

## APÉNDICE Z – GUIA PARA CIERRE DE MINAS

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005 Ver. 01 / 27-Jul-2017
PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	GUIA PARA CIERRE DE MINAS	Página 1 de 31

**WBS N°: 300000.200004.900002000**

**AÑO: XXXX**

**GUIA N°: XXX**

## GUIA PARA CIERRE DE MINAS

**DISCIPLINA: GENERAL**

Preparado por:

**E. Valencia/A. Flores/H. Calero**

Aprobado por:

Ingeniero Líder : Oscar Quispe \_\_\_\_\_

Jefe General de Ingeniería : Augusto Urteaga \_\_\_\_\_

Superintendente de Ingeniería : \_\_\_\_\_

Rev	Elaborado	Publicación	Fecha	Revisado	Aprobado
X	X. Xxxxxxx	Emitido para Xxxxxxxx	DD/MM/YY	X. Xxxxxx	X. Xxxxxx
COMENTARIOS					

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005
PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	GUIA PARA CIERRE DE MINAS	Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 2 de 31

## INDICE

1.	<b>INTRODUCCION.....</b>	3
2.	<b>OBJETIVOS .....</b>	3
3.	<b>ALCANCE .....</b>	4
4.	<b>RESPONSABILIDADES.....</b>	4
5.	<b>RECOMENDACIONES PARA DISEÑO EN CIERRE DE MINAS .....</b>	4
5.1.	<b>ACCESOS, LINEAS FERREAS Y PISTAS AEREAS. ....</b>	4
5.1.1.	CIERRE PARA ACCESOS .....	4
5.1.2.	LINEAS FERREAS.....	8
5.1.3.	PISTAS AEREAS .....	8
5.2.	<b>ACCESOS, TRINCHERAS Y PLATAFORMAS DE PERFORACION. 9</b>	
5.3.	<b>SELLADO DE TALADROS DE PERFORACION Y POZOS DE PRODUCCION.....</b>	9
5.4.	<b>TAJOS ABIERTOS, CANTERAS Y TRINCHERAS. ....</b>	10
5.4.1.	TAJOS ABIERTOS.....	10
5.4.2.	CANTERAS .....	15
5.4.3.	TRINCHERAS .....	15
5.5.	<b>SEDIMENTADORES Y DIQUES .....</b>	15
5.5.1.	SEDIMENTADORES.....	15
5.5.2.	SERPENTINES .....	16
5.5.3.	DIQUES.....	16
5.6.	<b>TRATAMIENTO DE AGUA.....</b>	17
5.7.	<b>PILAS O CANCHAS DE LIXIVIACION .....</b>	18
5.8.	<b>DEPOSITOS DE DESMONTE .....</b>	19
5.8.1.	DEPOSITOS DE DESMONTE DE ROCA .....	19
5.8.2.	DEPOSITOS DE SUELO ORGANICO, PEATS, UNSUITABLES Y SEDIMENTOS.....	21
5.8.3.	RELLENOS DE SEGURIDAD, SANITARIOS Y EN DEPOSITOS DE DESMONTE. ....	21
5.9.	<b>CANCHAS DE RELAVE (DEPÓSITOS DE ARENAS DE MOLIENDA) .....</b>	21
5.10.	<b>CANALES DE DRENAJE Y DERIVACION .....</b>	22
5.11.	<b>DESMANTELAMIENTO Y DEMOLICION DE INSTALACIONES .....</b>	24
5.11.1.	DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES .....	24
5.11.2.	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.....	25
5.11.3.	DEMOLICION DE TUBOS ENTERRADOS .....	26
5.11.4.	DESCONTAMINACION DE CIANURO.....	26
5.12.	<b>REVEGETACION DE AREAS DE RESTAURACION FINAL.....</b>	29

<b>Yanacocha</b>  PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>  <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005 Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 3 de 31
---	--	--

## 1. INTRODUCCION

La guía para el Cierre de Minas está basada en el documento MA-DI-006 Criterios de Diseño de Cierre de Minas y en lo avanzado en la revisión de criterios de cierre (Stage 2B).

Esta guía debe ser utilizada como ayuda al momento de cerrar instalaciones. En este documento se explicará con mayor detalle y de manera individual los criterios de cierre para cada instalación.

La guía de cierre de minas se dividió en 11 secciones, alineados a los ejercicios LOM&FASB relacionados al cierre de minas.

- ✓ Accesos, líneas férreas y aeropistas.
- ✓ Accesos, trincheras y plataformas de perforación.
- ✓ Sellado de taladros de perforación o pozos de producción.
- ✓ Tajos abiertos, canteras y trincheras.
- ✓ Sedimentadores y diques.
- ✓ Tratamiento de agua.
- ✓ Pilas o canchas de Lixiviación.
- ✓ Depósitos de desmonte de roca.
- ✓ Cancha de relaves.
- ✓ Canales de drenaje y derivación.
- ✓ Desmantelamiento y Demolición de instalaciones.

Adicionalmente, existe una sección en la cual se describen las estrategias de rehabilitación relacionadas a la revegetación:

- ✓ Revegetación de áreas de rehabilitación final.

## 2. OBJETIVOS

Establecer los lineamientos y criterios que deberán ser utilizados como guía o ayuda para la toma de decisiones al momento de cerrar instalaciones.

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005
PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b><u>FORMATO</u></b>  <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 4 de 31

### 3. ALCANCE

Esta guía aplica al área de Proyectos de Capital Sostenible y todas las áreas de Minera Yanacocha involucradas en la realización de trabajos de Cierre de Minas.

### 4. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del personal de Minera Yanacocha y contratistas aplicar los lineamientos y criterios descritos en esta guía para trabajos de cierre de minas.

Es responsabilidad de Minera Yanacocha conocer y aplicar los criterios de la presente guía para todos los trabajos de cierre de minas.

Es responsabilidad de Minera Yanacocha actualizar el presente documento cuando existan cambios en los criterios.

### 5. RECOMENDACIONES PARA DISEÑO EN CIERRE DE MINAS

#### 5.1. ACCESOS, LINEAS FERREAS Y PISTAS AEREAS.

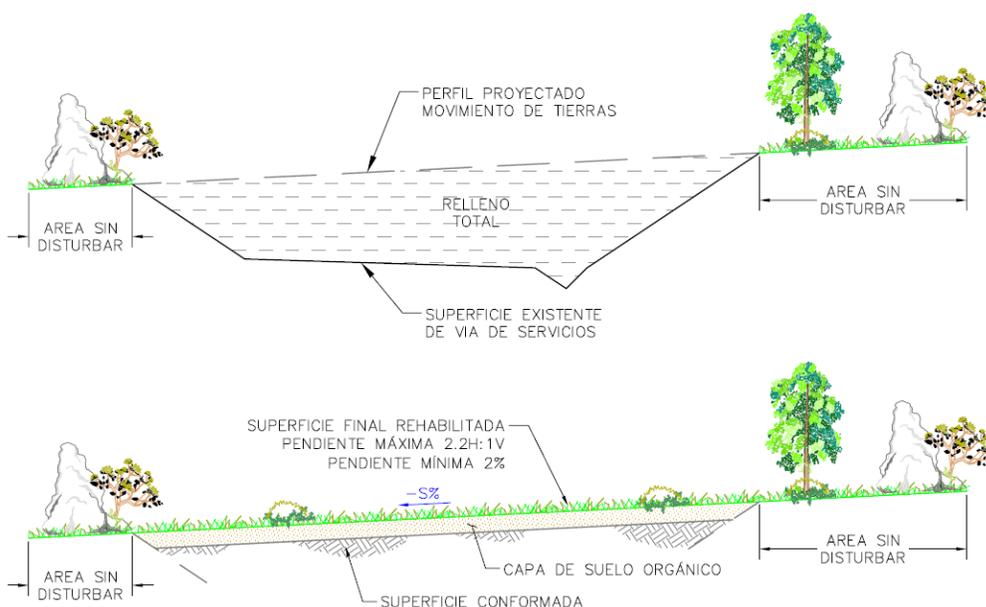
##### 5.1.1. CIERRE PARA ACCESOS

- La conformación final del cierre de los accesos tendrá una pendiente menor o igual que 2.2H:1V, salvo en taludes de corte que sean estables los cuales quedarán con su talud actual.
- En el caso que el acceso no requiera conformar su superficie, esta deberá ripearse hasta una profundidad no menor a 0.20 m. para ayudar a la fijación de la capa de suelo orgánico que se colocará encima.
- Para el control de agua de escorrentía superficial se deberá construir un sistema de drenaje permanente que deberá soportar como mínimo un evento de tormenta de 200 años/24 horas.
- Las áreas reconformadas y escarificadas deberán ser cubiertas con una capa de suelo superficial no menor a 0.30 m de espesor para su posterior revegetación.
- Las secciones de corte en accesos serán rellenados al 100% o parcialmente, este relleno tendrá pendiente menor o igual que 2.2H:1V y mayor a 2%, los taludes expuestos deberán reunir características de

