibilidad de deslizamientos de tierra ni mucho menos propensas a inundación.
- Debe tener acceso definido favorable para realizar la actividad de habilitación y operación del Relleno Sanitario.
- El área seleccionada tiene que tener preferentemente una topografía con pendientes moderadas.
- Con respecto a la predominancia de la dirección del viento ésta debe ser contrario a la zona poblada, aun así se deberá tomar medidas tales como la siembra de árboles y vegetación espesa en el perímetro del relleno sanitario.
- La vida útil del lugar seleccionado debe ser máximo de cinco años (5) años.
- De acuerdo a la topografía del terreno y a la no disponibilidad de material de cobertura se plantea el método de trinchera o zanja, es decir realizar cortes sobre el terreno natural, definiéndose trincheras de 3 metros de altura.
- El fondo y taludes (paredes) de la trinchera serán impermeabilizadas con geomembranas de PVC de 2 mm de espesor.
- Antes de colocar la Geomembrana el fondo y taludes se impermeabilizará con arcilla que tenga 500 mm. de espesor.
- Después de la impermeabilización de la trinchera con geomembrana se procederá a la construcción de la rampa.
- Se ha considerado una trinchera típica con las siguientes dimensiones:
  - Largo de la Trinchera: 12.5 metros.
  - Ancho de la Trinchera: 7 metros.
  - Profundidad de la Trinchera: 2 metros.
  - Talud de las Trincheras : H/V: ½



- Construir un canal pluvial que desvíe esta escorrentía superficial a zonas alejadas al Relleno de Seguridad.
- Se construirá un cerco de palos de eucalipto o madera similar, protegidas con alambre de púas con una puerta de madera en el ingreso de entrada para delimitar el área del Relleno de Seguridad.

### II. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Primero los residuos deben ser encapsulados, lo cual consiste en incorporar el residuo dentro de un material que lo aísla del medio ambiente, sin que los componentes del residuo se fijen químicamente al material utilizado. Puede usarse plástico.
- Guiar al conductor del vehículo recolector para que descargue los residuos en el Almacén temporal de Residuos Industriales.
- Estas se colocarán en los cilindros de plásticos de acuerdo al tipo de residuo común. Una vez que se llegue a copar todo el cilindro se sellará y estará listo para ser llevado a la trinchera.
- Se transportará el cilindro desde la caseta de almacenamiento temporal hasta la trinchera por medio de equipos livianos, triciclos o carretillas.
- Una vez que se encuentren en la trinchera se colocarán una tras otra haciendo filas. Cuando se tenga todo el ancho de la fila se rellenará de material para cobertura.
- Compactar toda la parte externa superior hasta obtener una superficie uniforme, usando los pisones en capas de 0,20 m.
- Fumigación periódica de la caseta y las otras áreas del RS.
- Controlar el ingreso de los residuos.
- Dotar de uniformes de trabajo a los operarios y velar porque los usen completos (guantes, botas y mascarilla) y en forma diaria.
- Los operarios deberán recibir dosis periódicas de vacunas (tétanos, hepatitis B) y cumplir con un programa de exámenes médicos preventivos. Como mínimo dos análisis por año.

<sup>95</sup> El diseño estándar para la habilitación, operación, clausura y post clausura de un relleno de seguridad ha sido extraído del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

### III. CLAUSURA

- La cobertura final se efectuará en dos capas:
- La primera de un espesor de 500 mm. de arcilla compactada.
- El espesor de la segunda capa o final dependerá del tipo de cobertura vegetal elegida o forestación proyectada, se asume un espesor de 300 mm. de tierra vegetal, obteniéndose una cobertura final de 800 mm.
- Entre la primera y segunda capa se colocará una geomembrana de 2 mm de espesor.

### IV. POST CLAUSURA

- Inspección y mantenimiento de la cobertura final del relleno.
- Aplicación de un programa permanente de monitoreo de los sistemas de control y tratamiento de los gases y lixiviados.
- Contar con un equipo para incendios y disponer la acumulación de suficiente material de cobertura (tierra u otro material inerte) para controlar la generación de fuego accidental.
- Realizar trabajos de Fumigación y Desratización en el área del Relleno de Seguridad para evitar la proliferación de enfermedades.

## XI. DISEÑO ESTÁNDAR CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y CIERRE PARA TANQUES SÉPTICOS<sup>96</sup>

### I. ESPECIFICACIONES

- Ubicada a cielo abierto, NUNCA dentro de un ambiente cerrado y cubierto.
- Respetar la ubicación del tanque séptico (30 m) y pozos percoladores (10 m) con respecto a algún pozo de agua, ríos, etc. y una distancia mínima de 1 metro de cualquier terreno de terceros.
- Aplicable en zonas de terreno permeable y semi-impermeable; y este debe permanecer insaturado varios pies por debajo del sistema. Más aún, el sistema de percolación al suelo debe estar ubicado muy por encima de la capa freática y del lecho de roca.
- El sistema propuesto deberá tener una capacidad máxima de tratamiento de 0,037 L/s en promedio.
- El tanque séptico será una estructura subterránea impermeable, prismática rectangular de flujo horizontal. Tendrá 2 cámaras en serie dispuestos secuencialmente en el sentido del flujo e inter ligados.
- La relación de volúmenes de las cámaras será de 2 a 1, disponiéndose de 2/3 del área total para una y 1/3 para la otra. La altura del tanque séptico hasta el espejo de agua será de 2 m con un borde libre de 0,3 m. El ancho y largo de la unidad deberán cumplir con una relación de 2/3; y con el fin de recibir el caudal en forma regular y equitativa. Se calcula un largo de 2,85 y un ancho de 1,88 m.
- La caja distribuidora es una cámara de sección cuadrada rectangular o triangular. Su función es distribuir el efluente del tanque séptico de manera uniforme a través de los pozos de percolación.
- Debe ser de concreto. También con tapa removible de concreto la cuál puede quedar de 30 a 45 cm por debajo del nivel de terreno. La tubería de entrada debe penetrar por un extremo a unos 5 cm del fondo; y las tuberías de salida por el otro extremo a unos 2,5 cm del fondo, saliendo todas ellas a la misma altura.
- Mediante los pozos de percolación se aplica el agua residual sedimentada sobre un medio filtrante de piedra gruesa o material sintético.
- Las dimensiones corresponderán al tipo de suelo en el que se instale el sistema: Caso A será Suelo Arenoso: Tasa de percolación de 15 min por cada 2,5 cm. de descenso. Y el Caso B será Suelo Semirocoso arena arcilloso: Tasa de percolación de 30 min. por cada 2,5 cm. de descenso.

**Tabla 1. Dimensiones de los Diseños Típicos A y B**

Diseño Típico	Área Total Requerida (m <sup>2</sup> )	Diámetro (m)	Profundidad (m)	Número de pozos de percolación
A	47,37	3	2,5	2
B	75,79	3	2,7	3

- Se puede contar también con un lecho de secado, el cual deshidratará los lodos extraídos del tanque séptico. En caso se vaya a realizar una limpieza manual. Las dimensiones a considerar serán las siguientes:

**Tabla 2. Dimensiones del lecho de secado de lodos**

Tasa acum. Lodos (L/pers/año)	50
Volumen total de lodos a 3 años	7,5
Volumen lodos a descargar en 1 año (m <sup>3</sup> )	2,5
Altura útil (m)	0,50
Borde libre (m)	0,30
Cama de arena gruesa (m)	0,20
Cama de grava de ¼" (m)	0,10
Cama de grava base 1"	0,30
Área requerida (m <sup>2</sup> )	1
Proporción largo/ancho	1
Ancho (m)	2,30
Largo (m)	2,30
Altura total (m)	1,40

<sup>96</sup> El diseño estándar de construcción, operación y cierre para tanques sépticos ha sido extraído del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

