

**Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.**

**Evaluación de la Estabilidad de los  
Taludes del Botadero de Desmonte**

11 de junio del 2004

Preparado para  
**Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.**  
Asiento Minero Cerro Verde - Uchumayo  
Arequipa

Preparado por  
**Knight Piésold Consultores S.A.**  
Av. San Borja Sur 143, San Borja  
Lima 41

LI201-00060/6

**Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.  
Evaluación de la Estabilidad de los Taludes  
del Botadero de Desmonte**

***Tabla de Contenido***

---

1.0 Introducción .....	1
2.0 Ubicación .....	2
2.1 Descripción del área de interés.....	2
3.0 Alcances del trabajo .....	3
4.0 Evaluación de estabilidad de taludes del proyecto.....	4
4.1 Sismicidad .....	4
4.2 Métodos de análisis .....	5
4.3 Factores de seguridad .....	5
4.4 Deformaciones inducidas por el efecto sísmico.....	6
4.5 Análisis de estabilidad.....	7
4.5.1 Consideraciones de análisis.....	7
4.5.2 Resultados .....	8
4.5.2.1 Depósito de desmonte durante la operación.....	8
4.5.2.2 Fase de abandono .....	9
5.0 Conclusiones y recomendaciones.....	11

## ***Lista de Tablas***

---

<b><i>Tabla</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Tabla 1	Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad para Condiciones Normales
Tabla 2	Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad para Condiciones de Abandono.

## ***Lista de Figuras***

---

<b><i>Figura</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Figura 1	Plano de Ubicación
Figura 2	Depósito de Desmonte Cerro Verde Planta y Sección
Figura 3	Curvas de Makdisi y Seed
Figura 4	Curvas de Granulometria - Material de Botadero Típica
Figura 5	Análisis de Estabilidad Estadístico – Sección Típica Existente
Figura 6	Análisis de Estabilidad Sísmico – Sección Típica Existente
Figura 7	Aceleración del Sitio
Figura 8	Análisis de Estabilidad Estático – Sección Típica Abandono
Figura 9	Análisis de Estabilidad Sísmico – Sección Típica Abandono

## **Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.**

### **Evaluación de la Estabilidad de los Taludes del Botadero de Desmante**

#### ***1.0 Introducción***

---

Knight Piésold Consultores S.A. (Knight Piésold) fue invitado por la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. (SMCV) a realizar la evaluación de la estabilidad de los depósitos de desmante 30 Norte y 30 Sur.

Los botaderos fueron diseñados para almacenar material de desmante procedente de los trabajos de movimientos de tierra del tajo abierto.

La evaluación desarrollada por Knight Piésold tiene por objetivo determinar las condiciones de estabilidad física de los taludes de los depósitos de desmante en sus etapas inicial y final de deposición.

## ***2.0 Ubicación***

---

Las instalaciones que maneja SMCV se ubican a 30 Km. al nor oeste de la ciudad de Arequipa, a una altura promedio de 2700 msnm, en un valle árido con escasa vegetación y de topografía ondulada. La ubicación del proyecto se presenta en la Figura 1.

Los botaderos que son las estructuras de interés de este proyecto, se ubica bordeando el tajo abierto Cerro Verde (Open Pit), en sus flancos Norte y Sur, teniendo por coordenadas 70860 Norte y 21150 Este, y elevación promedio 2670 msnm.

### ***2.1 Descripción del área de interés***

El área de la mina Cerro Verde se caracteriza por tener un clima caluroso y con pocas lluvias.

La temperatura promedio durante el día es de 22° C aproximadamente, y durante la noche desciende hasta 6° C.

### ***3.0 Alcances del trabajo***

---

Para el desarrollo de esta investigación se trazaron los siguientes objetivos:

- Colectar información del diseño del botadero en general.
- Determinar las características geotécnicas del desmonte y evaluar la estabilidad de los taludes cercanos a las estructuras proyectadas en función de la información existente.
- Definir la estratigrafía de los suelos y asignar parámetros geotécnicos al modelo a analizar.
- Efectuar los análisis de estabilidad respectivos
- Plantear soluciones conceptuales a los problemas de inestabilidad que pudiesen presentarse.

## **4.0 Evaluación de estabilidad de taludes del proyecto**

El estudio de estabilidad de los taludes del depósito de desmonte 30 Norte y 30 Sur, de SMCV fue analizada considerando la sección más crítica, desde el punto de vista geotécnico y de la conformación natural del terreno (topografía).

La sección A, que se muestra en la Figura 2, ilustra la disposición en planta de la sección seleccionada.

La evaluación de la estabilidad de los taludes de desmonte se efectuó considerando las condiciones de operación actual y las implícitas en la etapa de abandono o cierre final. Para cada caso se desarrollaron análisis de estabilidad bajo solicitaciones estática y sísmica.

### **4.1 Sismicidad**

La región sur oeste del Perú muestra una gran actividad sísmica relacionada a la interacción entre la placa Continental con la zona de subducción de la placa de Nazca. Esta interacción origina sismos superficiales en la línea de costa; sismos intermedios y profundos conforme se introduce en el continente; y sismos superficiales en la zona paralela a la cadena volcánica y al este de la línea de costa. En consecuencia, la ciudad de Arequipa se encuentra constantemente sometida a la acción de eventos sísmicos con altas intensidades, que generalmente ocasionan fuertes daños.

La predicción máxima para un movimiento telúrico en el área está en el orden de 8.8 a 9.0 M. Las predicciones de un movimiento telúrico para el área del proyecto son también las mismas que las predicciones para el área de Lima.

La información disponible procedente de estudios anteriores de Knight Piésold y SMCV, fue revisada y con ella se pudo determinar lo siguiente:

<b>Condición</b>	<b>Tiempo de Retorno (años)</b>	<b>Aceleración sísmica <math>a_g</math></b>	<b>Intensidad (Mercalli Modificado)</b>	<b>Fuente</b>
Diseño del Botadero (Condición inicial de operación normal)	150	0.30	7.75	Knight Piésold
Abandono	500	0.41 (extrapolación)	8.25 (extrapolación)	SMCV

De acuerdo a lo señalado anteriormente, la aceleración basal ha sido considerada en 0.3g y 0.41g, para las condiciones de operación y de abandono respectivamente.

Considerando una amplificación sísmica de la aceleración sísmica, de 2 a 3 veces, para la condición de operación, se obtiene una aceleración amplificada de 0.60 a 0.9g. El coeficiente sísmico horizontal adoptado para efectuar los análisis de estabilidad es de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{3}$  de la aceleración amplificada, esto es una aceleración de 0.2 a 0.30g, debido al lapso de tiempo limitado en que las cargas se aplican sobre la estructura.

Por lo tanto, la aceleración adoptada en los análisis de estabilidad, para el caso pseudo estático, en condición de operación será de 0.30g.

Aplicando el mismo criterio, para la condición de abandono, la aceleración a emplearse en los análisis pseudo estáticos, bajo la condición de abandono, será de 0.41g.

#### **4.2 Métodos de análisis**

La estabilidad de los taludes ha sido analizada empleando el programa SlopeW, versión 5.14, de Geoslope, el cual emplea el método de equilibrio límite, propuesto por Morgenstern y Price, para determinar factores de seguridad. Los análisis se efectuaron para las condiciones estática y pseudo-estática (sísmica). Estos métodos de análisis emplean superficies potenciales de falla circulares, sobre un rango propicio de búsqueda, en el talud de la sección analizada, determinándose para cada caso, los factores de seguridad correspondientes. El resultado del análisis muestra el menor factor de seguridad del conjunto de superficies analizadas, y la superficie crítica de falla para la cual se obtiene dicho valor.