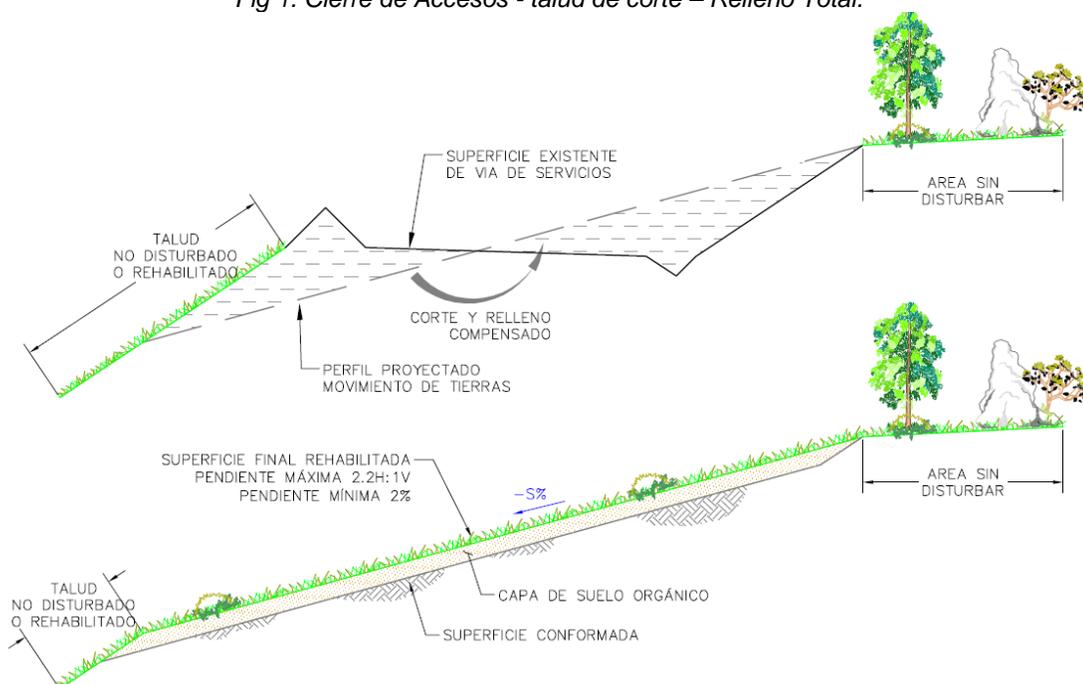
<p><b>Yanacocha</b></p> <p>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</p>	<p align="center"><b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b></p> <p align="center"><b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b></p>	<p>CODIGO: PCS-CM-FO-005</p> <p>Ver. 01 / 27-Jul-2017</p> <p>Página 5 de 31</p>
--	--	---

estabilidad.

- La conformación de los taludes de relleno que supere una altura vertical de 20 metros requerirá una banqueta intermedia de 6 m de ancho como mínimo, donde se construirá un sistema de drenaje permanente que soporte un evento de tormenta 200 años/24 horas.

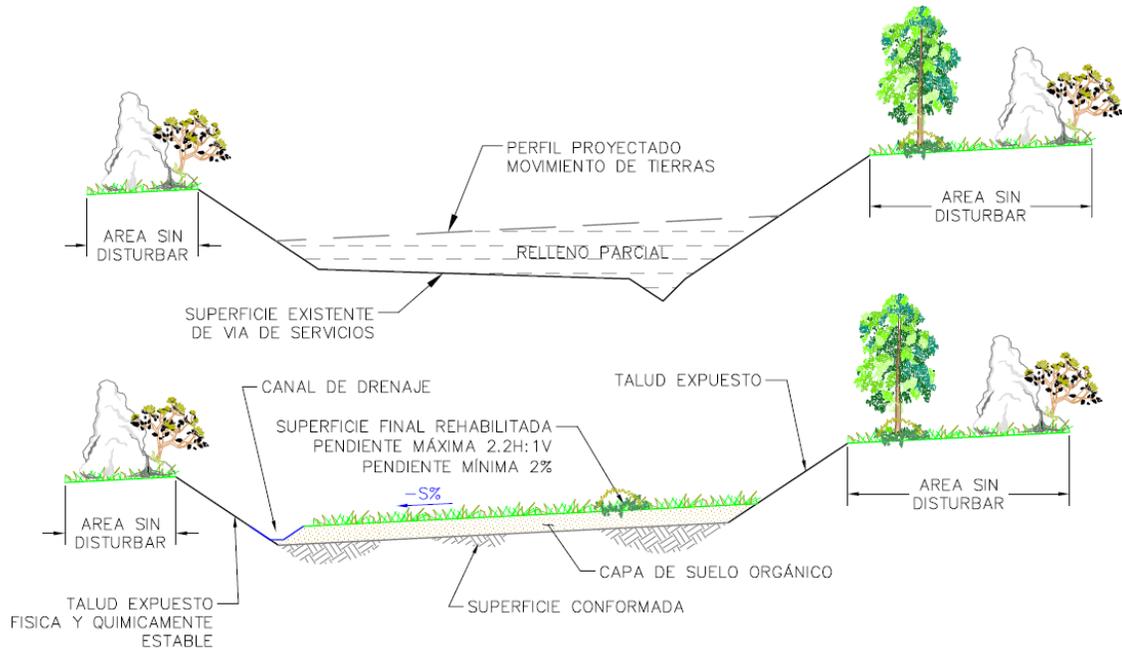


*Fig 1. Cierre de Accesos - talud de corte – Relleno Total.*



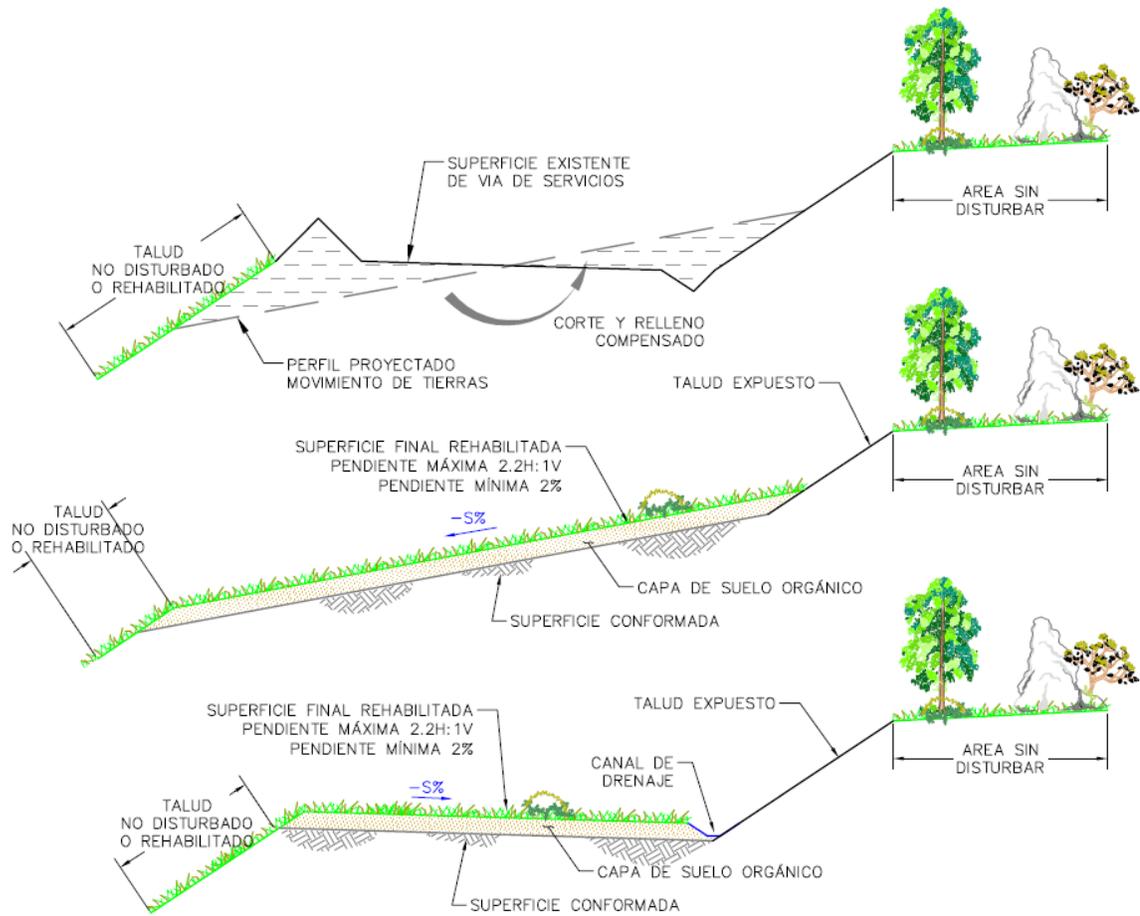
*Fig 2. Cierre de Accesos - talud de corte – Relleno Total.*

<p><b>Yanacocha</b></p> <p>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</p>	<p align="center"><b>CIERRE DE MINAS</b> <b>FORMATO</b></p> <p align="center"><b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b></p>	<p>CODIGO: PCS-CM-FO-005</p> <p>Ver. 01 / 27-Jul-2017</p> <p>Página 6 de 31</p>
--	--	---



*Fig 3. Cierre de Accesos - talud de corte – Relleno Parcial.*

<p><b>Yanacocha</b></p> <p>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</p>	<p align="center"><b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b></p> <p align="center"><b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b></p>	<p>CODIGO: PCS-CM-FO-005</p> <p>Ver. 01 / 27-Jul-2017</p> <p>Página 7 de 31</p>
--	--	---



*Fig 4. Cierre de Accesos - talud de corte – Relleno Parcial.*

<b>Yanacocha</b>	<b>CIERRE DE MINAS FORMATO</b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b>
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017
		Página 8 de 31