## II. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- El tanque séptico deberá mantenerse parcialmente lleno de agua ( $\frac{3}{4}$  partes) y tapado.
- Concluidas las obras de instalación se procederá a la inoculación, vertiendo al tanque 2 Kg de estiércol de caballo o vaca, aproximadamente el volumen contenido en 2 palas diluidos en agua, por cada 100 litros de volumen de digestión del tanque. Deberá hacerse en unas 3 ó 4 semanas antes de entrar en funcionamiento el sistema.
- Antes de la puesta en servicio verificar que no ocurran infiltraciones ni fugas de agua.
- No mezclar las aguas de lluvia con las aguas residuales. Así mismo, los tanques sépticos no se han de lavar o desinfectar después del vaciado de los lodos y se han de dejar en los mismos un pequeño residuo de lodo. Se evitará el uso de químicos y el vertimiento de aceites.
- Para hacer la inspección o la limpieza, evitar respirar los gases del interior y esperar 30 minutos hasta que la fosa se haya ventilado. Nunca utilizar cerillos o antorchas para inspeccionarla.
- Si el lodo del tanque esta endurecido adicionar agua y con un agitador apropiado remover el lodo para que pueda ser bombeado o extraído posteriormente.
- De requerirse, la evacuación de los lodos se hará en forma manual del siguiente modo:
  - a. Las personas encargadas usarán guantes, botas de hule y respirador.
  - b. El vaciado del tanque se debe realizar entre dos personas. La persona que entre al tanque debe llevar atada a la cintura una cuerda, cuyo extremo lo retenga, en el exterior del tanque una persona suficientemente fuerte para izarla si el trabajador se llagara a afectar por los gases del tanque.
  - c. Retirá los lodos en forma progresiva y por turnos.
  - d. Limpiar con un cubo provisto de un mango largo.
- Los lodos extraídos serán rociados con cal para su manejo y transporte. El lodo removido de tanque séptico podrá ser dispuesto en la unidad de lecho de secado.
- Se recomienda que la remoción de lodos se realice cada año (un estimado de 2,5 m<sup>3</sup> de lodo / año). El tanque séptico cuenta con la capacidad suficiente para almacenar lodos producidos hasta por tres años (7.5 m<sup>3</sup> en 3 años).
- El tanque se ha de limpiar cuando el fondo de la capa de natas se halle aproximadamente a unos 8 cm y el manto de lodos a 30 cm de la toma del dispositivo de entrada.
- En los pozos de absorción verificar la humedad del terreno para constatar el proceso de percolación, programándose inspecciones semestrales.
- Los pozos percoladores se inspeccionan periódicamente. Con el tiempo se irán depositando materias sólidas que tienden a obturar los huecos del material filtrante, teniendo que sustituir este o construir nuevos pozos.
- En el lecho de secado se descargará el lodo hasta un máximo de 50 cm. de espesor en un área de 2,3 m x 2,3 m. Éste es distribuido sobre toda la superficie del lecho permeable (arena). Una vez depositado, la camada de agua que queda debajo del lodo comienza a drenar, hasta que la parte concentrada de sólidos se deposita sobre el lecho.
- En ningún caso se podrá aplicar sobre el lecho, lodo crudo o fresco.
- Si algún lodo presentara mal olor deberá agregarse cal después de haber sido dispuestos en el lecho de secado de lodos y el contenido de agua haya infiltrado a través del mismo.
- Controlar que a través de la tubería de desagüe fluya el efluente percolado del dren. Pasado este primer período de drenaje, el secado seguirá básicamente por medio de la evaporación.
- Programar la extracción en época de altas temperaturas. Tiempo de secado entre 20 y 30 días.
- Reemplazar la arena perdida durante la remoción del lodo seco. Si sobre el lecho crece alguna vegetación como carrizos es mejor dejarlo hasta que ocurra la próxima descarga de lodos.
- Proveer un botiquín de primeros auxilios, material de aseo. Asimismo los empleados deben ser inmunizados periódicamente, mediante vacunas contra la fiebre y el tétano.

## III. PLAN DE CIERRE

- Retirar los lodos acumulados en el tanque séptico y los pozos percoladores, disponiendo de una forma adecuada y sanitaria.
- Una vez realizado el vaciado de lodos, se procederá al llenado de las unidades con tierra y piedras de la zona.
- Planificar una limpieza del lugar donde se realizará el cierre de las operaciones del tanque séptico. Las unidades construidas deberán ser selladas. Finalmente se dispondrán señalizaciones indicando la ubicación de las unidades que conformaban el sistema de tratamiento de aguas residuales del campamento minero respectivo.
- Se devolverá el aspecto inicial al terreno utilizado, se sugiere convertir lo en áreas verdes.
- Finalmente se desarrolla un informe que será entregado al supervisor encargado del campamento.

## XII. DISEÑO ESTÁNDAR CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y CIERRE PARA SISTEMA DE LETRINAS<sup>97</sup>

### I. ESPECIFICACIONES

- De acuerdo a como sea el terreno se puede dejar tal como está, con paredes de tierra dura o reforzarla con ladrillos.
- El fondo debe quedar sólo en tierra para que se filtren los líquidos.
- Para este caso se ha clasificado el terreno de acuerdo a las Especificaciones Técnicas para La Ejecución de Obras de SEDAPAL:
  - **Terreno Normal**  
*Pueden ser excavados sin dificultad a pulso y/o con equipo mecánico.*
  - **Terreno Semi-rocoso**  
*Constituido por terreno normal, mezclado con bolonería de diámetros de 200 mm hasta 500 mm y/o roca fragmentada de volúmenes de 4 dm<sup>3</sup> hasta 66 dm<sup>3</sup> y que para su extracción no requiere de equipos de rotura y/o explosivos.*
  - **Terreno de Roca Descompuesta**  
*Conformado por roca fracturada, empleándose para su extracción medios mecánicos y en los que no es necesario utilizar explosivos.*
- La población servida considerada asciende a 50 habitantes. El aporte per cápita es 0,06 m<sup>3</sup>/hab-año<sup>98</sup> y el periodo de diseño 3 años.
- El tipo de letrinas considerado en el presente estudio corresponde a las letrinas mejoradas de Pozo Ventilado (VIP), que evitan el mal olor y la atracción de moscas, por poseer un tubo de ventilación, con una malla en su extremo superior para evitar la entrada de las moscas y a la vez es la única entrada de luz que permite ser el punto de atracción interna de las moscas. (Ver Figura N°1)

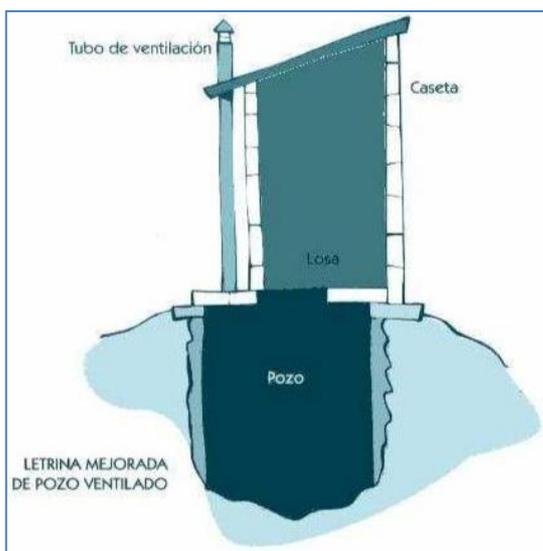


Figura N°1. Letrina Mejorada de Pozo Ventilado (VIP)

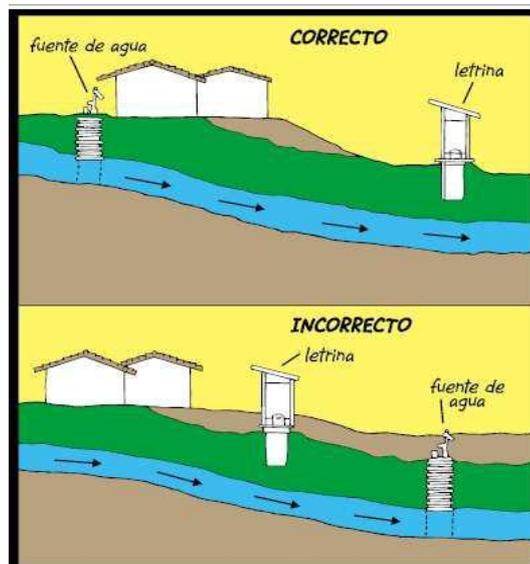


Figura N°2. Localización de letrinas.