#### **4.3 Factores de seguridad**

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



### Factores de Seguridad Mínimos Aceptables Empleando los Método de Equilibrio Límite

Condición	Estándar	Criterio de Seguridad
1. Condiciones Estático	Factores de Seguridad de Método de Equilibrio Límite	FOS = 1.3 - Condición de Operación FOS = 1.5 – Condición de Abandono
2. Sísmico sobre Condiciones Pseudo-Estáticos	Pérdidas de Estabilidad	1.0

Nota: FOS= Factor de Seguridad (Factor Of Safety)

Hay que señalar que los valores que se obtienen de los cálculos de estabilidad sísmica empleando 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, es transiente por naturaleza y el lapso de tiempo en que se produce es muy corto.

#### **4.4 Deformaciones inducidas por el efecto sísmico**

Cuando se realizan análisis de estabilidad bajo condiciones sísmicas, se considera que un factor de seguridad levemente superior a 1.0 es aceptable para la condición de abandono. Sin embargo, factores de seguridad menores no representan, necesariamente, el colapso de la estructura, sino que llevan asociadas deformaciones permanentes, las cuales deben ser verificadas desde el punto de vista de tolerancia de las obras.

Es importante señalar que los análisis pseudo-estáticos frecuentemente tienden a ser conservadores, porque la fuerza sísmica horizontal aplicada a la superficie de falla se considera como permanente y actuando en una sola dirección, cuando en realidad la carga dinámica debida a un sismo es transiente por naturaleza y sólo actúa por un corto período de tiempo.

Por consiguiente, en este estudio se estimarán las deformaciones inducidas por efecto sísmico para cada una de las superficies potenciales de deslizamiento consideradas, cuando el factor de seguridad sea inferior a la unidad. El análisis será efectuado usando un método gráfico desarrollado por Makdisi y Seed (1978), el cual se basa en los resultados de una serie de estudios de elementos finitos y el concepto de bloques deslizantes originalmente propuesto

por Newmark (1965) para el cálculo de deformaciones permanentes. Del análisis de estos resultados Makdisi y Seed desarrollaron una serie de curvas para sismos de distintas magnitudes, las cuales relacionan la razón entre la aceleración de fluencia y la aceleración máxima promedio de las masas deslizantes en un rango de desplazamientos permanentes esperados para los taludes. Las curvas de Makdisi y Seed se muestran en la Figura 3.

## **4.5 Análisis de estabilidad**

### **4.5.1 Consideraciones de análisis**

A continuación se indican las consideraciones incorporadas en los análisis efectuados.

#### ***Nivel freático***

Las condiciones de estabilidad del talud natural de la ladera se analizaron considerando un nivel freático nulo, de acuerdo con las observaciones de campo, con las condiciones de lluvias en el área y con la permeabilidad del desmonte, que típicamente no puede soportar cargas hidráulicas altas.

#### ***Geometría***

Para efectos de análisis se modeló el talud más representativo en la zona, según lo que se muestra en la sección A, cuya ubicación en planta se encuentra en la Figura 2. El talud del terraplén del botadero presenta una inclinación promedio de 37°, bajo las condiciones de operación y de abandono, de conformidad con los diseños existentes.

#### ***Materiales***

Los parámetros seleccionados para los materiales del botadero y de la fundación usados para este análisis de estabilidad se han basado en los datos disponibles proporcionados por SMCV, observaciones "in-situ" y experiencia con materiales similares. De acuerdo con su granulometría, el material del botadero se considera bien gradado, muy grueso y con bloques mayores de 25 pulgadas. La permeabilidad típica correspondiente para este tipo de material es muy alto, mayor que  $1.0 \times 10^{-2}$  m/s. La Figura 4 presenta un resumen de los resultados de la prueba de distribución granulométrica realizados por SMCV.

El ángulo de fricción para el material del botadero se estima de la observación del ángulo de reposo promedio para el botadero existente, el cual es de 37 grados.

Dentro del área del botadero existente y de la zona propuesta para el futuro botadero, hay muy poca cobertura superficial, donde la exposición del basamento rocoso es significativo. Para los fines de este análisis de estabilidad, se ha asignado un ángulo de fricción de 45 grados para la roca de fundación.

El modelamiento para el análisis de estabilidad fue realizado con los parámetros que se presentan a continuación:

### **Propiedades Geotécnicas**

	<b>Material</b>	<b>Peso Unit Seco (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Unit Sat (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cohesión c (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Angulo de Fricción ϕ (°)</b>
1	Material de Desmonte	18.00	19.0	0.0	37
2	Roca meteorizada	24.20	25.0	0.0	45

Los parámetros geotécnicos que se muestran proceden de valores estándares, empleados en proyectos con condiciones similares a las de Cerro Verde.

#### **4.5.2 Resultados**

##### **4.5.2.1 Depósito de desmonte durante la operación**

Los análisis de estabilidad de taludes se efectuaron empleando parámetros de resistencias efectivas para los estratos de suelos del modelo geotécnico. Se efectuaron los cálculos considerando condiciones estática y pseudo estática.

#### **Resultados estáticos**

Los resultados de los análisis en condición estática para el depósito de desmonte en operación normal se resumen en la Tabla 1. La sección representativa del botadero existente se presenta en la Figura 5.

Se entiende que la condición mínima de estabilidad aceptable se determina con factores de seguridad de 1.3 para superficies de falla profunda y de 1.2 en condiciones de falla media, en concordancia con los estándares internacionales.

Los análisis efectuados arrojan, en general, factores de seguridad aceptables, si se evalúan superficies de falla profundas, mientras que para el caso de fallas medias, los factores de seguridad que se obtienen caen fuera de la norma típica.

### ***Resultados sísmicos***

Los resultados de análisis bajo solicitaciones sísmicas, en condiciones de operación normales, se resumen en la Tabla 1. La sección representativa del botadero existente se presenta en Figura 6.

Los criterios de estabilidad internacionales recomiendan que los factores de estabilidad obtenidos mediante análisis pseudo-estáticos, en depósitos en operación, deberán reportar valores superiores a 1.0.

Los análisis de estabilidad pseudo-estáticos se efectuaron considerando un sismo de intensidad 7.75 en la escala de Mercalli Modificado, con una aceleración de 0.3g, para un período de recurrencia de 150 años.

De acuerdo con los valores obtenidos la disposición predispuesta en los diseños originales brindan factores de estabilidad ligeramente bajos, cuando se consideran superficies de falla media y profunda

Al evaluar las deformaciones inducidas por el efecto sísmico, se puede observar que varían entre 6 y 40 cm, cuando se analiza el caso de una falla profunda. Esto puede aceptarse, si se considera que el depósito se encontrará en operación, que va a tener un mantenimiento continuo, y que será monitoreado por el personal de SMCV.

#### ***4.5.2.2 Fase de abandono***

La condición de Abandono considera la deposición máxima propuesta, del Depósito de Desmonte 30 Norte y 30 Sur, conforme con la información previa suministrada por SMCV.