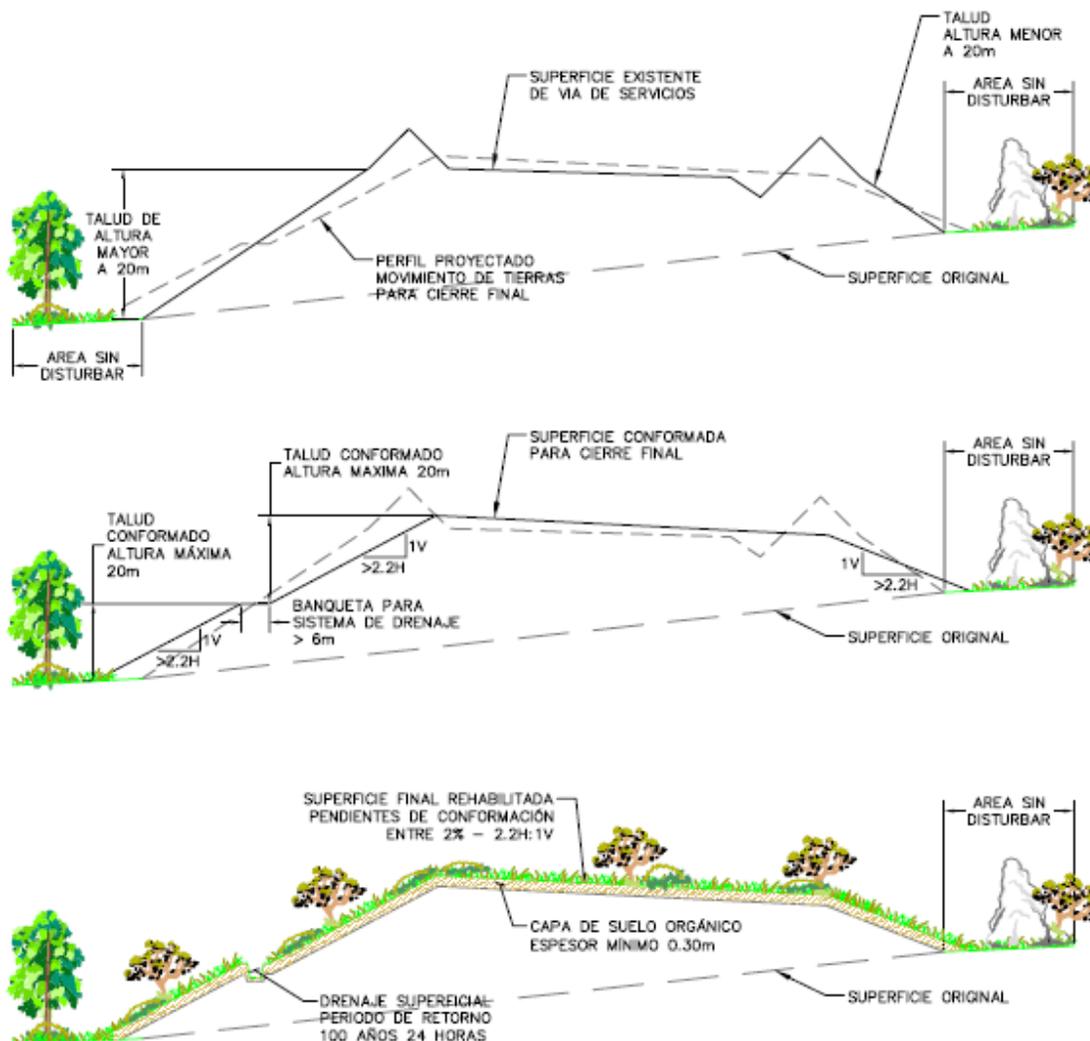


Fig 5. Cierre de Accesos - talud de Relleno.

### 5.1.2. LINEAS FERREAS

Minera Yanacocha no opera con redes o líneas férreas por lo tanto este tipo de instalaciones no están considerada en los planes de cierre de minas.

### 5.1.3. PISTAS AEREAS

Minera Yanacocha no opera con pistas de aterrizaje por lo tanto este tipo de instalaciones no están consideradas en los planes de cierre de minas

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b>
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017
		Página 9 de 31

## **5.2. ACCESOS, TRINCHERAS Y PLATAFORMAS DE PERFORACION.**

Estas instalaciones se realizan para explorar nuevas zonas, su cierre no es parte del Plan de Cierre de Yanacocha, pero si el post cierre; sin embargo, los criterio de cierre para estos componentes son similares a los criterios de cierre de accesos.

## **5.3. SELLADO DE TALADROS DE PERFORACION Y POZOS DE PRODUCCION.**

### **Criterios de Cierre:**

- Los taladros de perforación serán sellados con bentonita más cemento hasta alcanzar la superficie.
- Los pozos de monitoreo, dewatering y producción de agua seguirán de manera similar el procedimiento mencionado anteriormente, con un paso adicional que consiste en remover las piezas metálicas y el cabezal del pozo hasta 0.5 m por debajo de la superficie, para lo cual se necesitará también excavar el terreno.
- Las bombas sumergibles que se encuentren en el interior de los pozos deberán recuperarse antes de proceder al sellado.

<b>Yanacocha</b>  <b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>CIERRE DE MINAS</b> <b>FORMATO</b>  <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b> <b>Ver. 01 / 27-Jul-2017</b> Página 10 de 31
--	--	---

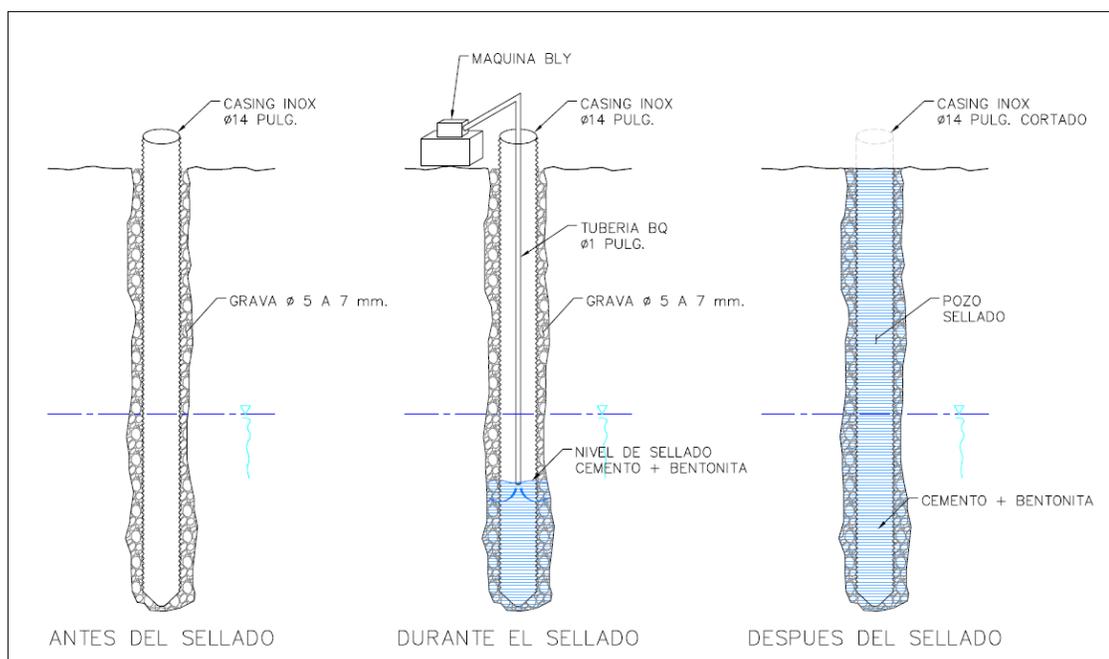


Fig. 6. Sellado de Taladros de Perforación y Pozos de Producción.

## 5.4. TAJOS ABIERTOS, CANTERAS Y TRINCHERAS.

### 5.4.1. TAJOS ABIERTOS

- El acceso a la cresta del tajo debe ser restringido a través de una berma perimetral, la cual podrá ser construida con materiales propios y disponibles de la zona, como: material de desmonte, adobes de topsoil, roca, etc. Si es material suelto la berma deberá tener las siguientes características: 1.5 m. de altura, taludes 2H:1V, base superior de 0.30 m. Si se construyen cercos de roca o adobe de topsoil o la combinación de ambos se deberán construir de sección trapezoidal de 1m-1.5m de ancho en la base por 1m. de altura y 0.50 m en la parte superior. La distancia con respecto a la cresta del tajo será no menos de 15 metros o mayor según recomendación de Geotecnia.
- En zonas inaccesibles, se definirá en terreno, si es necesaria la construcción de la berma perimetral.
- Para los diseños de conducción de agua, el intervalo de recurrencia será de al menos 200 años.

<b>Yanacocha</b>  PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>  <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005 Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 11 de 31
---	--	---

- En caso las paredes del tajo requieran estabilizarse, se deberá proceder de acuerdo a recomendaciones geotécnicas.
- Siempre que el plan de minado o el excedente del proceso de cierre lo permita, los tajos abiertos podrán ser rellenados (Total o Parcialmente) o utilizados como depósitos de desmonte de roca.
- Manejo de agua en tajos que fueron minados por debajo de la napa freática: Mantener sumideros hidráulicos a través de la creación de pit sump reservorios (evaluar dewatering de paredes por estabilidad crítica o áreas con sensibilidad social/medio ambiental).
- Manejo de aguas para tajos que fueron minados por encima de la napa freática: Determinar si se requiere una infraestructura adicional de manejo de aguas más allá de los canales de derivación.
- El agua superficial y/o subterránea bombeada deberá ser tratada hasta que se alcancen niveles aceptables de calidad en la descarga.
- Las áreas dentro del tajo con pendientes iguales o menores a 2.2H:1V que sean accesibles y que no serán usadas en el cierre deberán ser conformadas, ripeadas y revegetadas.
- Las paredes de los tajos secos o húmedos podrán quedar como se encuentran actualmente conservando el tratamiento de agua y construyendo la berma perimetral alrededor de la cresta del tajo.
- El agua dentro del tajo que no alcance los valores de calidad establecidos por ley se mantendrá a un nivel por debajo de cualquier riesgo de rebalse o salida subterránea y será necesario un bombeo y tratamiento permanente del agua.
- Mantener accesos hasta la zona de bombeo en todos los tajos.