- La circulación constante del aire elimina los olores resultantes de la descomposición de excretas en el pozo y hace que los gases escapen a la atmósfera por la parte superior del tubo y no por la caseta.
- El tubo de ventilación debe sobresalir 50 cm de la caseta y estará de forma que durante la mayor parte del día el sol lo caliente directamente. Se puede pintar de negro para aumentar la absorción solar.
- No se deben construir en sitios inundables, ni en suelos excesivamente rocosos.
- Cuando exista fuente de abastecimiento de agua cerca, la letrina se debe ubicar en una parte más baja que la fuente de suministro de agua para evitar su contaminación. Ver Figura N° 2.

<sup>97</sup> El diseño estándar de construcción, operación y cierre para sistema de letrinas ha sido extraído del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

<sup>98</sup> Este valor ha sido asumido por el Consultor en base a las recomendaciones de CEPIS (2003)

- La distancia deseable con respecto a la vivienda es de cinco metros y con respecto a una fuente de agua, 20 metros. Ver Figura N°3.
- Cuando en el terreno se presentan aguas subterráneas se recomienda que la base del pozo se encuentre separada del nivel de agua por lo menos en 1,50 metros. Ver Figura N°4.

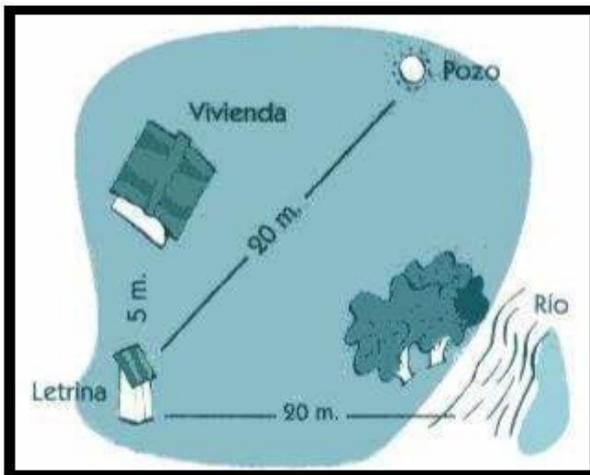


Figura N°3. Localización de letrinas

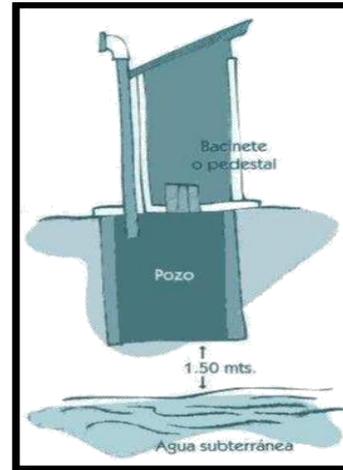


Figura N°4. Ubicación del pozo

## II. OPERACIÓN DE LETRINAS

- Sólo se debe tirar dentro de esta letrina los excrementos y orines de las personas así como el papel higiénico.
- Mantener tapada la taza o el hueco de la letrina.
- Mantener limpio el piso y la taza, todos los días. Recuerde que el agua NO DEBE CAER DENTRO de la letrina.
- No echar desinfectantes al pozo. Si hay mosquitos echar una vez por semana parafina líquida.
- No tirar al pozo papeles, trapos, basura ni agua del lavado de ropa o cocina.
- No usar la caseta como almacén de basura u otros elementos.
- Drene las aguas superficiales alrededor de la caseta.
- Cuando falte medio metro para que la letrina se llene, echarle cal viva primero y luego tierra, clausurarla y hacer otra en un lugar distinto.

## III. CIERRE DE LETRINAS

- Se debe de retirar las casetas y proceder al sellado de las letrinas mediante la aplicación de cal y posteriormente capas de tierra.
- Planificar una limpieza del lugar y finalmente se dispondrán señalizaciones, indicando la ubicación de las zonas en las que se ubicaron las letrinas del campamento minero respectivo.
- Se devolverá el aspecto inicial al terreno utilizado, se sugiere convertirlo en áreas verdes.
- Finalmente se desarrolla un informe que será entregado al supervisor encargado del campamento minero, en el cual se indique las coordenadas del área de ubicación de las letrinas en el terreno, la fecha de inicio y cierre de operación y funcionamiento de las letrinas.

### XIII. DISEÑO ESTÁNDAR CONSTRUCCION DE TAPONES (CIERRE DE BOCAMINAS)<sup>99</sup>

#### I. ESPECIFICACIONES

- El cierre de bocaminas Simple Sin Drenaje es diseñado a través de tabiques o mampostería. Son muros que impiden el ingreso de personas y animales a la mina.
- Construidos de rocas nativas o de bloquetas de concreto. Cualquier roca suelta alrededor del perímetro de la abertura incluido el piso, deberá ser removida para asegurar una construcción estable, nivelándolo con concreto de ser necesario.
- Cuando las dimensiones de la bocamina son de 1.80 m x 1.80 m y 2.40 m x 2.40 m, el espesor de la mampara será la siguiente:
  - Roca Natural = de 60 a 75 cm
  - Bloqueta = una línea de bloqueta
- Cuando las dimensiones de la bocamina son de 2.40 m x 3.00 m o de 3.00 m x 3.00 m. El espesor de la mampara será:
  - Roca Natural = 90 cm
  - Bloqueta = dos líneas de bloquetas
- Si se usan bloquetas de concreto de una sola línea, se deben rellenar interiormente con mortero, instalar varillas de acero corrugado de ½ de diámetro espaciadas cada 40 cm.
- Si se va a construir con una doble pared de bloquetas de concreto inserte varillas de 3/8" de acero corrugado, espaciadas cada 0.60 m de las paredes de bloquetas de concreto y luego aplique en mortero sobre los alvéolos interiores.
- Construir una tubería de drenaje para la evacuación de los flujos de agua observados durante los trabajos preliminares.
- El cierre de bocaminas con Drenaje, consiste en estructuras de concreto sólido no reforzado, que se han colocado en una zona especialmente escogida de la galería (roca volcánica).
- Se construirán muros provisionales de mampostería o se colocarán sacos de arena con el fin de mantener seca la zona de trabajo. Al mismo tiempo debe instalarse una tubería de drenaje de polietileno de un diámetro mínimo de 6".
- Se preparará el encofrado en los extremos de la longitud del tapón que se quiere colocar utilizando puntales debidamente empotrados, luego se entabla a fin de que soporte la presión ejercida por el concreto, además se realiza el vaciado de concreto pre-mezclado en el tapón. Finalmente se lleva a cabo la recuperación de materiales.
- El cierre de bocaminas Especial consiste en encapsular en forma definitiva el drenaje ácido de galerías o cortadas para evitar la formación de óxidos y disminuir la filtración de aguas ácidas una vez que ha alcanzado el nivel freático de la zona.
- Se empleará cemento Pórtland Tipo V, por su alta resistencia a los sulfatos, para evitar la corrosión correspondiente.
- Para todos los casos se debe observar el interior de la mina para verificar que no exista material suelto y se presenten caídas de rocas.
- Colocar sostenimiento durante la colocación del tapón.
- Aislar la zona de trabajo con señalización.
- Los trabajadores emplearán sus implementos de protección personal como casco, respiradores, lentes, protectores de oídos, guantes, etc.