Los análisis de estabilidad se efectuaron en condición estática y pseudo-estática. En esta última condición, se consideró la aceleración máxima de 500 años de tiempo de retorno de acuerdo con la reglamentación expuesta por el Ministerio de Energía y Minas, según la Resolución Directoral No 19-97-EM/GDAA. Esta aceleración es de 0.41g según la extrapolación efectuada al gráfico de aceleraciones desarrollados por Call & Nicholas, Inc

(Figura 7), en un estudio de riesgo sísmico efectuado para el área del estudio. Para el cálculo de deformaciones se consideró que la intensidad sísmica era de 8.25 en la escala Modificada de Mercalli.

### ***Resultados estáticos***

Los resultados de los análisis estáticos sobre condiciones de abandono se resumen en la Tabla 2. La sección representativa del botadero en abandono se presenta en la Figura 8.

En condiciones de abandono, la condición mínima de estabilidad aceptable se determina con factores de seguridad de 1.5 para superficies de falla profunda, en concordancia con los estándares internacionales.

De acuerdo con los valores obtenidos la disposición predispuesta en los taludes del botadero brindan factores de estabilidad aceptables, cuando se analizan fallas profundas. Tanto para los casos de fallas superficiales y media, los factores de seguridad en condición estática, son mayores de 1.5.

### ***Resultados sísmicos***

Los resultados de análisis sísmico sobre condiciones de abandono se resumen en la Tabla 2. La sección representativa del botadero en abandono se presenta en la Figura 9.

Bajo la condición sísmica, todos los casos experimentan factores de seguridad por lo medio cerca de unidad, con deformaciones inducidas menos de 10 cm.

Como se trata de la fase de abandono del depósito, en la que no existirá ningún tipo de mantenimiento ni monitoreo por parte del personal de SMCV, es necesario que los taludes del depósito guarden un nivel de seguridad superior.

## ***5.0 Conclusiones y recomendaciones***

---

Los resultados de los análisis de estabilidad estáticos, bajo condiciones normales y de abandono, indican el talud del desmante mantienen un factor de seguridad aceptable en lo que respecta a los estándares internacionales. Sin embargo, es común que los botaderos exhiban fallas superficiales esporádicas y agrietamientos producidos por asentamientos iniciales durante la operación. Si durante la operación se presentaran agrietamientos y fallas superficiales con mucha frecuencia, se recomienda tender taludes con pendientes comprendidas entre 28° y 33°, medidos con respecto a la horizontal.

Los análisis de estabilidad bajo solicitaciones sísmicas y simulando condiciones de operación normales, determinan deformaciones en el terraplén de desmante inferiores al 1% de su altura. Si consideramos que el botadero se encontrará en operación, bajo el monitoreo y mantenimiento constante por parte del personal de SMCV, y que no existen centros poblados ni caminos cercanos al área del proyecto, los riesgos no representan peligros de importancia.

Cerro Verde se encuentra situado sobre una zona de alta sismicidad. Los análisis de estabilidad desarrollados para las condiciones de abandono, emplean una aceleración basal de 0.41g, cuyo periodo de retorno es de 500 años. Bajo estas condiciones, las deformaciones probables calculadas son superiores a 1.0 m, según la configuración final propuesta para el botadero.

Como los requerimientos de mantenimiento y monitoreo para la etapa de abandono son nulas, es necesario reducir la posibilidad de deformaciones grandes en el terraplén del depósito. Por esta razón se recomienda que la berma externa del botadero mantenga un talud promedio de 3H:1V, a 160 m de altura promedio conforme a lo mostrado en la Figura 2.

## Tablas

**TABLA 1**

**SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.**

**REVISION DE ESTABILIDAD DEL BOTADERO DE DESMONTE**

**RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES NORMALES**

Caso	Descripción	Tipo de Falla	Factor de Seguridad		Deformación (cm)	
			Estático	Pseudo Estático (ag=0.3 g)	min	max
1	Deposición Inicial  1,1 Talud del Botadero Existente	Superficial	1,05	0,59	80	400
		Media	1,12	0,66	30	180
		Profunda	1,29	0,76	6	40
2	Deposición Final: Corrección de taludes 2,1 Empleando un talud uniforme de 2.1H:1V, sin banquetas	Superficial	1,64	0,87	0,5	3
		Media	1,71	0,93	0,1	0,7
		Profunda	1,85	1,02	---	---
	2,2 Empleando un talud uniforme de 2.35H:1V, sin banquetas	Superficial	1,81	0,93	0,09	0,8
		Media	1,90	1,00	---	---
		Profunda	2,13	1,15	---	---
	2,3 Empleando 3 banquetas intermedias de 40m de altura y 30m de ancho, con taludes de 1.7:1	Superficial	1,41	0,90	0,3	1,8
		Media	1,97	1,05	---	---
		Profunda	2,05	1,05	---	---



TABLA 2

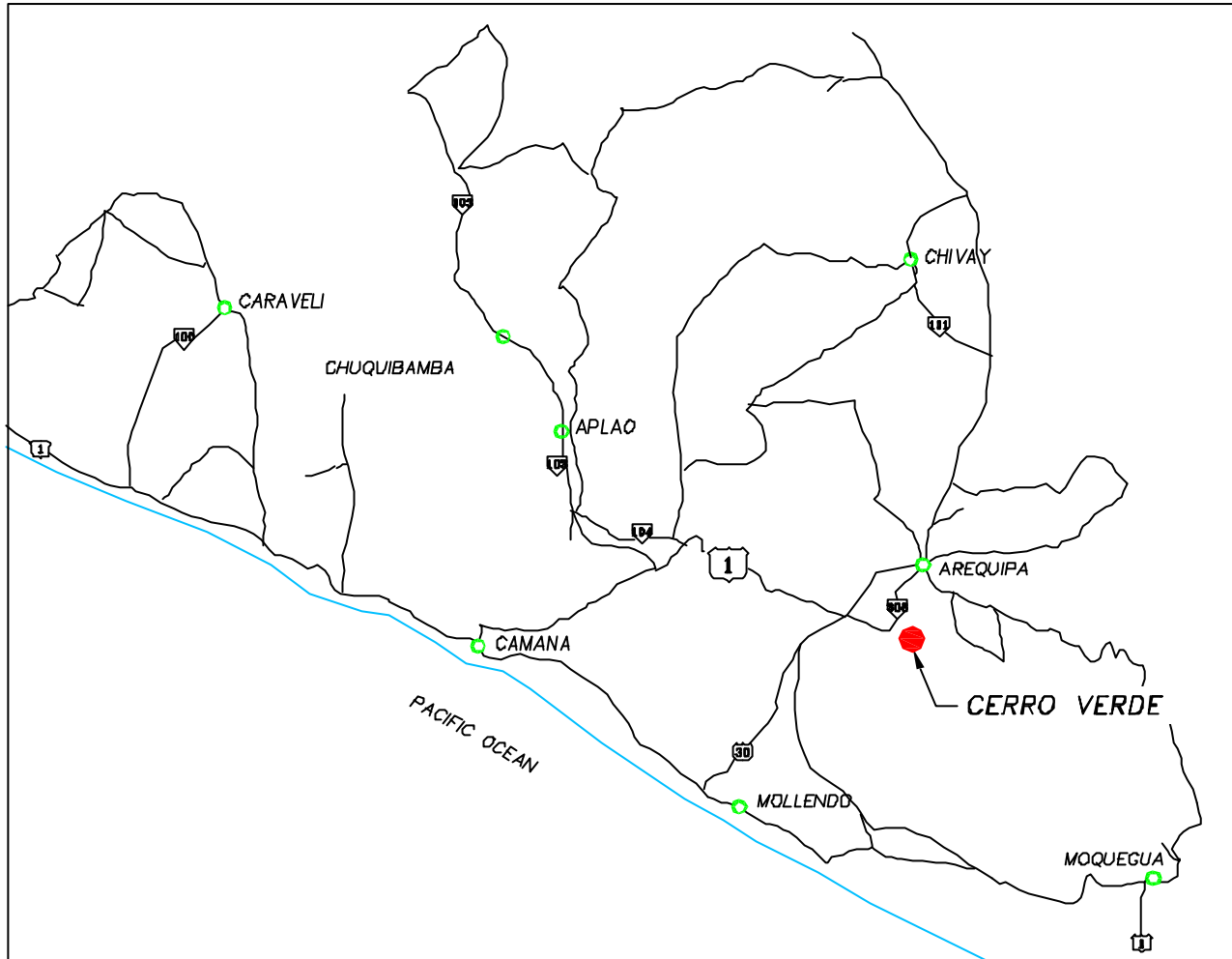
SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.