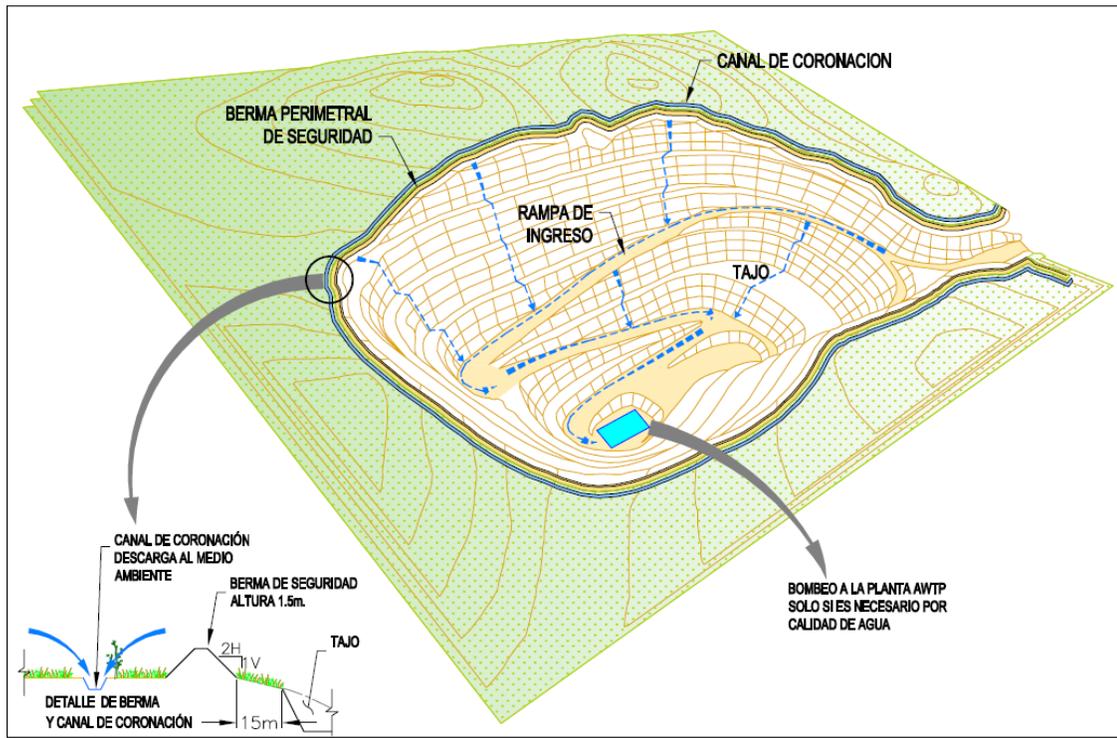


Fig. 7. Tajado Abierto Situación Actual.

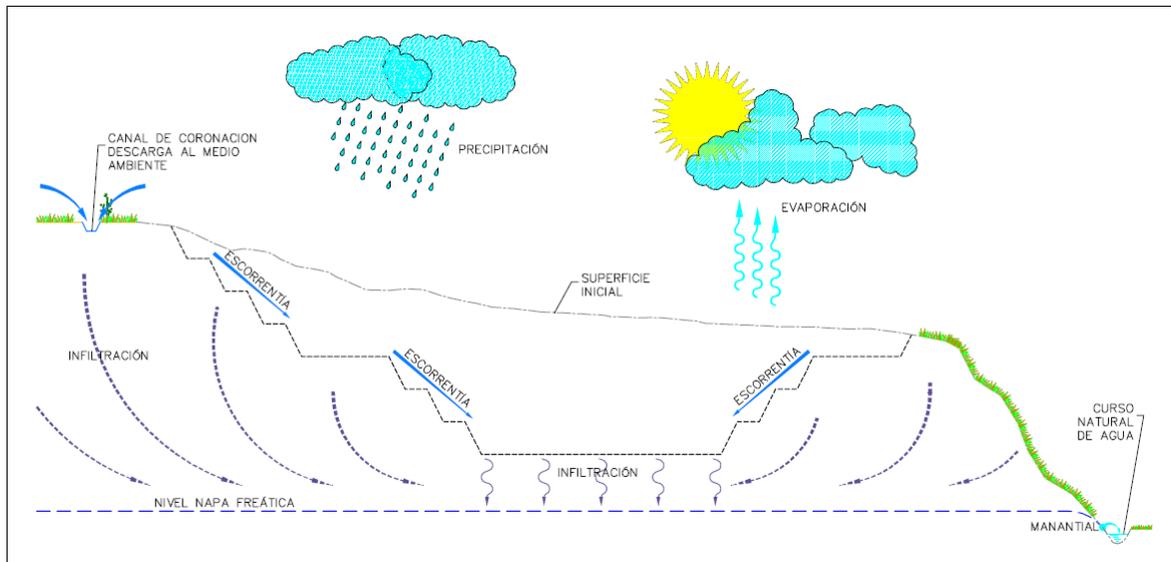


Fig. 8. Tajado Seco Situación Actual.

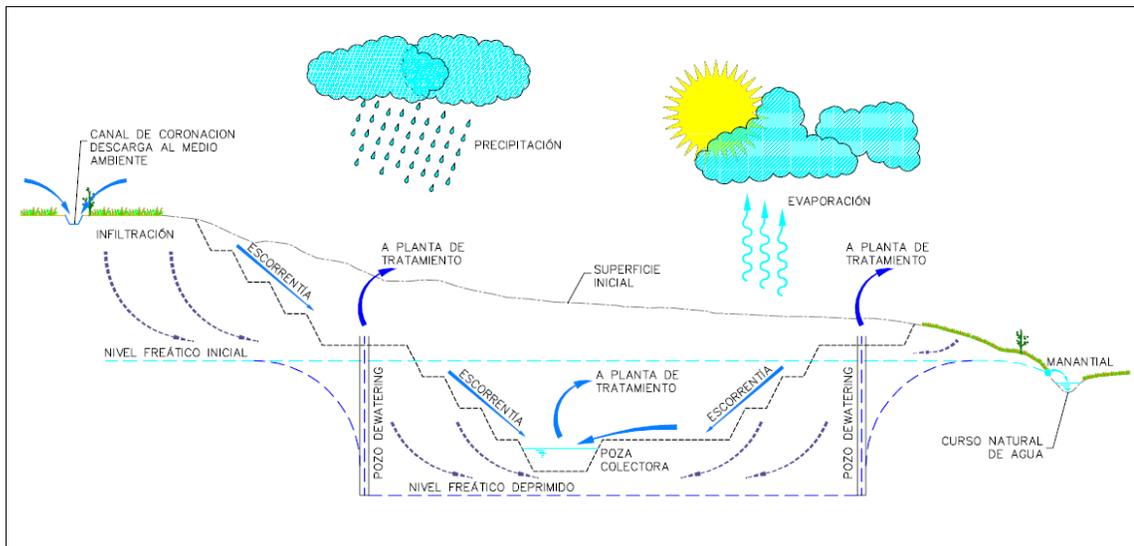


Fig. 9. Tajo Húmedo Situación Actual.

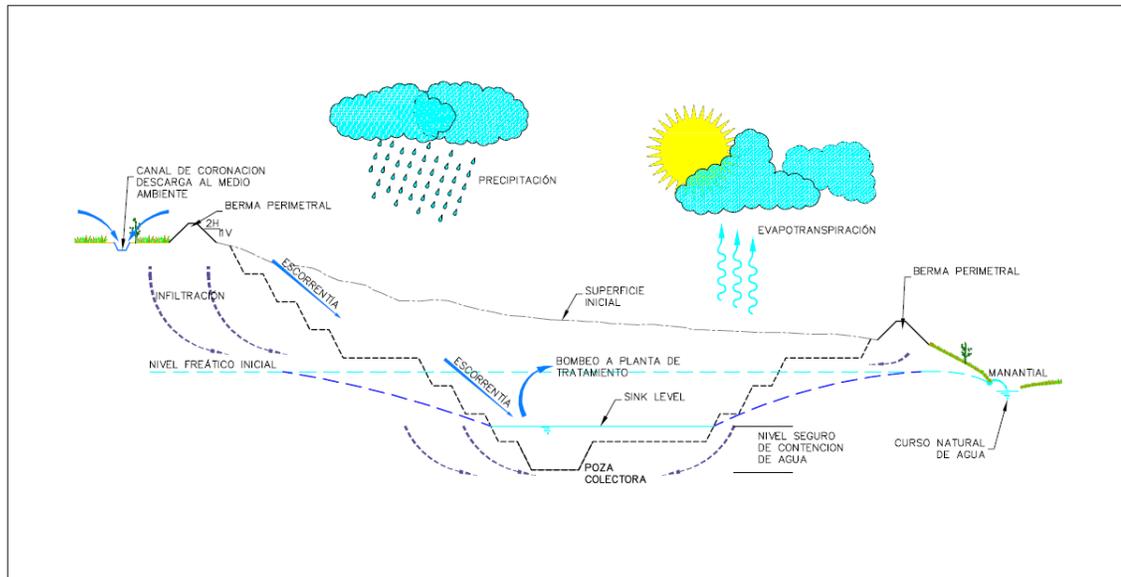


Fig. 10. Formación de Reservorio dentro del Tajo.