#### II. MEDIDAS POST CIERRE

- En todos los casos se debe monitorear para ver si con el tiempo las obras cumplen con los objetivos que se han propuesto.
- Realizar estudios hidrogeológicos para ver el potencial de filtración ácida luego de la encapsulación de aguas ácidas.

<sup>99</sup> El diseño estándar de construcción de taponos (cierre de bocaminas) ha sido extraído del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

## XIV. DISEÑO ESTÁNDAR PARA RESTAURACIÓN DE VEGETACIÓN<sup>100</sup>

### I. ESPECIFICACIONES

- El recubrimiento o confinamiento consiste en disponer el suelo contaminado en un lugar aislado y sellar el sitio contaminado; puede ser con materiales impermeables, cemento, arcilla compactada y uso de geomembranas.

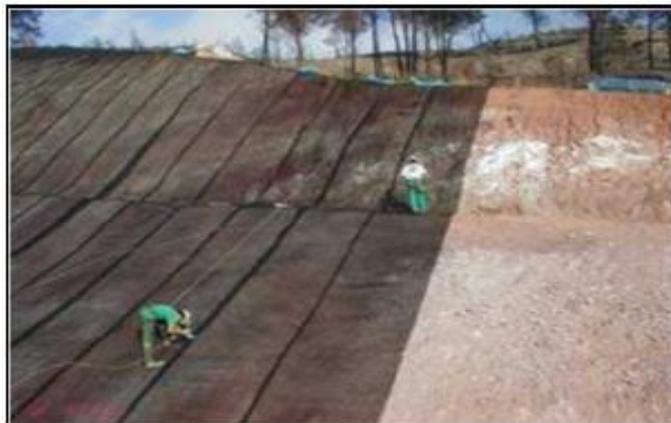


Foto N° 12. Recubrimiento de un área con geomembrana

- La aplicación de bio-remediación está orientada al tratamiento de suelos superficiales contaminados principalmente por metales pesados e hidrocarburos.
- Existen especies que tienen gran capacidad de absorber metales, trasladando desde las raíces a los tallos, las especies llevan el nombre de fitoremediadoras.
- La revegetación es el método más conocido y consiste en utilizar especies vegetales adecuadas para restaurar el paisaje, estabilizar el talud, instalar cultivos agrícolas o pastos en suelos que han sido alterados por las actividades minero-metalúrgicas.
- Es necesario conocer los factores ambientales para definir las condiciones del nuevo medio con fines de instauración de la vegetación.



Foto N° 13. Revegetación de una cancha de relaves

- Para aplicar revegetación se deberá preparar el suelo incorporando materia orgánica, que permite retener la humedad y mejora la actividad microbiana. Así por ejemplo se puede hacer una buena mezcla de tierra, aserrín, guano de ovino en una proporción de 5:3:1, por cada 5 m<sup>3</sup> de tierra añadir 3 m<sup>3</sup> de aserrín y 1 m<sup>3</sup> de guano de ovino.
- Corregir el pH del suelo hasta llevarlo a la neutralidad, mediante el proceso de encalado. Los materiales usados son cal viva, carbonato cálcico, dolomitas, etc. La caliza se coloca sobre la superficie del suelo, añadiendo una capa 10 cm sobre el terreno o a haciendo surcos de 15 cm en el terreno, antes de que se proceda a extender la tierra agrícola.
- Para reducir el efecto de toxicidad, por metales pesados, en el crecimiento de la planta, se puede separar el material tóxico de las raíces con crecimiento activo, alterar el pH del material tóxico para reducir la concentración de ciertos

<sup>100</sup> El diseño estándar para restauración de vegetación ha sido extraído del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

elementos que podrían estar en la solución del suelo, o agregar materia orgánica de turba o estiércol de animales domésticos, ejemplo 20 TM/Ha al suelo, para formar complejos metálicos, anulando su efecto o eliminando por lixiviación.

- Reducir el grado de pendiente del terreno a una relación 2:1 para conseguir superficies más tendidas. En pendientes largas se debe hacer plataformas siguiendo curvas de nivel del terreno de tal forma que formen terrazas, con canales recolectores de aguas de escorrentía y canales de evacuación.



**Foto N° 14. Preparación del talud de una relavera 3 400 msnm**

- La altura de tierra aplicada no debe ser menor de 30 cm, para especies de raíces cortas tipo pastos. Para plantas con raíces más profundas el espesor de la tierra debe ser de 1 metro o más.
- Se construirán cunetas receptoras de aguas de escorrentía en la parte superior del talud, con gradiente y sección suficiente para evacuar el agua de lluvia y ser evacuada fuera del talud remodelado.
- En terrenos de mucha inclinación, se hacen terrazas sobre el terreno con anchos de 2,5 a 3,00 metros espaciadas cada 3 o 4 metros entre terrazas, el agua se evacua a través de cunetas dispuestas a lo largo de las terrazas.
- Colocando varillas de madera en forma perpendicular al terreno fijadas al piso mediante estacas de madera, de preferencia maderas que puedan rebrotar en el terreno como es el caso de quinual, sauco, álamo, etc.
- Las especies seleccionadas deben cumplir con los objetivos de estabilización, adaptarse a las condiciones ambientales del lugar, también debe adecuarse a las necesidades de las comunidades aledañas y además cumplir son las siguientes características:
  - Resistente a plagas y enfermedades.
  - Capaz de integrarse al paisaje local y circundante.
  - Capacidad de adaptación a cambios bruscos y variaciones ambientales.
  - Capacidad de propagación ya sea por semillas o por partes vegetativas (tallos, raíces, hojas, etc.) o por semillas.
  - De rápido crecimiento y producción de biomasa.
  - Capacidad de resistencia a la competencia inter-específica.
- La siembra al boleto consiste en dispersar homogéneamente la semilla sobre el terreno ya preparado y luego cubrir superficialmente con tierra pasando un rastrillo en forma sucesiva. Especies que se siembra al boleto: Grass inglés, grass italiano, pasto oவில், trébol, etc.



**Foto N° 15. Cancha revegetada con Kicuyo y Muro de contención Río Huallaga 3400 msnm**

- La siembra de parte vegetativas consiste en colocar partes de la planta directamente en el terreno preparado: tallos, raíces u hojas. Abrir el terreno con picota unos 10 a 15 cm e introducir en forma de estacas distanciados cada 15 a 20 cm. Las especies que se adecuan a este sistema son: kikuyo, quinal, colle, sauco, álamo, sauce, eritrina y tuna.
- La plantación requiere delimitar el área a revegetar; marcar los puntos en el terreno donde se va a colocar cada planta, haciendo uso de un cordel o una caña; hacer hoyos en los puntos marcados, los hoyos deben ser como mínimos 40 x 40 cm, al momento del desbroce de la capa superficial del suelo se coloca a un lado y la de abajo al otro lado del hoyo; quitar la bolsa que cubre la tierra de la planta, colocar al centro de hoyo y agregar la tierra, primero se coloca la tierra de la superficie y luego la tierra sacada del fondo del hoyo.
- El distanciamiento entre planta y planta varía de acuerdo al diámetro final de crecimiento de la planta, normalmente se siembra en triángulo de lado de 3 m x 3 m.
- La forma de plantación puede ser:

Cuadrado:	2 x 2, 3 x 3, 5 x 5, etc.
Rectangular:	2 x 3, 2 x 4, 3 x 5, etc.
Quinconce:	Es un cuadrado con una planta adicional al medio
Tresbolillo:	Formando un triángulo equilátero de 3 x 3 m.
Curvas de nivel	Siguen las curvas de nivel del terreno y su uso es con fines de conservación.