REVISION DE ESTABILIDAD DEL BOTADERO DE DESMONTE

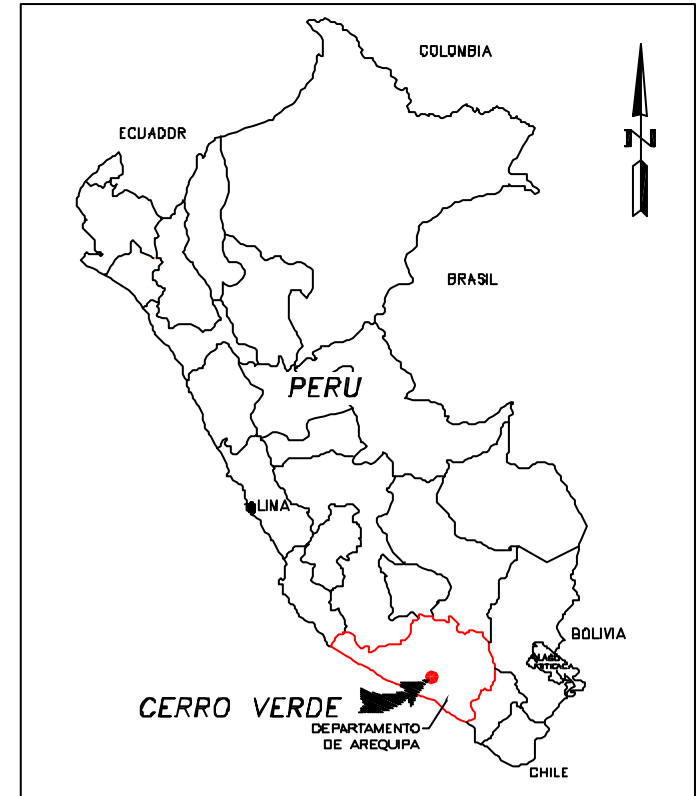
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES DE ABANDONO

Caso	Descripción	Tipo de Falla	Factor de Seguridad		Deformación (cm)	
			Estático	Pseudo Estático (0.41g)	min	max
1	Deposición Final de SMCV	Superficial	1,18	0,59	200	400
		Media	1,36	0,71	50	140
		Profunda	1,60	0,86	6	20
2	Corrección de taludes 2.1 Empleando un talud uniforme de 2.1H:1V, sin banquetas (Diseño conceptual - Ver figura 2)	Superficial	1,73	0,79	6	30
		Media	1,84	0,84	6	20
		Profunda	2,13	0,95	3	8
	2.2 Empleando un talud uniforme de 1.85H:1V, sin banquetas	Superficial	1,47	0,67	55	140
		Media	1,58	0,75	20	60
		Profunda	1,88	0,83	2,5	8
	2.3 Empleando 3 banquetas intermedias de 40m de altura y 30m de ancho, con taludes de 1.85:1	Superficial	1,18	0,53	300	700
		Media	1,70	0,77	35	130
		Profunda	1,81	0,83	4,5	15
	2.4 Configuración Abandonado con taludes de 3:1	Superficial	1,98	na	na	an
		Media	na	na	na	na
		Profunda	2,88	1,00	>10	>10

## Figuras



**MAPA DE LOCALIZACION**



**UBICACION**

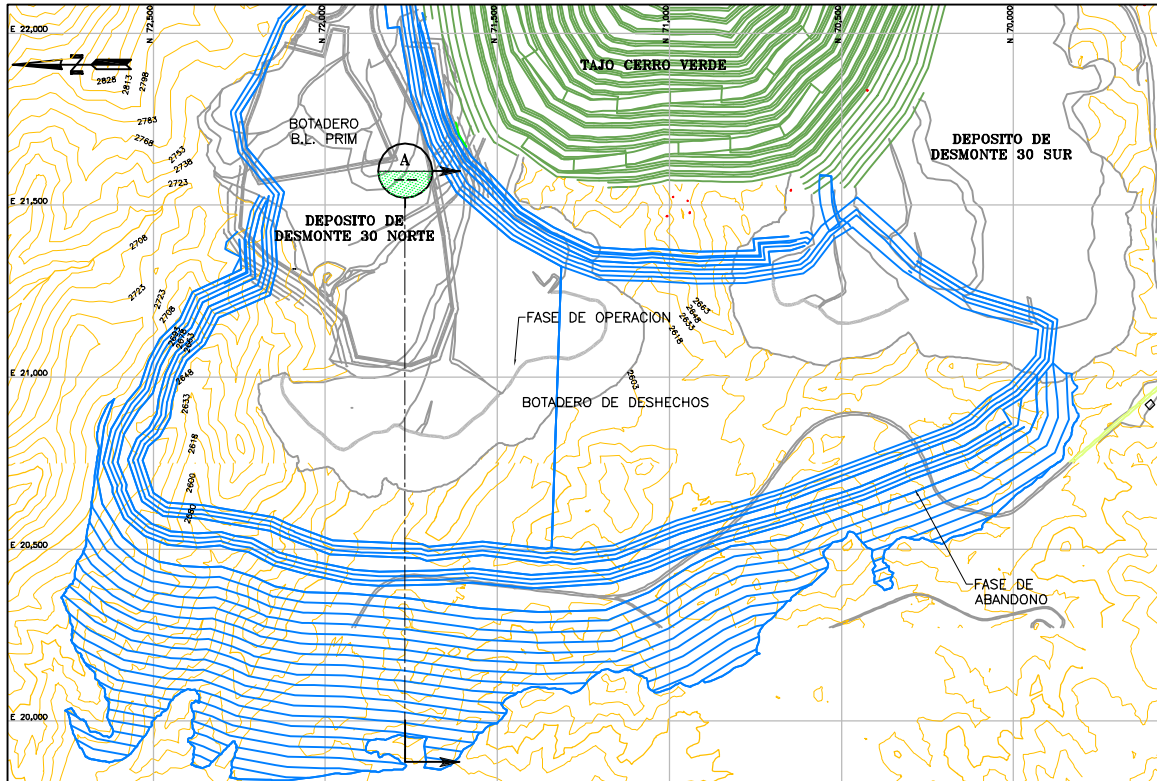
CLIENTE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE

PROYECTO ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES  
DEPOSITO DE DESMONTE 30 NORTE Y 30 SUR

TITULO  
**PLANO DE UBICACION**

***Knight Piésold***  
CONSULTING

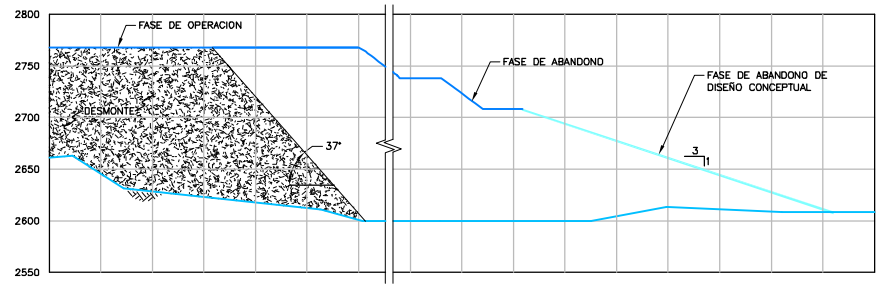
DISEÑADO POR	MS	REVISADO POR	No.	FIGURA <b>1</b>	REV.
DIBUJADO POR	CPT	APROBACION CLIENTE			



**PLANTA**  
 150 0 150 300 METROS  
 ESCALA = 1:7500

- LEYENDA:**
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE Y ELEVACIONES
  - CURVAS DE NIVEL DEL DEPOSITO DE DESMONTE EXISTENTE
  - TAJO ABIERTO CERRO VERDE
  - CURVAS DE NIVEL DE LA DISPOSICION FINAL DEL DEPOSITO DE DESMONTE
- SECCION TRANSVERSAL TIPICA DEL BOTADERO DE DESMONTE EMPLEADO EN LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

- NOTAS:**
1. LAS CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE HAN SIDO PROPORCIONADAS POR SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.
  2. LA CONFIGURACION TIPICA DEL DEPOSITO DE DESMONTE PARA LAS CONDICIONES DE OPERACION NORMAL Y DE ABANDONO FUERON PROPORCIONADAS POR SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.



**SECCION A**  
 100 0 100 200 METROS 50 0 50 100 METROS  
 ESCALA = 1:5000 ESCALA = 1:2500  
 EXAGERACION VERTICAL = 2X

CLIENTE	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
PROYECTO	ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES DEPOSITO DE DESMONTE 30 NORTE Y 30 SUR		
TITULO	DEPOSITO DE DESMONTE CERRO VERDE PLANTA Y SECCION		