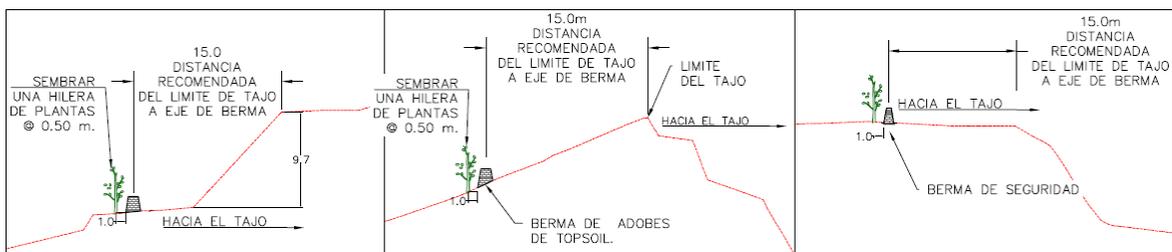


Fig. 11. Distancia mínima entre Berma y Tajo.

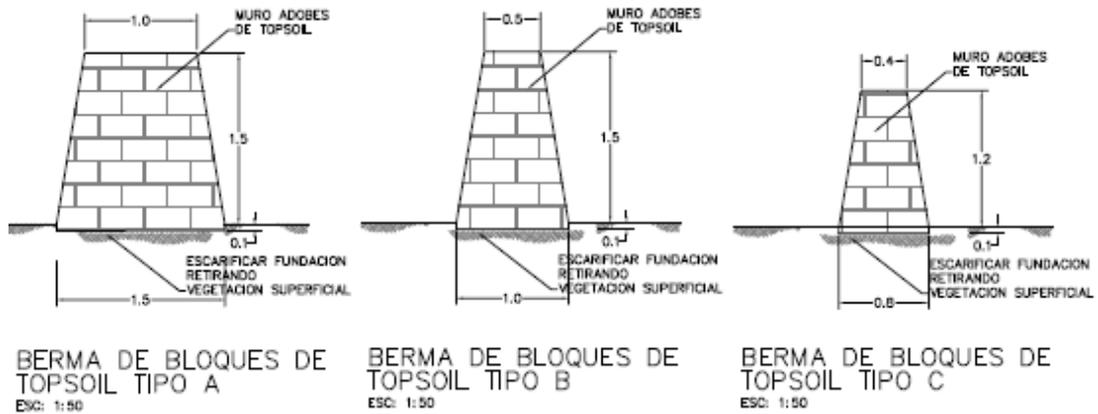
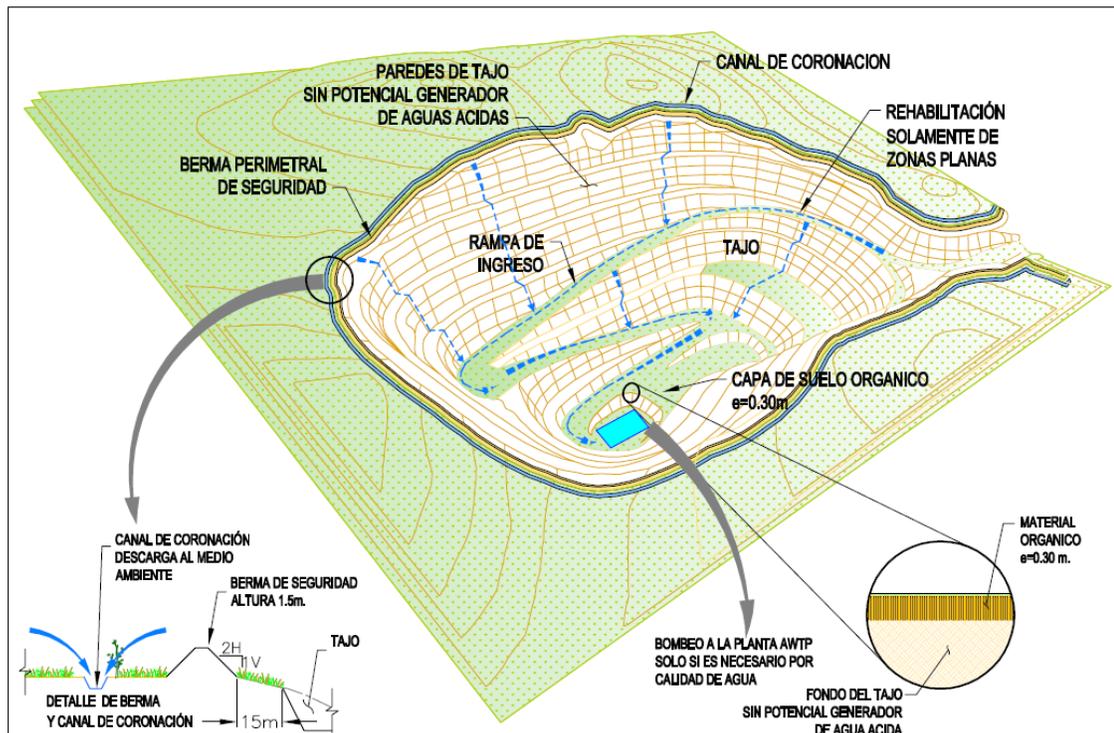


Fig. 12. Tipos de Berma.



 <b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b> <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b> <b>Ver. 01 / 27-Jul-2017</b> Página 15 de 31
---	--	---

#### 5.4.2. CANTERAS

La rehabilitación y cierre de canteras construidas por Minera Yanacocha deben asegurar lo siguiente:

- El acceso a la cresta de la cantera debe ser restringido a través de una berma perimetral, similar a lo indicado en tajos. En zonas inaccesibles, se definirá en terreno, si es necesaria la construcción de la berma perimetral.
- Para los diseños de conducción de agua, el intervalo de recurrencia será de al menos 200 años.
- En caso las paredes de la cantera requieran estabilizarse, se deberá proceder de acuerdo a recomendaciones geotécnicas.
- Siempre que el plan de minado o el excedente del proceso de cierre lo permita, las canteras podrán ser rellenados (Total o Parcialmente).
- Las áreas dentro de la cantera con pendientes iguales o menores a 2.2H:1V que sean accesibles y que no serán usadas en el cierre deberán ser conformadas, ripeadas y revegetadas.

#### 5.4.3. TRINCHERAS

Minera Yanacocha no opera ni construye trincheras por lo tanto este tipo de instalaciones no es considerada en los planes de cierre de minas.

### 5.5. SEDIMENTADORES Y DIQUES

#### 5.5.1. SEDIMENTADORES

- Derivar el agua superficial fuera o bordeando la estructura de sedimentación restaurada.
- Mantener el flujo de agua en la cuenca original.
- Rellenar la estructura con material de relleno.
- conformar el área hasta alcanzar un paisaje o topografía similar a la inicial antes de la construcción de la estructura de sedimentación.
- Las áreas reconformadas deben ser ripeadas y contar con una capa de

<b>Yanacocha</b>  <b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>CIERRE DE MINAS</b> <b>FORMATO</b>  <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b> <b>Ver. 01 / 27-Jul-2017</b> Página 16 de 31
--	--	---

suelo orgánico no menor o igual a 0.30 m de espesor, para su posterior revegetación.

### 5.5.2. SERPENTINES

- Los serpentines servirán como contingencia en el periodo de post cierre, su cierre se hará en forma gradual con los sedimentos que reciba del área de influencia, cuando se encuentren colmatados se conformará hasta alcanzar un paisaje o topografía similar a la inicial antes de la construcción.
- Las áreas reconformadas deben ser ripeadas y contar con una capa de suelo orgánico no menor o igual a 0.30 m de espesor, para su posterior revegetación.
- La sección 5.12 del presente documento indica las estrategias de revegetación que se deberán aplicar para la Rehabilitación de áreas.

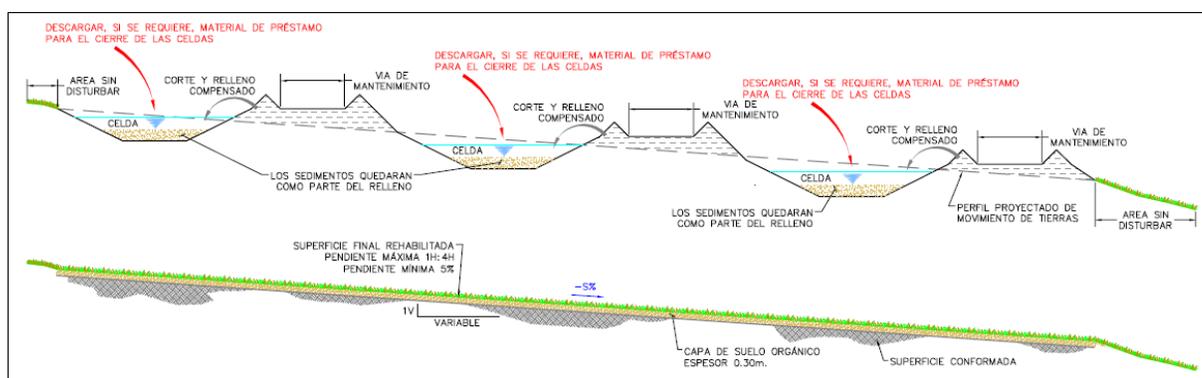


Fig. 14. Criterio de Cierre Final de Serpentes.

### 5.5.3. DIQUES

- Los diques servirán como contingencia en el periodo de post cierre, su cierre se hará en forma gradual con los sedimentos que reciba del área de influencia.
- Las áreas donde se depositó el sedimento se revegetará sin la necesidad de colocar suelo orgánico ya que el sedimento es un sustrato.
- La sección 5.12 del presente documento indica las estrategias de

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005
PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b><u>FORMATO</u></b>  <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 17 de 31

revegetación que se deberán aplicar para la Rehabilitación de áreas.