- El riego se puede realizar por inundación, por aspersión y por goteo, siendo este último el más sofisticado que justifica en casos donde el agua es escasa.
- La poda permite dar la forma de crecimiento de la planta, muchas especies permiten hacer figuras arquitectónicas: ciprés, colle.
- Mediante el abonamiento se aplican nutrientes adicionales para vigorizar las plantas tanto en su crecimiento como para la producción de flores o frutos: es indispensable mantener el nivel de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los niveles que exige cada planta.
- Controlar plagas y enfermedades. Las plantas débiles en nutrientes son más susceptibles a ser atacadas por insectos perjudiciales y por enfermedades producidas por hongos y virus.

## II. OPERACIÓN

- Para desmontes de túneles de exploración o galerías, es recomendable colocar primero una capa de arcilla, apisonarla hasta un espesor de 30 cm antes de aplicar la tierra orgánica.
- Extender el suelo orgánico sobre el terreno estable y nivelado, una capa mínima de 30 cm de espesor.
- Sembrar plantas locales o adaptadas al lugar, tratando de restituir el paisaje y devolverle al suelo sus condiciones iniciales, utilizando cualquiera de los métodos de siembra ya indicados.
- Regar de preferencia en las tardes al caer el sol o por las mañanas.
- Una vez concluida el proceso de revegetación no debe permitirse el ingreso por un tiempo prudencial a estimarse, de equipo móvil o cualquier tipo de perturbación en la superficie.

## XV. PRACTICAS PARA ELABORACIÓN DE COMPOST<sup>101</sup>

**EL COMPOST:** Es el resultado de un proceso biotérmico de mineralización y humificación de sustancias orgánicas, que ocurre debido al desarrollo de diversos microorganismos, básicamente termofílicos en condiciones aeróbicas. En este proceso, los desechos orgánicos se calientan hasta 60°C, la que influye mortalmente en larvas; crisálida de las moscas, huevos de lombrices y microorganismos patogénicos

**PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN:** El proceso microbiológico de la descomposición de las sustancias orgánicas de los desechos se inicia con el crecimiento de la población microbiana, la temperatura de la masa se incrementa hasta 40°C, multiplicándose aceleradamente los microorganismos mesofílicos, cuya temperatura óptima para su desarrollo es 25 – 30°C, temperatura mayores a 40°C ocasiona muerte a estos microorganismos mesofílicos y la multiplicación de los termofílicos. En este estadio de formación del compost el proceso de oxidación – reducción se hace más activo, luego la temperatura disminuye hasta el estadio mesofílico y el proceso de extingue.

**COMPONENTES DEL COMPOST:** El compost está constituido por dos componentes básicos, diversos por su estabilidad o resistencia a la descomposición por los microorganismos.

- a) La turba, suelo, pajas.- como absorbentes de la humedad y el amonio.
- b) Estiércol, heces fecales, orín, etc.- enriquece la microflora y contiene gran cantidad de compuestos nitrogenados de fácil descomposición.

**TECNOLOGÍAS DE ELABORACIÓN DEL COMPOST:** Existen varias técnicas de elaboración del compost, las dependen de sus componentes y la forma de su instalación:

- Compost a base de Estiércol
- Compost a base de Suelo y Estiércol
- Compost a base de Paja y Orín
- Compost a base de Paja y Heces fecales
- Compost Combinado
- Compost de Aguas Residuales de ciudades
- Compost de Residuos Sólidos de ciudades
- Compost de residuos sólidos

Los residuos sólidos para compost deben ser desinfectados, la composición básicamente es basura: cocina 30 – 40% y papel de 20 – 30%.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

<i>ELEMENTOS QUÍMICOS</i>	<i>PORCENTAJE</i>
Ceniza	28 – 30
Carbono	24 – 37
Nitrógeno	0.77 – 1.15
Calcio	2.0 – 5.6
Sustancias orgánicas	40 – 70

**MÉTODO DE DESINFECCIÓN:** El método más efectivo de desinfección es el biotérmico, el aumento de T° hasta los 60° C mata a los huevos, larvas, insectos, hongos, bacterias y otros patógenos, también depende del tiempo de su descomposición que en promedio es 8 – 12 meses, pudiendo disminuir este periodo con la remoción, mezcla y hundimiento periódicamente.

**MÉTODO DE PREPARACIÓN:** La tecnología de preparación del compost es prácticamente análoga al modo de la preparación con estiércol – paja, etc. el tiempo prolongado de descomposición se debe al contenido de materiales orgánicos de difícil descomposición. Paralelo a ello, una manera de evitar la presencia de moscas y el mal olor es cubrir con 20 – 30 cm. de espesor con paja o turba. La influencia de la microflora aeróbica en la poza ocurre por el aumento de la T° durante los 15 – 20 días llegando hasta 60 – 70° C luego durante 2 – 4 meses se mantiene en 40 – 45° C y luego en 30 – 35° C, después de 10 meses, disminuye hasta 14 – 18° C y se mantiene así hasta su utilización. El compost preparado se limpia de vidrios, piedras, latas, plásticos u otros materiales innecesarios.

<sup>101</sup> Las prácticas de elaboración de compost ha sido extraído del Manual Ambiental para Actividades Mineras de Compañía de Minas Buenaventura, 2011 y de la Guía e3 plus: Exploración Mineral Responsable desarrollada por la Asociación de Empresas de Exploración y Desarrollo minero de Canadá (PDAC).

**CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LA BASURA COMÚN (MATERIA SECA)**

NUTRIENTES	PORCENTAJE
Nitrógeno	0.6 – 0.7
Fósforo	0.6 – 0.7
Potasio	0.5 – 0.6

**COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL COMPOST DESCOMPUESTO**

NURTRIENTES	PORENTAJE
Sustancias orgánicas	40 – 52
Nitrógeno	1.0 – 1.3
Fósforo	0.8 – 0.7
Potasio	0.4 – 0.6
Humedad	3.0 – 4.0
pH	6.0 – 7.8

**EFFECTO DEL PROCESO BIOTÉRMICO:** Este proceso se puede acelerar creando condiciones óptimas para el desarrollo de microorganismos (aireación, temperatura y humedad), medios nutritivos para la microflora (fraccionamiento y mezcla de residuos) y el incremento de microorganismos activos (levaduras, etc.). Para la cual la relación de Nitrógeno – Carbono “N/C” en las basuras debe ser de 1:30.

**COMPOST DE AGUAS RESIDUALES:** En la actualidad las aguas residuales es un problema que ocasiona contaminación de ríos, lagos, el ambiente y otros. Pero a la vez, contiene sustancias esenciales para ser empleadas en la instalación de especies vegetales.

Sustancias Básicas	Residuos Frescos (%)	Estiércol de Vacunos (%)
Nitrógeno	1.6 – 4.0	2.0 – 2.6
Fósforo	0.6 – 5.2	1.0 – 1.8
Potasio	0.2 – 0.6	1.8 – 1.9

La composición química de las aguas residuales tiene menor el contenido de Potasio. Se han realizado experimentos donde se mezcla paja o turba con aguas residuales con humedad de 49 – 50 % y en correlación de 2:5, de esto se obtuvo abono con buenas propiedades físicas y agroquímicos. También se puede usar residuos sólidos con 30 – 40 % de basura y 60 – 70% de aguas residuales. Para obtener una correlación óptima de N, P y K, se recomienda agregar al compost 5 Kg. de superfosfato triple y 10 Kg. de Cloruro de potasa en 1 TM. de mezcla inicial. Este compost finalmente contiene 1.9%N, 1.1%P y 1% de K.

## XVI. PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE DERRAMES

### 1. OBJETIVO

Asegurar, comunicar y cumplir con los controles para minimizar los impactos, debido a la exposición del derrame de productos peligrosos, productos químicos, hidrocarburos, residuos peligrosos, residuos no peligrosos y productos no peligrosos.