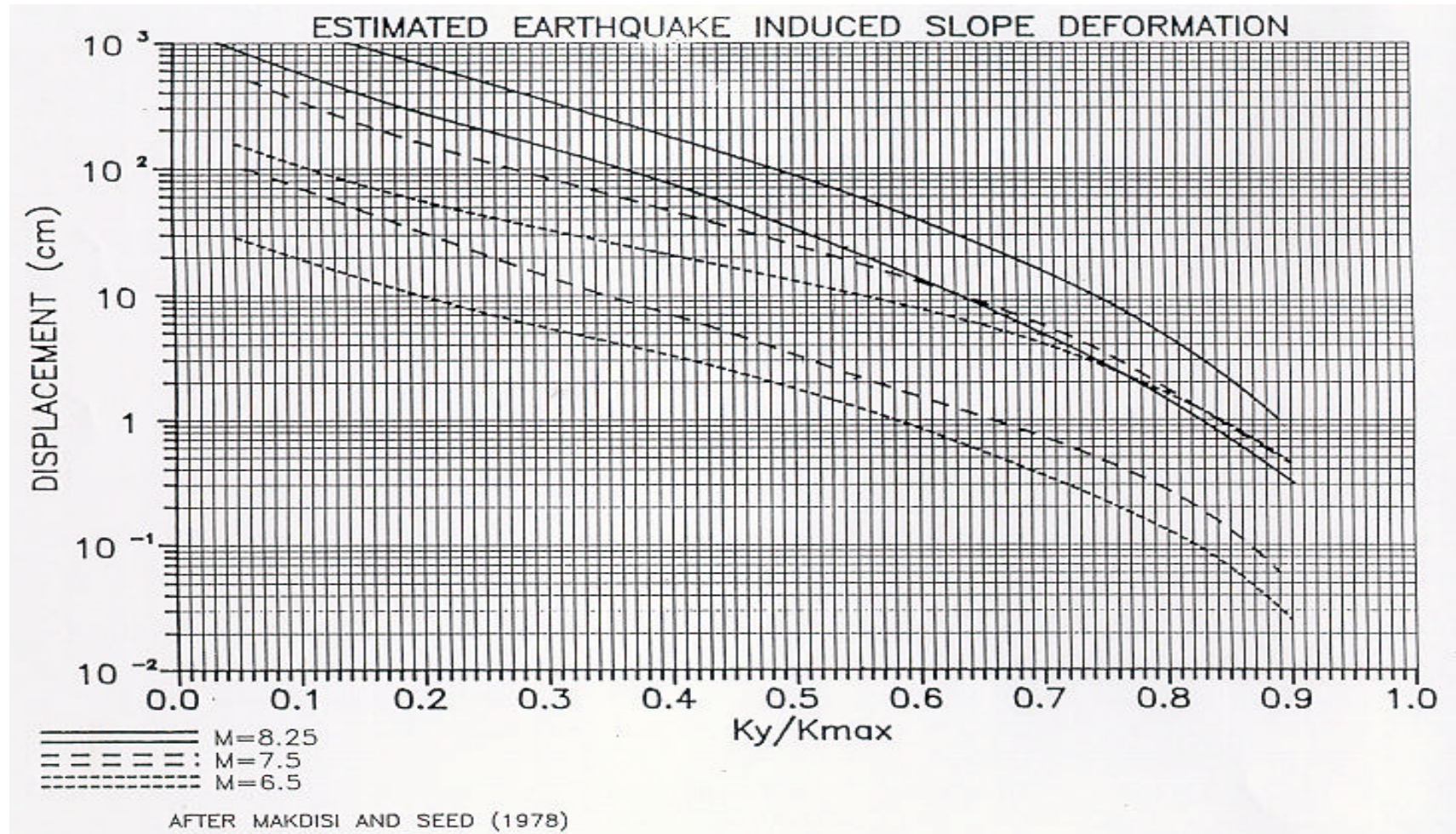


DISEÑADO POR	MSI	REVISADO POR		Nº.		REV.	
DIBUJADO POR	FM	APROBACION CLIENTE					FIGURE 2

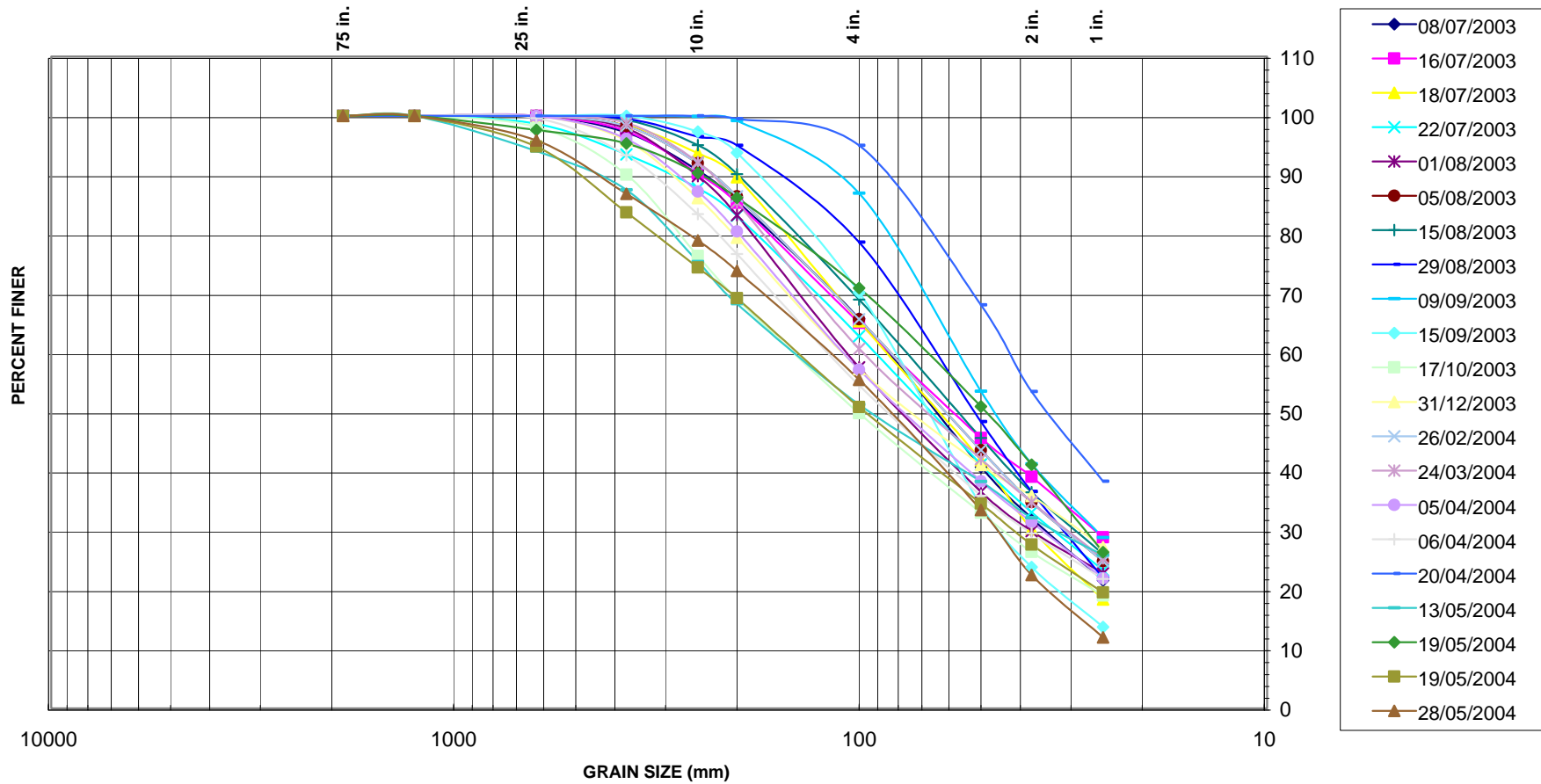
FIGURA 3

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.

CURVAS DE MAKDISI Y SEED



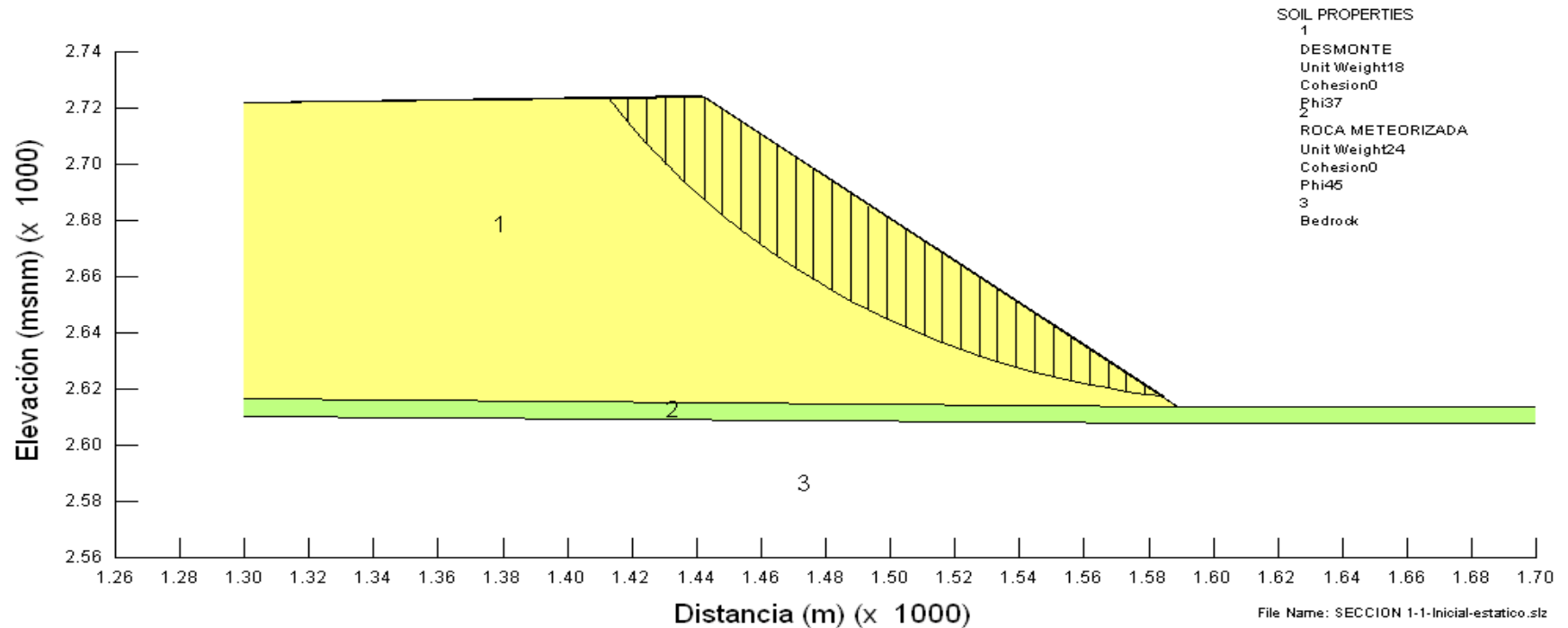
### Particle Size Distribution Report



SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE			
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE DEPOSITO DE DESMONTE			
<b>Curvas de Granulometrías Material de Botadero Típica</b>			
<i><b>Knight Piésold</b></i> CONSULTING	P/A NO. LI201-00060/6	REF.	REV.
	<b>FIGURA 4</b>		