- En caso la comunidad organizada lo solicite, previa evaluación de las condiciones del dique, se podrá emplear como presas de retención de agua que pueda usarse durante la época seca.

## 5.6. TRATAMIENTO DE AGUA.

Actualmente, el tratamiento de agua activo requerido por Minera Yanacocha está dividido en dos tipos dependiendo de la procedencia del agua, la cual puede corresponder a aguas que derivan de los procesos de recuperación de oro y aquella que no tuvo contacto alguno con solución cianurada.

Las plantas de tratamiento activo según el caso pueden ser Plantas de tratamiento de agua ácida – AWTP para el caso de drenaje ácido de roca proveniente de los tajos y depósitos de desmonte; y las Plantas de tratamiento de excesos – EWTP para el caso de soluciones cianuradas excedentes o remanentes proveniente de los pads de lixiviación.

Los criterios generales que se debe tener en cuenta para el tratamiento de las aguas durante el cierre y post cierre son:

- a) Las aguas descargadas de todas las facilidades mayores como son los pads, depósitos y tajos tendrán un tratamiento de agua en las plantas de AWTP o EWTP de acuerdo a la procedencia del agua.
- b) Las aguas provenientes de las facilidades menores como son los depósitos de top-soil y unsuitables si es necesario por calidad, se tratarán con sistemas de tratamientos pasivos,
- c) La ubicación y requerimiento de plantas de tratamiento de agua serán definidas bajo el criterio de maximizar el manejo de las aguas por gravedad, buscando reducir costos de energía.
- d) El drenaje superficial y agua subterránea es bombeado desde el fondo del tajo – lago a las plantas de tratamiento de aguas ácidas.
- e) Según la cobertura que se implemente para los pads y depósitos para mejorar la calidad de agua de escorrentía en el tiempo, se determinará la cantidad de volumen de agua para tratamiento en las plantas o su descarga directamente al medio ambiente.

<b>Yanacocha</b> PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b> <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005 Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 18 de 31
---	--	---

- f) La cantidad de volumen y flujos de agua para tratamiento y descarga serán determinados por balance de agua, considerando los criterios de diseño de todas las facilidades mayores, como áreas, manejo operacional de pozas, propiedades del material para contenidos de humedad y coeficientes de descarga, capacidades de plantas de tratamiento y descarga, manejo de tajos como tajos lagos y criterios de coberturas.
- g) El periodo de tratamiento del agua será hasta que el agua alcance su estabilidad física y química de manera natural cumpliendo tanto en calidad como en cantidad con la normativa de descarga.

### 5.7. PILAS O CANCHAS DE LIXIVIACION

Se recomiendan diferentes tipos de conformación de taludes según tipo de material y tipo de cobertura, que se aplicarán según evaluación de cada facilidad.

- Conformar y ripear la pila de lixiviación con un **Talud 2.8H:1V Overall**.
  - Taludes InterRamp 2.5H:1V, Talud Over All 2.8H:1V.
  - Longitud Máxima de Taludes 50m.
  - Banqueta de Drenaje 6m de ancho mínimo.
  - La altura vertical máxima por banco o lift es 20 metros.
- Conformar y ripear la pila de lixiviación con un **Talud 2.5H:1V Overall**.
  - Taludes InterRamp 2.2H:1V, Talud Over All 2.5H:1V.
  - Longitud Máxima de Taludes 50m.
  - Banqueta de Drenaje 6m de ancho mínimo.
  - La altura vertical máxima por banco o lift es 20 metros.
- **Dejar Como Está**
  - Zona Estable no requiere movimiento de tierras masivo.
  - Talud general de la facilidad cumple con la recomendación de

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b> Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 19 de 31
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	

Geotecnia.

- Alternativa de Revegetación con uso de suelo orgánico en zonas planas y en taludes se evaluará puntualmente en caso sea factible técnica y económicamente.
- Mantener el material de la pila dentro de la berma plastificada, sin embargo, esto puede variar de acuerdo a los estudios geotécnicos de estabilidad de las pilas de lixiviación con fines de cierre final.
- Entre cada talud debe dejarse una plataforma de drenaje de 6 m de ancho mínimo para los diseños de conducción de agua, el intervalo de recurrencia será de al menos 200 años.
- Las alturas máximas finales de las pilas de lixiviación para el Cierre de Minas será el que indiquen las recomendaciones geotécnicas.
- Coberturas para reducir la infiltración.
  - Capa de óxido 1.0m de ser necesario, material de baja permeabilidad de espesor mínimo 0.30 m, más capa de topsoil 0.30m. Este tipo de cobertura sólo se aplicará en circunstancias especiales basadas en futuros estudios. Esta cobertura se colocará en un Talud General 2.8H:1V.
  - Capa de Topsoil 0.30m. Esta cobertura se colocará en un Talud General 2.5H:1V ~ 2.8H:1V, se aplica sobre descargas de óxido de 1m de potencia mínimo.
- Limpieza de la pila de lixiviación. Se considera lavado natural con agua de lluvia, que deberá ser confrontada con los resultados de los estudios de caracterización de roca de las pilas de lixiviación y resultados de calidad de agua.

## **5.8. DEPOSITOS DE DESMONTE**

### **5.8.1. DEPOSITOS DE DESMONTE DE ROCA**

Se recomiendan diferentes tipos de conformación de taludes según tipo

<b>Yanacocha</b>	<u><b>CIERRE DE MINAS</b></u> <u><b>FORMATO</b></u>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b> Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 20 de 31
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	

de material y tipo de cobertura, que se aplicarán según evaluación de cada facilidad.

- Conformar y ripear los depósitos de desmonte con un **Talud 2.8H:1V Overall**.
  - Taludes InterRamp 2.5H:1V, Talud Over All 2.8H:1V.
  - Longitud Máxima de Taludes 50m.
  - Banqueta de Drenaje 6m de ancho.
  - La altura vertical máxima por banco o lift es 20 metros.
- Conformar y ripear los depósitos de desmonte con un **Talud 2.5H:1V Overall**.
  - Taludes InterRamp 2.2H:1V, Talud Over All 2.5H:1V.
  - Longitud Máxima de Taludes 50m.
  - Banqueta de Drenaje 6m de ancho.
  - La altura vertical máxima por banco o lift es 20 metros.
- **Dejar Como Está**
  - Zona Estable no requiere movimiento de tierras masivo.
  - Talud general de la facilidad cumple con la recomendación de Geotecnia.
  - Alternativa de Revegetación con uso de suelo orgánico en zonas planas y en taludes se evaluará puntualmente en caso sea factible técnica y económicamente.
- Entre cada talud debe dejarse una plataforma de drenaje de 6 m de ancho mínimo para los diseños de conducción de agua, el intervalo de recurrencia será de al menos 200 años.
- El tratamiento de aguas se realizará de acuerdo a la sección 5.6.
- Coberturas para reducir la infiltración. Igual a pilas de lixiviación.

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005
PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017
		Página 21 de 31

### 5.8.2. DEPOSITOS DE SUELO ORGANICO, PEATS, UNSUITABLES Y SEDIMENTOS

- Para depósitos de suelo orgánico en lo posible retirar el material contenido en el depósito, dejando solamente material para su respectiva rehabilitación. En los depósitos de peats, unsuitable y sedimentos se conformarán con taludes según recomendaciones geotécnicas que dependerán dentro de otros factores del tipo de material de depósito, su condición al momento del cierre. El dique que exista en el depósito podría quedar en el lugar previa conformación, también puede ser utilizado como material de préstamo o ser reubicado en un depósito de desmonte de roca.
- Conformar y ripear los depósitos de acuerdo a las indicaciones de Geotécnia.
- Para los diseños de conducción de agua, el intervalo de recurrencia será de al menos 200 años.
- En Taludes iguales o menores a 2.2H:1V se colocará una capa de suelo orgánico de 0.30m como mínimo.

### 5.8.3. RELLENOS DE SEGURIDAD, SANITARIOS Y EN DEPOSITOS DE DESMONTE.

No existen rellenos de seguridad ni rellenos sanitarios en Minera Yanacocha.

### 5.9. CANCHAS DE RELAVE (DEPÓSITOS DE ARENAS DE MOLIENDA)

Las canchas de relave o depósitos de arenas de molienda (DAM) son estructuras construidas dentro de una cancha de lixiviación, las recomendaciones para su cierre son las siguientes:

- Conformar el material de relave acumulado con una pendiente de hasta 2% del centro de la pila hacia los extremos.
- Colocar una capa de 2m de óxido o similar sobre el material de

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b>
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017
		Página 22 de 31

relave conformado.

- Los taludes externos de los diques que contienen al material de relave no serán reconformados salvo indicación geotécnica.
- Para los diseños de conducción de agua, el intervalo de recurrencia será de al menos 200 años.
- En taludes iguales o menores a 2.2H:1V se colocará una capa de suelo orgánico de 0.30m como mínimo.

## 5.10. CANALES DE DRENAJE Y DERIVACION

### Diseño Final para Canales

1. En general el diseño para el control del agua superficial de estas instalaciones deben soportar un evento de tormenta de 200 años/ 24 horas, de acuerdo a la criticidad del canal.
2. El canal debe descargar en la misma cuenca de donde fue originalmente tomado.
3. Los taludes de corte y relleno se muestran en la Tabla 1 (Civil Design Criteria)

Talud Expuesto	Pendiente (Horizontal/Vertical)
Los cortes deben establecerse sobre roca bien estructurada. Altura menor a 5 m.	0.5 H: 1 V (la pendiente puede ser más empinada si el diseño tiene la justificación de Ingeniería)
Los cortes deben establecerse sobre roca bien estructurada. Altura menor a 5 m.	0.5 H: 1 V con 2.5 m de ancho de banco o nivel cada 5 m de altura vertical (E overall debe ser una pendiente de 1H:1V)
Corte y rellenos finales establecidos sobre material poco estructurado.	2.5 H: 1.0 V

*Tabla 1: Taludes Finales de Corte y Relleno*

4. Los canales incluirán una protección en donde las velocidades de los flujos excedan la capacidad de resistencia del suelo. Las coberturas pueden ser roca con gaviones o colchón reno, roca sola o suelo orgánico.
5. Las mantas de geotextil pueden ser utilizadas debajo del riprapp,

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b>
	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 23 de 31
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>		

gaviones y colchón reno.