### 2. DEFINICIONES

- Contenedor. Recipiente o cilindro en el que los productos o residuos se depositan para su almacenamiento o transporte.
- Derrame. Todo escape o caída de un material o producto químico peligroso fuera de los sistemas de contención o caída de un producto no peligroso durante su transporte. Todo derrame es considerado como un incidente ambiental, por lo que también debe ser reportado e investigado.
- Residuos Peligrosos. Aquéllos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Se considerarán peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.
- Cancha de volatilización. Lugar específicamente diseñado e implementado para contener material mezclado con hidrocarburos, que permite el batido del material favoreciéndose la evaporación del hidrocarburo hasta una concentración menor a 1000 ppm (partes por millón. Ejemplos: gr/m<sup>3</sup>, mg/L).
- Depósito de desmonte. Lugar específicamente diseñado e implementado para contener material de mina que no tiene el valor económico necesario para ser procesado, por lo cual se almacena de manera separada en depósitos donde se toman las precauciones necesarias donde se aplican medidas de control necesarias para que no causen problemas ambientales.

### 3. PROCEDIMIENTO

#### 3.1. Derrames de hidrocarburos

La factibilidad de contener un derrame y recuperar el material derramado dependerá ampliamente del lugar y las velocidades de liberación, esparcimiento, transporte y evaporación de la sustancia derramada.

En esta sección se busca dar una breve descripción de medidas de mitigación aplicables al grupo de sustancias peligrosas tipo diésel, gasolinas y aceites residuales.

Especificaciones de algunos combustibles y productos de petróleo comunes

	Gasolina	Combustible Diesel	Aceite Lube	Aceite Residual
<b>Propiedades Típicas Físicas y Químicas</b>				
<b>APARIENCIA</b>	Incoloro (o coloreado)	Clara, amarilla o roja	Líquido ámbar	Líquido negro a marrón
<b>PUNTO DE IGNICION</b>	50 °C	40 °C (mínimo)	190-220 °C	100-200 °C
<b>OLOR</b>	Gasolina/Petróleo	Petróleo	Petróleo	Petróleo
<b>PUNTO DE CONGELAMIENTO</b>	-60 °C	-50 a -6 °C	-35 a -40 °C	-30 a -40 °C
<b>SOLUBILIDAD</b>	Insoluble	Insoluble	Generalmente insoluble	Generalmente insoluble
<b>VISCOSIDAD</b>	No viscoso (<1 cSt)	No viscoso	Media (255 cSt, 15 °C)	Media (200-300 cSt)
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA</b>	Flota sobre agua (0.7-0.8)	Flota sobre agua (0.8-0.9)	Flota sobre agua (0.9)	Flota sobre el agua (0.9)
<b>Medidas de Seguridad/Precauciones</b>				
<b>VAPORES</b>	Son más pesados que el aire			
	Forman fácilmente y pueden migrar a lugares distantes	Forman fácilmente a altas temperaturas	Son improbables de formarse	
	Los recipientes vacíos pueden contener vapores explosivos		Improbable	
<b>GASES TÓXICOS</b>	Forman a la combustión CO, CO <sub>2</sub> y humo denso			

	Gasolina	Combustible Diesel	Aceite Lube	Aceite Residual
<b>MALESTARES</b>	Al contacto con los ojos causan irritación		La humedad o el vapor del aceite caliente puede causar irritación a los ojos, nariz, garganta y pulmones	
	Pueden acumular cargas estáticas			
	La inhalación de vapores puede causar irritación a las vías respiratorias, dolor de cabeza, vómitos y desmayos.			
<b>Protección Personal</b>				
<b>ROPA</b>	Impermeable y resistente a los químicos, guantes, zapatos y gafas de seguridad; materiales convenientes son nitrilos, viton y PVC. No usar goma natural ni neopreno			
<b>RESPIRADOR FACIAL</b>	Completo con cartucho para vapores orgánicos y, al no haber suficiente oxígeno, usar un SCBA de presión positivo	Poco probable requerir un respirador facial con las características mencionadas	No aplicable	
<b>Precauciones</b>				
Verificar si hay riesgo de explosión				
Evitar contacto con oxidantes fuertes tales como ácido nítrico, ácido sulfúrico cloruros, ozono y peróxidos				
Eliminar fuentes de ignición				
Restringe el acceso al área donde se produce el derrame y trabaja hacia barlovento del derrame				

### 3.2. Sobre Tierra

#### 3.2.1. Generalidades

- Responder ágilmente. Es importante evitar que el material derramado llegue a cubrir áreas extensas, especialmente si el derrame ocurre sobre materiales permeables tales como arenas, gravas y clastos en general. Recuerde que cuanto más liviano es el producto más elevado es el riesgo de esparcirse sobre áreas extensas (p.ej. diésel y gasolina).
- Identifique el tipo de material derramado. Si es volátil considere directamente el riesgo de potenciales explosiones e incendios.
- Retirar toda fuente de ignición.
- Notificar y evacuar el personal que pueda estar en riesgo.
- Sólo dé respuesta al derrame que tiene seguridad de controlar.
- Asegúrese que todo el personal involucrado en los trabajos de control, retiro, transporte, almacenaje y disposición usen los protectores personales de seguridad necesario.
- En la mayoría de los casos basta excavar una zanja y dique simple aguas abajo del derrame y retirar el material derramado mediante esponjas y trapos absorbentes, contenedores o bomba. De ser posible emplear un sintético impermeable como barrera. Donde sea posible recuperar el material derramado empleando palas, equipo pesado, bombas, etc., según el caso. Retire todo material contaminado con el material derramado, incluyendo suelo y vegetación, y colóquelo en contenedores para disponerlos posteriormente.
- Nunca trate de controlar derrames de productos de petróleo con chorros de agua.
- Nunca dirigir el derrame hacia cuerpos o cursos de agua ni sistemas de drenaje tales como canales y drenes.

#### 3.2.2. Derrames menores a 1 litro o ¼ de galón

- Una vez identificado el derrame, se debe demarcar la zona afectada y proceder inmediatamente a controlar dicho derrame, si ello resulta seguro, con el fin de evitar su expansión y posible afectación a zonas sensibles.
- Utilizar el personal, materiales, equipos y/o herramientas apropiadas para las tareas de control y limpieza del derrame (Verificar Kits de emergencia para derrames).
- Absorber el material derramado con esponjas y trapos absorbentes.
- Cuide las áreas húmedas: El despliegue incontrolado de personal y equipos pueden causar más daño que el derrame mismo, así que limite el despliegue del personal a solamente lo esencial para absorber el material derramado con esponjas y trapos absorbentes y haga seguimiento que el derrame no se extiende a otras áreas sensibles o vulnerables.
- Evaluar el uso de materiales sencillos como la arena y el aserrín los cuales pueden ser bastante efectivos para derrames pequeños. Su fácil maniobrabilidad lo hace una herramienta valiosa para el control de los derrames sobre suelos.
- Utilizar los contenedores y/o envases adecuados para la disposición de los materiales residuales.
- Evacuar el suelo/tierra impregnada con hidrocarburos a la cancha de volatilización.

