

Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

**Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto Sulfuros Primarios**

**Plan de Manejo del Botadero Oeste
de Material Estéril**

11 de junio del 2004

Preparado para

Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

Asiento Minero Cerro Verde - Uchumayo

Arequipa

Perú

Preparado por

Knight Piésold Consultores S.A.

Av. San Borja Sur 143

San Borja, Lima

Perú

Proyecto LI201/00060/3

Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

**Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto Sulfuros Primarios**

**Plan de Manejo del Botadero Oeste
de Material Estéril**

Tabla de Contenido

1.0 Configuración y Crecimiento del Botadero Oeste	1
2.0 Estabilidad Física del Botadero Oeste.....	2
3.0 Estabilidad Química del Botadero Oeste	3
4.0 Cierre del Botadero Oeste	6

Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Sulfuros Primarios

Plan de Manejo del Botadero Oeste de Material Estéril

1.0 Configuración y Crecimiento del Botadero Oeste

El desarrollo de los tajos hasta su configuración final requerirá disponer una cantidad adicional de aproximadamente 793 millones de toneladas de material estéril proveniente de la explotación, a una razón de estéril a mineral de aproximadamente 0,5-0,6:1. De este total, 323 millones de toneladas son los que se extraerían con el actual plan de operación de lixiviación y 470 millones de toneladas corresponderían al nuevo Proyecto de Sulfuros Primarios. Aproximadamente 530 millones de toneladas material estéril se depositaran adicionalmente en el área de ampliación del botadero oeste. Las Figuras 1 al 5 muestran la configuración del botadero de material estéril al fin de distintos años de operación del proyecto. La Tabla que se muestra a continuación presenta la superficie ocupada por el botadero de material estéril al fin de distintos años de operación del proyecto.

Tabla 1
Superficie Ocupada por el Botadero

Año	Superficie Ocupada (ha)
2002	135
2005	230
2010	265
2015	372
2033	588

Al igual que en la operación actual, los botaderos se construirán utilizando el método clásico de volteo de la tolva de camiones, y tendrá una o más rutas de acceso para camiones. Además habrá distribución del material mediante equipo de movimiento de tierras como tractores y topadoras.

2.0 Estabilidad Física del Botadero Oeste

El diseño geotécnico de los botaderos considera una estabilidad estática y sísmica adecuada para las condiciones del sitio. En la verificación de estabilidad se realizó un análisis estático y pseudo estático con deformación, considerando un coeficiente sísmico de 0,3 g para la etapa de operación del proyecto y de 0,41 g para la etapa de abandono del proyecto, lo que representa un período de retorno de 150 y 500 años, respectivamente. El análisis de estabilidad efectuado bajo estas condiciones, y durante las etapas de operación y abandono, entregaron factores de seguridad adecuados, que cumplen con estándares internacionales en materia de seguridad en este tipo de instalaciones.

Los valores de los factores de seguridad obtenidos en los análisis de estabilidad considerados en la práctica ingenieril, de acuerdo con los estándares internaciones, se resumen en la siguiente Tabla:

Tabla 2
Factores de Seguridad para el Botadero

Etapa	Factor de estabilidad	
	Estático	Sísmico Pseudo-estático
Operación	1.29	0.76
Cierre y abandono	2.88	1.00

Hay que señalar que los valores que se obtienen de los cálculos de estabilidad sísmica por el método pseudo-estático, simula el efecto sísmico empleando una fuerza horizontal permanente que actúa en un solo sentido. Esta concepción es conservadora, puesto que el efecto sísmico es oscilante, transitorio por naturaleza y el lapso de tiempo en que se produce es muy corto. El valor obtenido de 0.76 durante la operación debe asociarse a una deformación esperada menor a 40 cm, que para la operación de construcción de botaderos se considera un valor aceptable. En el anexo M se presenta un detallado análisis de la estabilidad física del botadero.

3.0 Estabilidad Química del Botadero Oeste

El material estéril que se dispondrá en el botadero oeste, tiene características de potencial generador de drenaje ácido. Al respecto, es necesario indicar que debido a que el proyecto considera solo un (1) botadero de material estéril, las posibilidades de manejo selectivo de la roca son limitadas.