6. El canal será diseñado con una sección trapezoidal, con taludes de pendiente menor o igual a 2 H: 1 V. La geometría del mismo se muestra en la Tabla 2.

Parámetr		Valor
Ancho de la Base		Mínimo 1.2 m
Pendiente de la Base		Mínimo 0.5 %
Taludes		Menores a 2 H:1 V
Borde Libre	Máximo	750 mm
	Mínimo	300 mm
	$Fr \leq 1$	25 % de la profundidad del flujo
	$1 < Fr \leq 3$	25 % de la profundidad del flujo
	$Fr > 3$	Profundidad del flujo normal

*Tabla 2: Taludes Finales de Corte y Relleno para el Diseño Geométrico de un Canal*

7. Se debe minimizar la posibilidades de construcción de canales en el caso sea factible usar los cursos naturales de agua.

### **Canales Temporales**

Deberán ser rehabilitados como sigue:

- La conformación final del cierre de los canales tendrá una pendiente menor o igual que 2.2H:1V.
- Los canales serán rellenados y reconvertidos hasta asemejarse a la topografía circundante.
- Cualquier material excedente durante el contorno del área, deberá ser distribuido en el área adyacente de manera que no se evidencien acumulaciones de material.
- Las áreas contorneadas serán cubiertas con una capa de suelo orgánico no menor o igual a 0.30 m de espesor para su posterior revegetación.

<b>Yanacocha</b> PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b>CIERRE DE MINAS</b> <b>FORMATO</b> <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005 Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 24 de 31
---	--	---

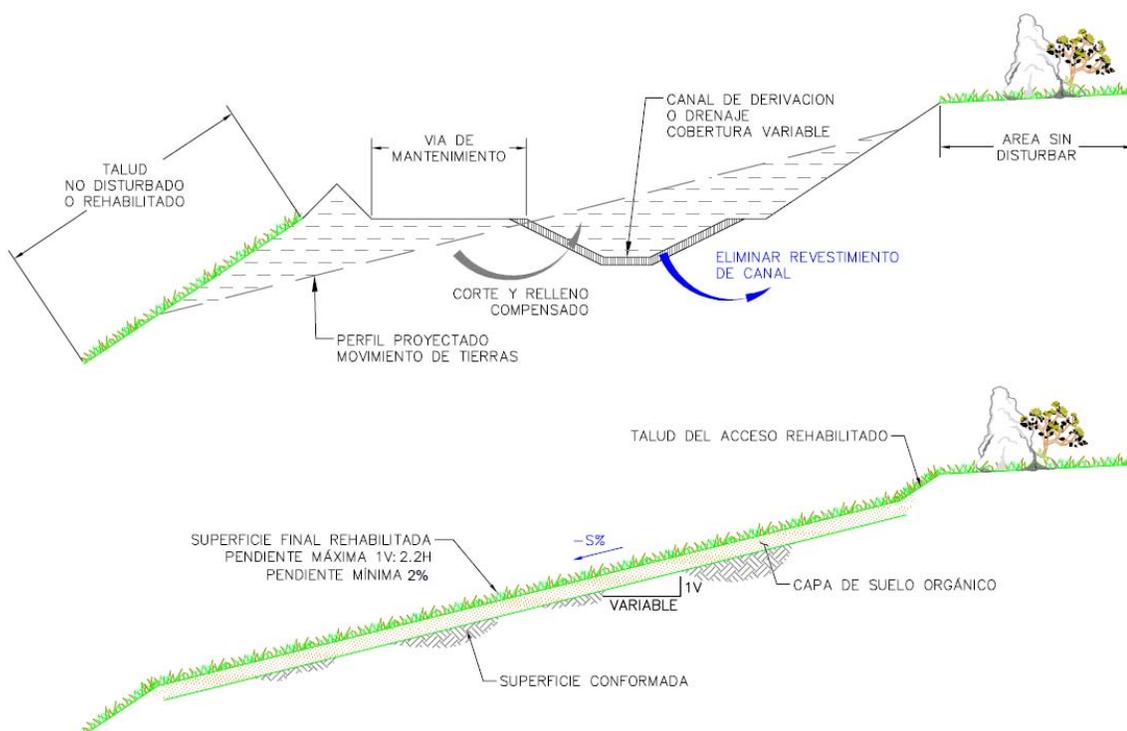


Fig. 15. Canal Temporal – Criterio de Cierre

## 5.11. DESMANTELAMIENTO Y DEMOLICION DE INSTALACIONES

### 5.11.1. DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES

Cada instalación que ya no se usará en el cierre deberá ser desmantelada, para ello se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Revisar planos as built, visita de la zona.
- Planificar la secuencia del desmantelamiento, teniendo en cuenta los componentes existentes, donde se tendrá que cuidar la salud y seguridad del personal y no ocasionar impactos al medio ambiente.
- Evaluar equipos y materiales que podrían usar en cierre u otra actividad de la mina u otra operación.
- Realizar el corte y bloqueo de todas las energías que llegaban a la infraestructura y aislar la zona.
- De acuerdo al plan se procederá al desmantelamiento de equipos, instalaciones eléctricas, mecánicas y estructuras civiles, manteniendo un secuencia lógica.

<b>Yanacocha</b>	<u><b>CIERRE DE MINAS</b></u> <u><b>FORMATO</b></u>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b> Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 25 de 31
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	

- Separar elementos que estén impregnados de hidrocarburos, cianuro u otra sustancia y proceder a su descontaminación.
- Separar los materiales recuperables y los residuos, según ello transportar a la estación central de residuos o a su disposición final.
- Terminado el desmantelamiento se procederá a la demolición de elementos de concreto.

#### **5.11.2. DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- Las estructuras de concreto, tales como fundaciones, plataformas u otros, deben ser demolidas o fracturadas hasta un tamaño que pueda ser utilizado como relleno propio. El desmonte generado de este proceso debe ser usado como material de relleno en la reconformación del lugar.
- Se debe tener especial cuidado en estructuras de concreto que almacenaron hidrocarburos o alguna sustancia química, en ese caso:
  - Eliminar el contenido remanente dentro de la estructura y disponer según el compendio de procedimientos ambientales de Minera Yanacocha.
  - Inmediatamente después de la demolición de la estructura verificar de manera ocular cualquier evidencia de derrame en la zona y tomar muestras de suelos para los análisis de la calidad del suelo.
  - Los desechos o residuos derivados de la limpieza o movimiento de tierras deberán eliminados según estándares ambientales de Minera Yanacocha.
- Antes de utilizar el desmonte como relleno, los fragmentos de concreto deberán ser limpiados con trapo absorbente en caso que se evidencie la presencia de hidrocarburos o sustancias químicas.
- Se deberá realizar un muestreo de suelos al azar en toda el área a rehabilitar. El número de muestras a tomar estará de acuerdo al área y volumen de material que se requiera muestrear y según los protocolos que se tienen para muestreo de suelos.

<b>Yanacocha</b>  <b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>CIERRE DE MINAS</b> <b>FORMATO</b>  <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b> <b>Ver. 01 / 27-Jul-2017</b> Página 26 de 31
--	--	---

- Los pedazos de hierro dentro de los bloques de concreto quedarán dentro del bloque como parte de los mismos y los tramos salientes deben cortarse y llevarse a la cancha de chatarra.

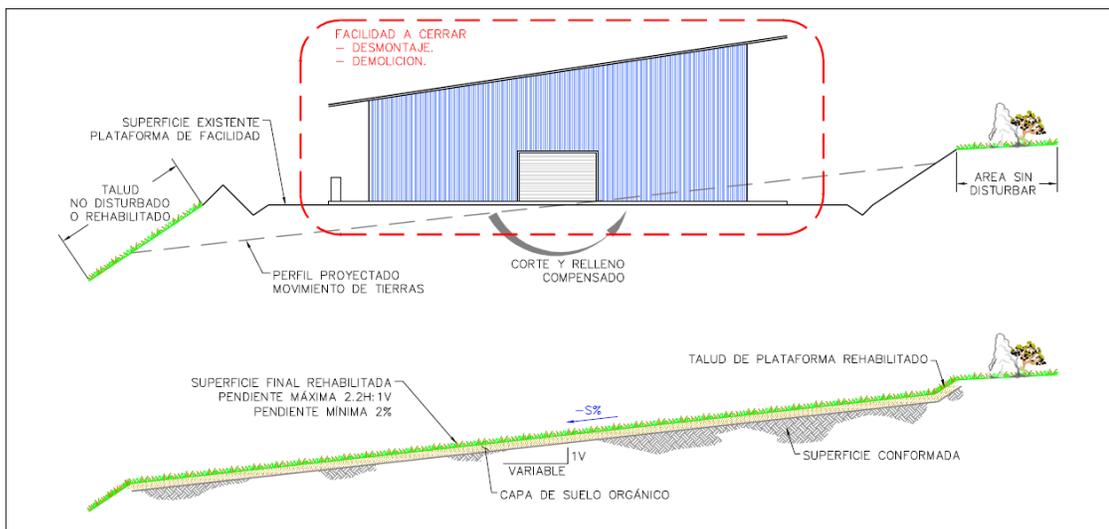


Fig. 16. Canal Temporal – Criterio de Cierre

#### 5.11.3. DEMOLICION DE TUBOS ENTERRADOS

- Las tuberías enterradas quedarán encapsuladas dentro del área a reconformar.
- Se verificará la presencia de hidrocarburos o sustancias químicas dentro de las tuberías a través de un corte en V, en por lo menos dos puntos del largo de la tubería enterrada.
- Los extremos de las tuberías deberán ser tapados con material hasta 0.5 m.
- De encontrarse la presencia de hidrocarburos o sustancias químicas dentro de las tuberías, éstas deberán ser removidas, limpiadas y llevadas a su disposición final, según el compendio de procedimientos ambientales de Minera Yanacocha.