#### 3.2.3. Derrames mayores a 1 litro o ¼ de galón

- Una vez identificado un derrame, proceder inmediatamente a controlar el derrame, si ello resulta seguro, con el fin de evitar su expansión y posible afectación de zonas sensibles. Se utilizará los materiales, equipo y/o herramientas adecuadas para tal efecto.
- Demarcar la zona de influencia del derrame y las áreas de trabajo por razones de seguridad.
- Proceder a la limpieza del derrame y tareas de remediación utilizando el personal, materiales, equipos y/o herramientas necesarios para ejecutar el trabajo eficientemente y en el menor tiempo posible (Verificar Kits de emergencia para derrames).
- Ejecutar la evaluación del evento, de áreas impactadas y tareas de monitoreo necesarias.
- Utilizar los contenedores y/o envases adecuados para la disposición de los materiales residuales.
- Evacuar el suelo/tierra impregnada con hidrocarburos a la cancha de volatilización correspondiente, acompañar el reporte de derrame respectivo correctamente llenado.
- Evaluar y verificar la culminación de las tareas de limpieza y remediación de las áreas afectadas, de ser necesario se ejecutarán monitoreos post limpieza para verificar la mitigación apropiada de los impactos producidos.

### 3.3. Sobre Agua

- Contener el derrame tan cerca de su origen como sea posible.
- Usar material absorbente para concentrar el material para su recuperación. ¡En el caso de la gasolina, es muy volátil, esta práctica puede ser riesgosa!
- De ser el derrame pequeño: usar esponjas y trapos absorbentes para remover el material derramado.
- De ser el derrame mayor, usar como alternativa una paleta (skimmer) para retirar el material derramado.

Sobre aguas laminares:

- Controlar la expansión del derrame con material absorbente, encerrándolo despacio y retirar el material derramado con esponjas absorbentes y paletas. El material recuperado puede ser bombeado a tanques de combustible vacíos.
- De la misma manera se puede recolectar combustible sobre la superficie de agua que escurre por canales y drenes.
- En ríos y cursos de agua: Intercepta el derrame en áreas de aguas calmadas, tal lo indicado para aguas laminares.

#### **Almacenaje y Transferencia:**

- Almacena los contenedores con el material recuperado y materiales contaminados, cerrados y rotulados fuera del área de influencia de materiales inflamables.
- Durante el transporte procura que el vehículo y los contenedores estén conectados a tierra.
- Para su disposición final ubique un lugar autorizado.

#### **3.4. Equipos de Emergencia**

A continuación se indican algunos equipos de emergencia de manera referencial. Obviamente los equipos deben ser seleccionados según las características de la necesidad además de contar con equipos contra incendios apropiados.

##### **Equipo Estándar**

- Un (01) contenedor 45 gal.
- Un (01) par de guantes de neoprene o químicamente resistentes.
- Un (01) overall de seguridad descartable.
- Un (01) par de lentes de seguridad
- 25 esponjas o trapos absorbentes de aprox. 0.46 m x 0.46 m x 8 mm 23 m. de un cobertor absorbente de aprox. 0.70 m. x 8 mm
- Dos (02) bolsas de polietileno de aprox. 0.71 m x 0.46 m x 1.65 m y 3 m Una (01) pala.
- Una (01) pala.

#### **3.5. Acerca de la disposición de la tierra o suelo impregnado con hidrocarburos**

- La tierra o suelo impregnado con hidrocarburos recogida producto de los derrames deberá ser evacuada hacia una cancha de volatilización.
- La tierra impregnada con hidrocarburos deberá ser dispuesta en una cancha de volatilización siguiendo las indicaciones del operador, en pilas siguiendo un orden de antigüedad y evitando la mezcla con las pilas anteriormente dispuestas.

#### **3.6. Acerca de la recolección de la tierra o suelo impregnado con hidrocarburos**

- El responsable del derrame deberá asegurarse que el área afectada quede completamente libre de hidrocarburos después de realizada la limpieza y recolección del suelo impregnado.
- La tierra o suelo impregnado con hidrocarburos deberá ser evacuada lo más pronto posible hacia las estaciones de acumulación de residuos en donde se encuentran ubicadas las canchas de volatilización.
- El hidrocarburo recuperado en estado líquido durante la limpieza del derrame deberá disponerse en contenedores para aceites usados.

#### **3.7. Acerca del manejo del suelo impregnado con hidrocarburos en las canchas de volatilización**

- El suelo impregnado con hidrocarburos permanecerá en la cancha de volatilización hasta que el contenido de hidrocarburos totales (TPH) se encuentre por debajo del límite establecido de 1,000 ppm (partes por millón); luego, se procederá a su evacuación y disposición final en el depósito de desmonte de mina correspondiente que se encuentre activo.
- El suelo impregnado con hidrocarburos deberá someterse a un proceso de batido dentro de la cancha de volatilización de manera manual o mediante el uso de una retroexcavadora liviana, con una frecuencia semanal, con el fin de facilitar el proceso de volatilización.
- Se tomará muestras del suelo impregnado con hidrocarburos, con una frecuencia mensual para hacer un seguimiento del proceso de remediación a través de la volatilización.

#### **3.8. Derrames de sustancias químicas peligrosas o residuos peligrosos**

- Trate de identificar la sustancia química o residuo peligroso siempre que ello sea seguro, caso contrario no intervenga.
- Proceder a controlar inmediatamente el derrame, siempre que ello resulte seguro, utilice el EPP conforme al índice de EPP respectivo.
- Ejecutar las tareas de limpieza del derrame y remediación de las áreas afectadas.
- Disponer los residuos peligrosos hacia el almacén temporal de residuos.

- De ser necesario, realizar la investigación del Incidente Ambiental, comunicar a la Gerencia o Dirección de Energía y minas de su Región.

### 3.9. Acerca de la disposición de la tierra o suelo impregnado con sustancias químicas

- La tierra o suelo impregnado con sustancias químicas deberá ser evacuada y dispuesta en la cancha o pad de lixiviación, previa neutralización de ser necesario siguiendo las instrucciones del personal especializado de procesos.
- El lugar de la disposición de suelo impregnado con sustancias químicas en la cancha de lixiviación deberá ser coordinada con el supervisor de procesos respectivo.

### 3.10. Derrames de soluciones cianuradas

#### 3.10.1. De la primera respuesta

- Proceder a controlar inmediatamente el derrame, siempre que ello resulte seguro, utilice el EPP adecuado.
- Para el control de los derrames de soluciones cianuradas enfóquese en: anular la fuente, y evitar la expansión del mismo mediante la instalación de bermas, barreras de tierra o cualquier otro elemento de contención.

#### 3.10.2. De la segunda respuesta

##### 3.10.2.1. Neutralización del derrame

- Para realizar la neutralización del derrame, considerar los siguientes escenarios:
  - Sin lluvia, Use hipoclorito de sodio una vez que el derrame ha sido controlado. Ver tabla N°1.
  - Durante Lluvia, Use hipoclorito de sodio siempre y cuando se encuentra a no menos de 50 metros de distancia a un curso de agua natural y el derrame ha sido controlado y contenido, en caso contrario solicite el asesoramiento.
  - En cursos de agua natural (quebradas, ríos, reservorios, presas, otros). Use peróxido de Hidrógeno en las cantidades de acuerdo a la tabla N°1 y 2.

**Tabla N°1. Parámetros de Dosificación de Neutralizantes para Derrames de Soluciones Cianuradas**

Concentración de CN (CN libre)	Hipoclorito de Sodio NaOCl (10%)	Peróxido de Hidrógeno H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
g/m <sup>3</sup>	l/m <sup>3</sup>	(50%) l/m <sup>3</sup>
50	2.679	10.879
100	5.357	21.757
150	8.036	32.636
200	10.714	43.515
250	13.393	54.393
300	16.071	65.272
350	18.750	76.151
400	21.429	87.029
450	24.107	97.908
500	26.786	108.787

**Tabla N°2**

SITUACIONES	HIPOCLORITO DE SODIO	PEROXIDO DE HIDROGENO	Aplicación
Sin lluvia	usar	no usar	Siempre y cuando el derrame es controlado. La dosificación es de acuerdo a la tabla # 1
Durante lluvia	usar	no usar	Siempre y cuando se encuentre a mas de 50 metros de distancia a un curso de agua (quebradas, ríos, reservorios, otros) y el derrame ha sido controlado y contenido; caso contrario solicite apoyo a Medio Ambiente. La dosificación es de acuerdo a la tabla # 1
En cursos de agua	no usar	usar	La dosificación es de acuerdo a la tabla # 1

#### 3.10.3. De las Tareas de Limpieza y Remediación

- Ejecutar las tareas de limpieza y remediación de la zona afectada.
- Disponer los residuos.
- Evacuar y disponer la tierra afectada en la cancha de lixiviación más cercana.
- De ser necesario, realizar la investigación del Incidente Ambiental, comunicar a la Gerencia o Dirección de Energía y minas de su Región.