El plan de extracción que se presenta a continuación en la Tabla 3 describe la cantidad de mineral y material estéril que se removerá. Los tipos de rocas que formarán parte del material estéril y que quedarán acumuladas en el botadero, corresponden a:

Tabla 3
Tipos de Rocas que Conformarán el Botadero

Tipo de roca	Toneladas	%
Granodiorita Yarabamba	367	69,2
Pórfido Dacítico Monz.	34	6,4
Granodiorita Yarabamba Brechada	4	0,8
Charcani Gneiss	77	14,5
Brecha Cuarzo	9	1,7
Macro Pórfido Dacítico	39	7,4
Total	530	100,0

Todos estos tipos de rocas se encuentran mezclados entre si, ya que la formación del yacimiento ocurrió por intrusión. A partir de fallas, los diversos tipos de rocas fueron depositándose en el yacimiento, lo que no permite zonificar el material estéril por tipo de roca. Se ha estimado que todos estos tipos de rocas se presentarán durante la extracción de estéril de la operación minera, desde el año 2004 (operación minera actual) hasta el año 2026; a partir del año 2027 se ha estimado que sólo se presentarán los tipos de rocas Granodiorita Yarabamba y Pórfido Dacítico Monz.. Este último tipo de material es el que no presenta condiciones de generación de drenaje ácido y será por lo tanto utilizado como material cobertor al final de vida del botadero. Además de lo anterior, se ha programado que al término de la operación del botadero oeste, se instalará una cobertura de material de empréstito sobre la superficie expuesta de éste. Como material de cobertura se utilizará material estéril actualmente almacenado en el botadero 30S, de la actual operación minera. El material almacenado en el botadero 30S presenta características básicas y neutras, lo que disminuye el potencial de generación de drenaje ácido desde el botadero. Se ha estimado la existencia de aproximadamente 54 millones de toneladas de material almacenado en el botadero 30S.

A partir de las características generadoras de ácido de la roca estéril, se determinó la necesidad de efectuar ensayos de lixiviabilidad de metales (SMLP) en el laboratorio (Anexo I). Estos ensayos determinaron que sólo algunos metales (cobre, arsénico, aluminio y manganeso) presentaron valores superiores al criterio utilizado como referencia (una desviación estándar sobre el promedio) en los extractos del ensayo SMLP. Además, en ninguno de estos extractos, ningún metal presentó concentraciones superiores a 100 veces el estándar de agua potable, criterio utilizado para determinar la peligrosidad de los eventuales drenajes. Es necesario indicar además que estas pruebas son efectuadas con una “lluvia” artificial ligeramente acidificada, lo que supone que los resultados obtenidos en el ensayo sobreestiman las capacidades acidificadoras de las rocas analizadas.

Además de lo anterior, el sector en donde se ubicarán el botadero de material estéril presenta una escasa pluviometría y alta evaporación, por lo que no se anticipa presencia de agua (lluvia o escorrentías superficiales) en términos tales que pudieran favorecer la generación de drenaje ácidos de roca desde el botadero. Asimismo, existen botaderos de mineral de sulfuros de baja ley provenientes del minado pasado que después de mas 15 de años de exposición a la intemperie no han mostrado signos de generación de acidez. En lo referido a la posibilidad de impactos en el agua subterránea, es importante notar que como parte del monitoreo actual que tiene implementado SMCV aguas abajo del área del botadero oeste, en la quebrada Tinajones, se instalaron dos pozos para monitorear la calidad del agua en la quebrada. Después de aproximadamente 10 años de operación del botadero oeste, la calidad del agua subterránea no muestra signos de haber sido impactada y la acidez reportada muestra un pH de características neutras, de aproximadamente 7.

No obstante lo anterior, el modelo HELP utilizado para el calculo de infiltración de las aguas de lluvias reporto el ingreso de 6,3L/s para un evento de 500 años de 106.6 mm. Este modelo deberá de ser re-calibrado una vez se empiece con la construcción del botadero de manera de correlacionar los resultados de laboratorio con lo que se puede apreciar en pilas de material existentes en la actualidad.

El proyecto considera que las eventuales infiltraciones de aguas de lluvia que pudiesen presentarse en eventos climáticos inusuales son minimizados a través de la compactación del material estéril depositado en la zona de la meseta del botadero, por el paso de los camiones de alto tonelaje que transportan el material al botadero. El comportamiento de este botadero se mantendrá bajo monitoreo aguas abajo del mismo, tal como ocurre en la actualidad y como

parte del plan de monitoreo del proyecto. Eventualmente y ante signos de infiltraciones que alteren negativamente la calidad de agua subterránea en la cabecera de la quebrada Tinajones, SMCV implementará medidas de control y/o mitigación.

4.0 Cierre del Botadero Oeste

El botadero de material estéril (botadero oeste) quedará como una obra remanente del proyecto y almacenará al final de la vida útil del proyecto aproximadamente 855 millones de toneladas de material estéril. De este total, 325 millones de toneladas de material estéril ya fueron depositadas, y se depositaran en el futuro hasta 530 millones de toneladas de las cuales solo 470 millones de toneladas corresponderían al nuevo proyecto de Sulfuros Primarios. Al momento del cierre de las operaciones existirán aproximadamente unas 588 hectáreas de terreno ocupadas por el botadero, de las cuales 404 hectáreas corresponden a las áreas a ser ocupadas por el actual plan de lixiviación y el proyecto de Sulfuros Primarios, siendo solo 344 hectáreas las que corresponderán al material estéril extraído con motivo de este proyecto.