#### 5.11.4. DESCONTAMINACION DE CIANURO

Durante la demolición y desmantelamiento de estructuras se deben considerar aquellos elementos que tuvieron durante su operación contacto directo con cianuro o solución cianurada, entre ellos principalmente encontramos a las tuberías para el transporte de solución cianurada,

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b>
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 27 de 31

tanques para mezcla de cianuro, plantas de tratamiento de aguas de exceso y las geomembranas de las pozas de solución.

#### **Geomembrana de las pozas de Operaciones**

- De acuerdo al criterio de cierre establecido para esta poza se planea que esta continúe utilizándose para el recojo de las filtraciones provenientes de la pila de lixiviación.
- Debido a que estas filtraciones serán permanentemente tratadas para mejorar su calidad antes de descargarlas al medio ambiente se entiende que este proceso permitirá la limpieza paulatina de la geomembrana y que al final de la utilización de la poza ya no se encuentren evidencias de cianuro.

#### **Geomembrana de las pozas de menores eventos**

- La capa de geomembrana superficial que tuvo contacto directo con solución cianurada deberá ser lavada a presión con agua fresca, lo cual se realizará por tres veces consecutivas.
- Luego de lavada la geomembrana se realizará un muestreo de comprobación en donde se lavarán algunas áreas de la geomembrana con la finalidad de recolectar agua, la cual será analizada en el laboratorio con la finalidad de comprobar la inexistencia de cianuro.
- El agua proveniente del lavado será bombeado a la poza de operaciones para su posterior tratamiento.
- Comprobada la limpieza de la geomembrana superficial se procederá al uso de la poza de menor evento, con fines de acumulación de agua tratada, o en caso contrario a su cierre para lo cual las tres capas de geomembrana serán dobladas hacia el interior de la poza.
- Una vez dobladas las geomembranas se procederá a perforarlas para luego ser enterradas con material de desmonte.

#### **Geomembrana de las pozas de tormentas, agua cruda y amortiguamiento**

- Sobre la geomembrana superficial de cualquiera de estas pozas se

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005
PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b><u>FORMATO</u></b>  <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 28 de 31

realizará un muestreo de comprobación en donde se lavarán algunas áreas de la geomembrana con la finalidad de recolectar agua, la cual será analizada en el laboratorio con la finalidad de comprobar la inexistencia de cianuro

- El agua proveniente del lavado será bombeado a la poza de menores eventos para su posterior tratamiento.
- Comprobada la limpieza de la geomembrana superficial se procederá al uso de la poza de menores eventos, con fines de acumulación de agua tratada, o en caso contrario a su cierre para lo cual la(s) capa(s) de geomembrana serán doblada(s) hacia el interior de la poza.
- Una vez dobladas las geomembranas se procederá a perforarlas.
- Finalmente, las geomembranas serán enterradas con material de desmonte el mismo que rellenará las pozas hasta que se alcance una topografía similar a la encontrada antes del preminado.

#### **Geomembrana de los sistemas de contención de tuberías.**

- No se realizará descontaminación de cianuro sobre estas geomembranas antes de su disposición final.

#### **Tuberías que transportaron solución cianurada.**

- El lavado de las tuberías se realizará cerca de la poza de menores eventos.
- Las tuberías deberán ser llevadas hasta ese punto y serán colocadas sobre una poza pequeña de HDPE en donde se realizará el lavado de las piezas.
- Para el lavado de las piezas se procederá a colocar las piezas en posición horizontal y se aplicará agua a presión hasta que queden sumergidas dentro de la poza de HDPE.
- Luego de 8 horas de sumergidas las piezas se procederá a drenar el agua hacia la poza de menores eventos.
- Se realizará un muestreo de comprobación en donde se lavarán algunas piezas con la finalidad de recolectar agua, la cual será

<b>Yanacocha</b> PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b> <b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005 Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 29 de 31
---	--	---

analizada en el laboratorio con la finalidad de comprobar la inexistencia de cianuro.

#### **Tanques para la mezcla de cianuro**

- El lavado de los tanques se realizará dentro de los mismos aplicándoles agua a presión en el interior del tanque.
- Tres enjuagues con agua fresca a presión hasta eliminar cualquier rastro, grumo o costra sobre la superficie metálica del tanque.
- Luego de la operación anterior se llenará el tanque con agua fresca y se dejará así por 8 horas y se drenará hacia la poza de operaciones a la planta de tratamiento de agua de excesos.
- Se realizará un muestreo de comprobación en donde se lavarán partes de la superficie del tanque con la finalidad de recolectar agua, la cual será analizada en el laboratorio con la finalidad de comprobar la inexistencia de cianuro.

### **5.12. REVEGETACION DE AREAS DE RESTAURACION FINAL**

Luego de concluir con los trabajos de reconfiguración final se procede a realizar la revegetación final, que consiste principalmente en asegurar una capa de cobertura vegetal en el suelo con el objetivo de devolverle al ecosistema condiciones similares a las identificadas antes del pre minado. Para llevar a cabo los trabajos de revegetación final debemos de realizar dos tareas principales consistentes en la fertilización del terreno y la siembra de las especies vegetales.

#### **Fertilización del Suelo**

- La fertilización de suelo se basa en la preparación y acondicionamiento del terreno, de tal manera que asegure el crecimiento de las especies vegetales que se sembrarán y trasplantarán en la etapa siguiente.
- La fertilización se realiza principalmente con abono orgánico, cal agrícola y fertilizantes con contenido de nitrógeno y fósforo.

#### **Siembra de Especies Vegetales**

Este método de revegetación es utilizado dentro los trabajos de cierre de

<b>Yanacocha</b>	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	<b>CODIGO: PCS-CM-FO-005</b>
<b>PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE</b>	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	Ver. 01 / 27-Jul-2017
		Página 30 de 31

minas y constituye la última fase de los trabajos de rehabilitación. La finalidad de este tipo de revegetación está dirigida a aproximar condiciones de uso de suelos similares a las encontradas antes de la actividad minera.

Para lograr este objetivo se mezclan especies vegetales introducidas de crecimiento rápido con especies vegetales nativas de crecimiento más lento. El crecimiento rápido de las especies introducidas creará el hábitat necesario para el crecimiento de las especies nativas que se encargarán de establecer la cobertura vegetal a largo plazo.

Dentro de las especies introducidas podemos mencionar a la avena, el trébol y diferentes especies de rye grass y Dactylis. Dentro de las especies nativas tenemos al Calamagrostis, Lupinus, rumex, festuca y agropirum dentro de los principales. La preferencia por especies vegetales utilizadas en la rehabilitación final puede variar año a año según las innovaciones e investigaciones realizadas con la finalidad de mejorar los trabajos de siembra y permanencia de especies en el largo plazo.

Luego de colocar las especies de pastos nativas e introducidas se colocan especies arbustivas nativas como el quinal, el sauco, el colle, con la finalidad de dejar barreras vivas que mejorarán las calidad del suelo, creará un microclima favorable para el desarrollo de la flora y fauna y potencialmente se usarán como fuente de energía.

Minera Yanacocha considera también la plantación de especies introducidas como el Pino, en áreas donde el clima y la altura sean favorables para su adaptación.

Se debe notar que la forestación incluye también la plantación de especies nativas y de pinos en áreas naturales dentro de la propiedad que no fueron intervenidas por ninguna actividad minera.

La revegetación final utiliza insumos en cantidades diferentes y estas deben ser anualmente requeridas para cubrir con las campañas de rehabilitación final, la Tabla 3 muestra aproximadamente las cantidades de especies y fertilizantes por hectárea, utilizados en Minera Yanacocha.

<b>Yanacocha</b> PROYECTOS DE CAPITAL SOSTENIBLE	<b><u>CIERRE DE MINAS</u></b> <b><u>FORMATO</u></b>	CODIGO: PCS-CM-FO-005 Ver. 01 / 27-Jul-2017 Página 31 de 31
	<b>GUIA PARA CIERRE DE MINAS</b>	

**Tabla 3: Cantidades de semillas y de fertilizantes utilizados en Yanacocha (kgs)**

Especies de Pastos Utilizados	Cantidad
1. Rye grass ( <i>Ecotipo Cajamarquino</i> )	6
2. Rye grass Boxer	3
3. Rye grass Magnum	3
4. Potomac ( <i>Dactylis glomerata</i> )	8
5. Amba ( <i>Dactylis glomerata</i> )	8
6. red Clover ( <i>Trifolium pratence</i> )	4
7. Festuca fawn	3
8. Black Oats ( <i>Avena strigosa</i> )	21
9. Especies nativas (mezcla)	

Enmiendas y Fertilizantes Utilizados	Cantidad
1. Cal agrícola	1000
2. Súper fosfato triple	100
3. Urea	180
4. Gallinaza	1000

//Fin de reporte

Elaborado	Revisado	Control	Aprobación Superintendencia	Aprobación Gerencia
Oscar Quispe	Augusto Urteaga	Teresita Izquierdo	Augusto Urteaga	Mario Adrianzen