#### 3.10.4. Del Monitoreo del Área Afectada

- Una vez que se han concluido las tareas de limpieza del área se debe verificar mediante la toma de una o más muestras de suelo la ausencia de solución cianurada (CN y Hg).
- Si el derrame ha alcanzado cursos de agua, se tomará muestras de agua en la zona impactada aguas abajo para verificar la presencia de valores cianuro, Hg y Cloro y asegurar las tareas de remediación adecuadas.

### **3.11. Derrame de Residuos No Peligrosos y Productos No Peligrosos**

#### **3.11.1. Manejo de la situación y aseguramiento del área**

- El responsable del derrame debe asegurarse que el material derramado no sea peligroso, ante la duda proceder como si fuera un producto o residuo peligroso.
- Verificar que el derrame no cree situaciones inseguras al tránsito, a la población u otros.
- Señalizar la zona del derrame con conos de seguridad o cinta señalizadora.

#### **3.11.2. De las Tareas de Limpieza**

- Proceder a la limpieza del material

#### **3.11.3. De las Tareas de Limpieza**

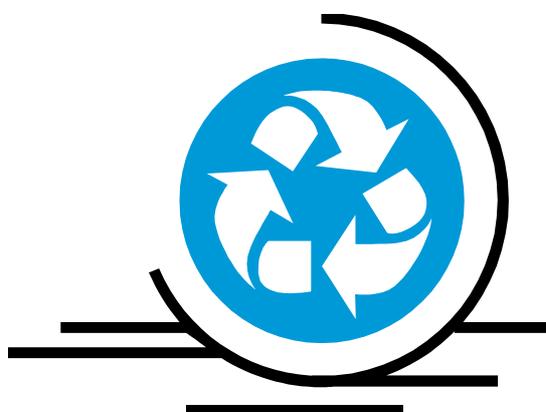
- El material limpiado puede ser usado para el fin inicial, si se trata de un producto no peligroso que no ha sido dañado, o ser reutilizado si se trata de un residuo no peligroso, si el usuario lo cree conveniente, caso contrario colocarlo en los tachos verdes de residuos generales de su área de trabajo.

### **3.12. Restricciones y prohibiciones**

- Está prohibido ocultar, abandonar o enterrar derrames.
- No está permitido disponer tierra o suelo impregnado con hidrocarburos con basura u otros desperdicios dentro de la cancha de volatilización.
- Está terminantemente prohibido iniciar cualquier acción correctiva sin contar con el pleno conocimiento de cómo actuar frente a un derrame.
- No está permitido iniciar cualquier trabajo de limpieza y remediación sin contar con el equipo de protección personal adecuado para el derrame que se requiera manejar.

### **3.13. Reporte de Derrames**

- Los derrames se pueden producir por fallas mecánicas de los equipos, por fallas en el diseño de instalaciones para el almacenamiento de hidrocarburos, por el deterioro de piezas mecánicas, por la falta de control en el transporte y muchas veces debido al incorrecto abastecimiento (surtimiento) a las maquinarias y equipos. Asimismo, los derrames pueden ocurrir, tanto dentro de la zona de operaciones o fuera de ella.
- Con el fin de llevar un registro de los derrames ocurridos y tomar medidas necesarias para evitar que estos ocurran nuevamente por causas similares, es necesario que el Responsable de las actividades donde ocurra algún derrame de hidrocarburos o sustancias químicas realice un Reporte de Derrames dentro de las 24 horas de su ocurrencia. Dentro de este mismo período, de ser necesario se requerirá informar a la Gerencia o Dirección de Energía y Minas de su Región.



# **ANEXO N°4. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA ACTIVIDAD MINERA**

---

## LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO – METALÚRGICAS - DECRETO SUPREMO N° 010-2010-MINAM y RESOLUCION MINISTERIAL N° 011-96-EM-VMM

Tabla N°1. Frecuencia de muestreo de calidad del agua y presentación de reporte

Volumen Total de Efluente	Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Presentación de Reporte
Mayor que 300 m3/día	Semanal	Trimestral (1)
50 a 300 m3/día	Trimestral	Semestral (2)
Menor que 50 m3/día	Semestral	Anual (3)

**Nota :** (1) Ultimo día hábil de los meses de marzo, junio, setiembre y diciembre  
 (2) Ultimo día hábil de los meses de junio y diciembre  
 (3) Ultimo día hábil del mes de junio  
 Los reportes del mes de junio estarán contenidos en el Anexo 1 del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

Fuente: RESOLUCION MINISTERIAL N° 011-96-EM-VMM

Tabla N°2. Frecuencia de análisis químico

PARAMETRO	Efluente Mayor que 300 m3/día	Efluente De 50 a 300 m3/día	Efluente Menor que 50 m3/día
pH	Semanal	Trimestral	Semestral
Sólidos suspendidos	Semanal	Trimestral	Semestral
Pb, Cu, Zn, Fe, As	Mensual	Trimestral	Semestral
CN total		Quincenal	Trimestral
Semestral			

Fuente: RESOLUCION MINISTERIAL N° 011-96-EM-VMM

### Anexo 01. Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero - metalúrgicas

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el Promedio anual
pH		6 - 9	6 - 9
Sólidos Totales Suspensión	en mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro Total	mg/L	1	0,8
Arsénico Total	mg/L	0,1	0,08
Cadmio Total	mg/L	0,05	0,04
Cromo Hexavalente(*)	mg/L	0,1	0,08
Cobre Total	mg/L	0,5	0,4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1,6
Plomo Total	mg/L	0,2	0,16
Mercurio Total	mg/L	0,002	0,0016
Zinc Total	mg/L	1,5	1,2

Fuente: D.S. N°010-2010-MINAM

## LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ELEMENTOS Y COMPUESTOS PRESENTES EN EMISIONES GASEOSAS PROVENIENTES DE LAS UNIDADES MINERO-METALÚRGICAS - R.M. N° 315-96-EM/VMM

### Niveles máximos Permisibles de Emisión (artículos 3°, 4° y 5°)

Parámetro	Medido en cualquier momento en el punto o puntos de control (mg/m <sup>3</sup> )
Partículas	100
Plomo	25
Arsénico	25

### Anexo 1. Niveles máximos permisibles de emisión de anhídrido sulfuroso para las unidades minero - metalúrgicas

AZUFRE QUE INGRESA AL PROCESO (t/d)	EMISION MAXIMA PERMITIDA DE ANHIDRIDO SULFUROSO (t/d)
< 10	20
11 – 15	25
16 – 20	30
21 – 30	40
31 – 40	50
41 – 50	60
51 – 70	66
71 – 90	72
91 – 120	81
121 – 150	90
151 – 180	99
181 – 210	108
211 – 240	117
241 – 270	126
271 – 300	135
301 – 400	155
401 – 500	175
501 – 600	195
601 – 900	201
901 – 1200	207
1201 – 1500	213
> 1500	0.142 (S)*

\* (S) = Total de Azufre que ingresa al proceso.

#### ANEXO 2

#### FICHA DE IDENTIFICACION PUNTO DE CONTROL Y ESTACION DE MONITOREO

Unidad :

Nombre:
Coordenadas U.T.M. ( ± 100 m ):
Descripción (Ubicación):
Equipo(s) utilizado(s):