Los objetivos de cierre para el botadero son los siguientes:

- Proporcionar estabilidad física y química a largo plazo; y
- Proteger los recursos de agua superficial y subterránea.

Respecto de la estabilidad física del botadero, es necesario indicar que los taludes 3H:1V de los botaderos propuestos para el cierre permitirán asegurar la estabilidad de los taludes período de cierre y abandono. En efecto, según el estudio de estabilidad de taludes (Knight Piésold, 2003), los resultados de la estabilidad estática y pseudo estática, bajo condiciones normales y de abandono, indican que el talud del botadero oeste mantiene un factor de seguridad aceptable en lo que respecta a los estándares internacionales, por lo que se anticipa que las labores de perfilado de taludes al momento del cierre de la operación serán menores. En la verificación de estabilidad se realizó un análisis estático y pseudo estático, y se consideró un coeficiente sísmico de 0,3 g para la etapa de operación del proyecto y de 0,41 g para la etapa de abandono del proyecto. Estos valores representan un período de retorno de 150 y 500 años, respectivamente.

No obstante lo anterior, en el largo plazo es posible la ocurrencia de fallas locales, afectando pequeñas áreas al pie del botadero. Para prevenir daños y accidentes producto de estas fallas, se limitará y señalizará las áreas potencialmente afectadas por desprendimiento de roca a través de la instalación de letreros de advertencia de peligro y cierre de enrocado. También, para la etapa de cierre del proyecto, serán clausurados los caminos de acceso al área del botadero oeste.

Respecto de la estabilidad química de los botaderos, aún cuando se anticipa que la mayoría de las rocas que conformarán el botadero de estéril presentan un potencial de generación de drenaje ácido, debido a la baja pluviometría y alta evaporación presente en el área, no se anticipan las condiciones climáticas capaces de generar disolución de metales y posteriores drenajes desde el botadero, de manera tal que pudiesen afectar la calidad de las aguas subterráneas reconocidas en la zona. Además de lo anterior, no existen cursos permanentes de agua de superficiales en el área en donde se emplazará el botadero. Esto último, unido a que el botadero se ubica en la naciente de la quebrada Tinajones y posee por lo tanto una reducida cuenca aportante para eventuales escorrentías superficiales, anticipa que no será necesario habilitar canales perimetrales de desvío de escorrentías aguas arriba de los botaderos. No obstante lo anterior, durante la etapa de operación del proyecto se evaluará la necesidad de implementar esta medida.

El proyecto considera minimizar las eventuales infiltraciones de aguas lluvia que pudiesen presentarse en eventos climáticos inusuales a través de la compactación del material estéril depositado en la zona de la meseta del botadero. Es necesario indicar que el área de la meseta del botadero será sometida constantemente a un proceso de compactación debido al tránsito obligatorio de camiones mineros de alto tonelaje y maquinaria pesada utilizada en la construcción del botadero. Además, el plan de explotación minero considera extraer durante los últimos años de operación un material estéril que presenta una matriz con alteraciones potásicas, con bajo potencial de generación de drenaje ácido. Este material, que quedará en contacto con el ambiente (aguas lluvia y oxígeno), será utilizado como cobertura final para el botadero de estéril, minimizando con esto la eventual acidificación de las aguas lluvia o eventuales escorrentías superficiales por contacto con la roca estéril del botadero. Además de lo anterior, al término de la vida operacional del botadero, se dispondrá sobre toda el área expuesta de éste, una capa de material inerte, sin potencial de generación de drenajes ácidos. Este material corresponderá al estéril acumulado en el botadero 30S de la operación minera actual y que almacena en la actualidad un aproximado de 54 millones de toneladas de material estéril. Se ha estimado que las superficies a cubrir corresponden a:

Tabla 4
Extensión de las Areas a Cubrir al Momento del Cierre del Botadero

Área del botadero a cubrir	Extensión (ha)
Plataforma LG SP	124
Plataforma NW Waste Dump	80
Talud este	33
Talud oeste	166
TOTAL	404

No obstante lo anterior, SMCV desarrollará otros estudios a medida que avanza el desarrollo de la mina y el botadero, para determinar las medidas adecuadas que sea necesario implementar para asegurar la estabilidad química del botadero al momento del cierre del proyecto.

La Figura 5 presenta la configuración de la mina y el botadero oeste al final de la vida útil del proyecto.