REV.	Jun. 11, 2004	ISSUED WITH FINAL REPORT
------	---------------	--------------------------

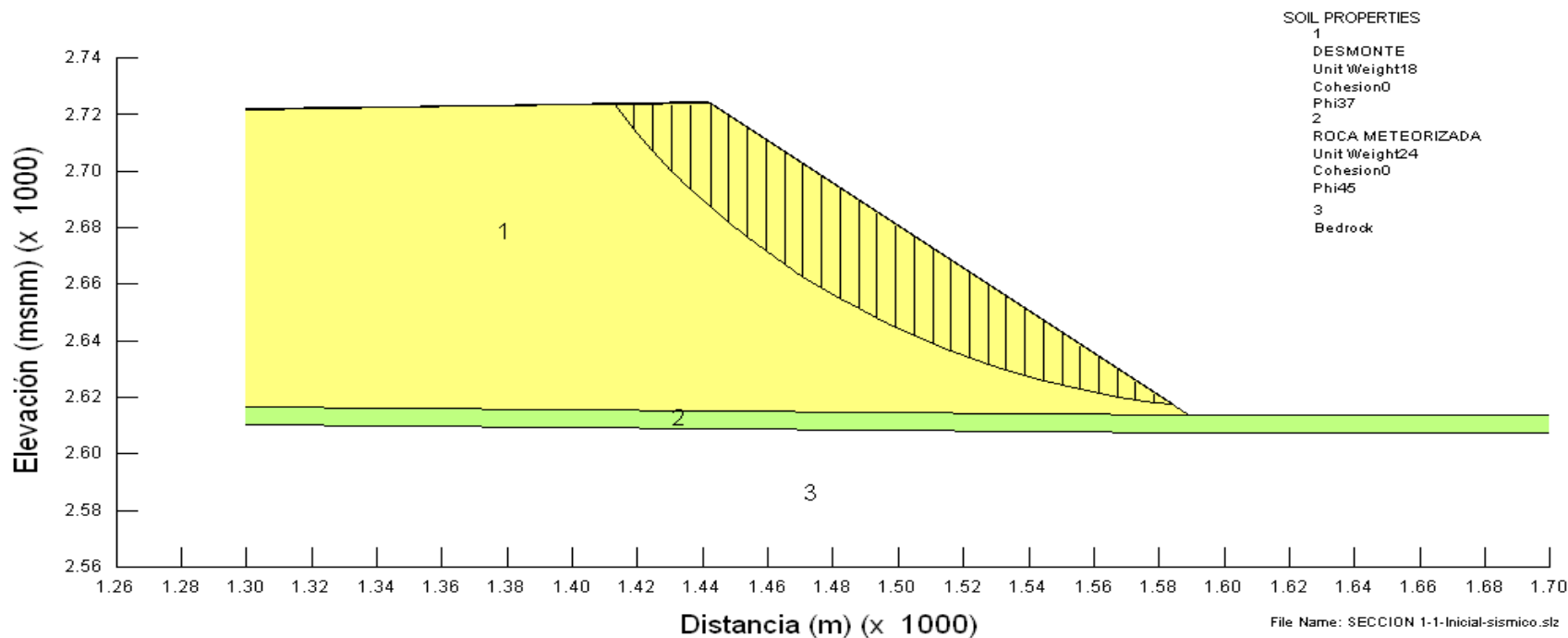
**SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.**  
**ANALISIS DE ESTABILIDAD - BOTADERO DE DESMONTE**  
 Analysis Method: Morgenstern-Price  
 CONDICION ACTUAL DE DEPOSICION  
 ANALISIS ESTATICO (ag = 0.0)  
 Factor of Safety: 1.278 (769)  
 SUPERFICIE DE FALLA: PROFUNDA



SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE DEPOSITO DE DESMONTE		
<b>Análisis de Estabilidad Estadístico</b> <b>Sección Típica Existente</b>		
	P/A NO. LI201-00060/6	REF.
	<b>FIGURA 5</b>	

REV.	Oct. 13, 2003	ISSUED WITH FINAL REPORT
------	---------------	--------------------------

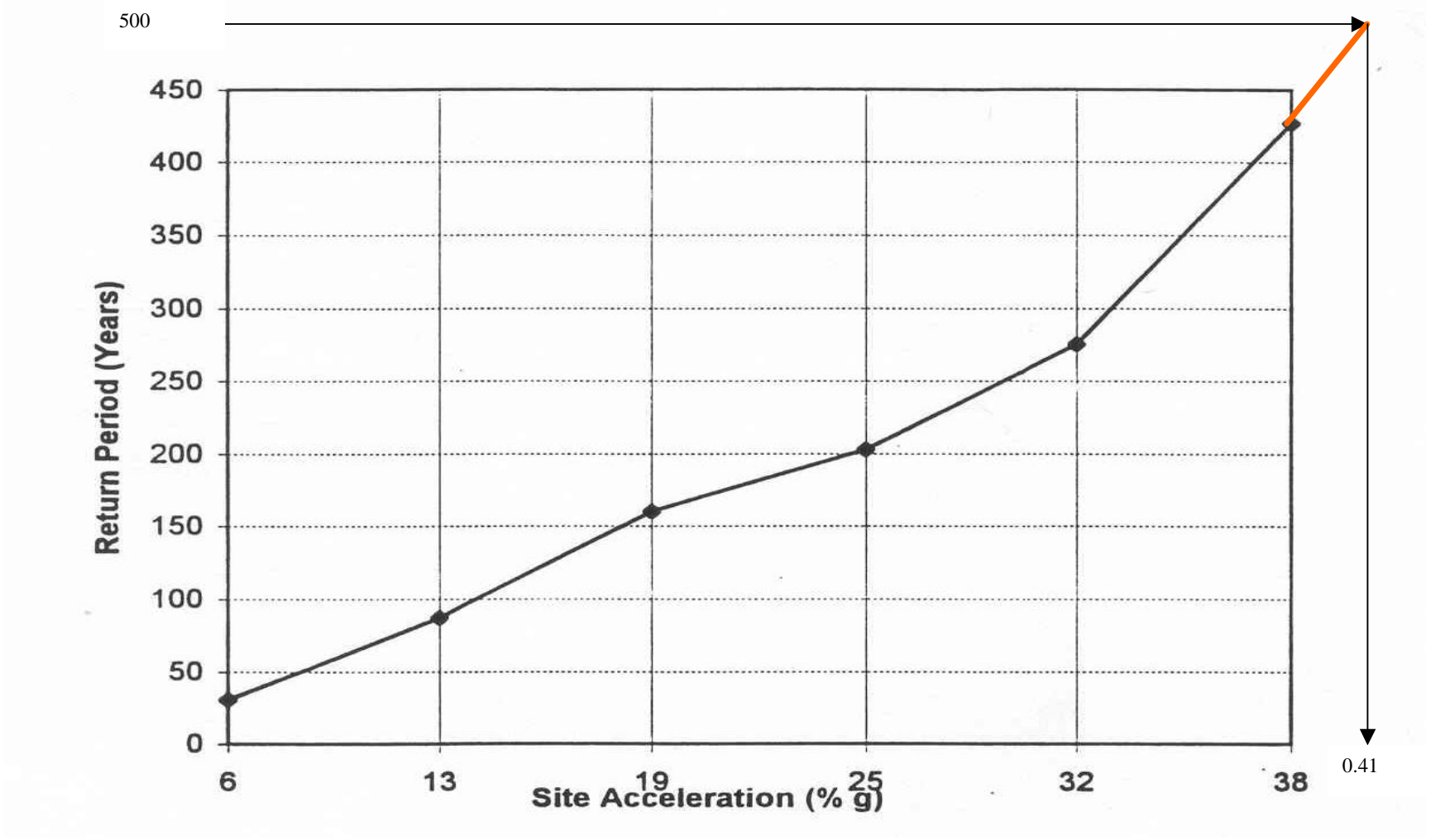
**SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.**  
**ANALISIS DE ESTABILIDAD - BOTADERO DE DESMONTE**  
 Analysis Method: Morgenstern-Price  
 CONDICION ACTUAL DE DEPOSICION  
 ANALISIS SISMICO (ag = 0.3)  
 Factor of Safety: 0.761 (796)  
 TIPO DE FALLA: MEDIA



SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE			
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE DEPOSITO DE DESMONTE			
<b>Análisis de Estabilidad Sísmico</b> <b>Sección Típica Existente</b>			
		P/A NO. LI201-00060/6	REF. REV.
<b>FIGURA 6</b>			

REV.	Oct. 13, 2003	ISSUED WITH FINAL REPORT
------	---------------	--------------------------

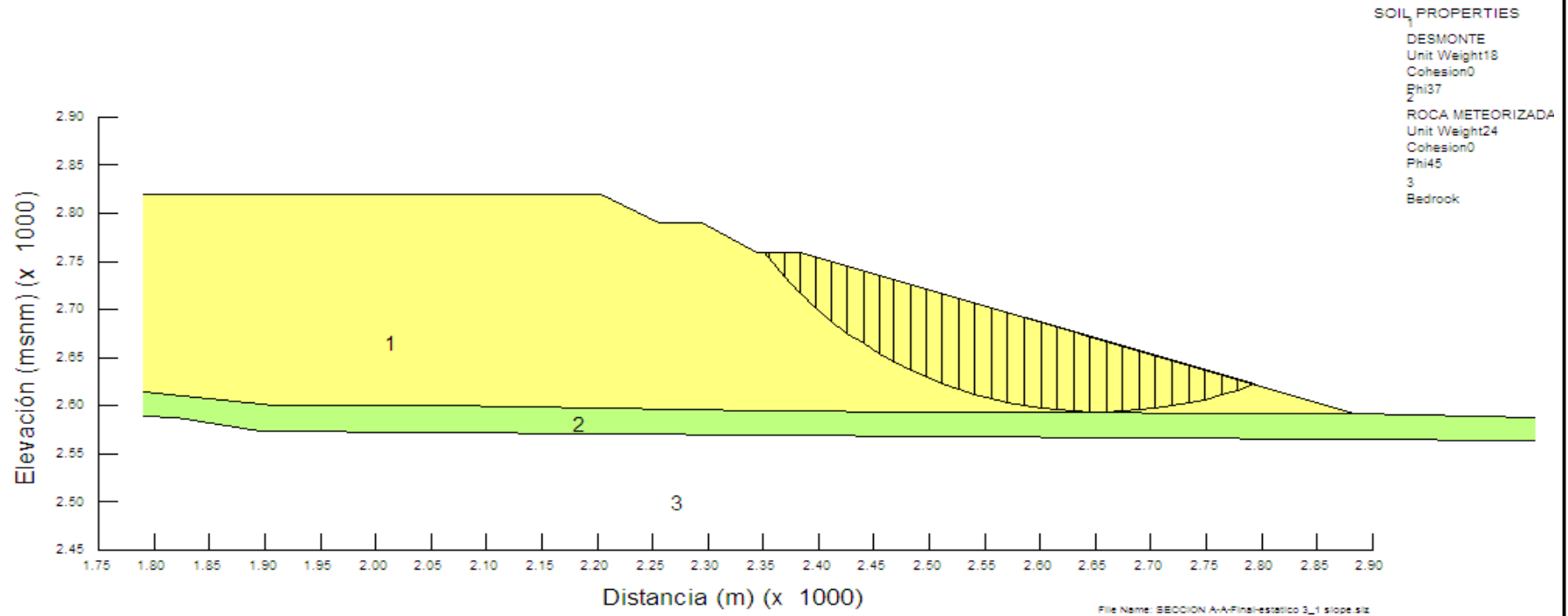




SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE			
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE DEPOSITO DE DESMONTE			
Aceleración del Sitio			
<b><i>Knight Piésold</i></b> CONSULTING	P/A NO. LI201-00060/6	REF.	REV.
	<b>FIGURA 7</b>		

REV.	Jun. 11, 2004	ISSUED WITH FINAL REPORT
------	---------------	--------------------------

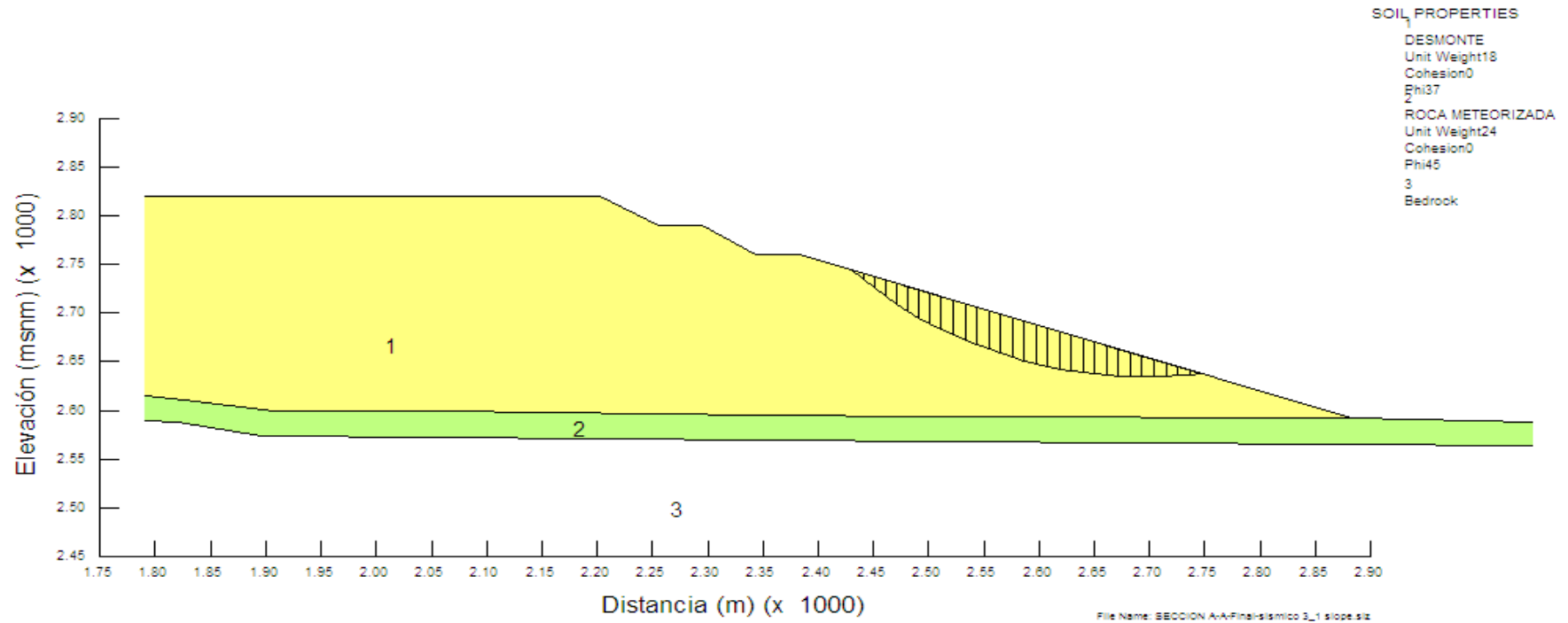
SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.  
 ANALISIS DE ESTABILIDAD - BOTADERO DE DESMONTE  
 Analysis Method: Morgenstern-Price  
 CONDICION: DEPOSICION FINAL  
 ANALISIS ESTATICO (ag=0.0)  
 FOS = 2.88 (6402)



SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE			
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE DEPOSITO DE DESMONTE			
<b>Análisis de Estabilidad Sísmico</b> <b>Sección Típica Abandono</b>			
<b><i>Knight Piésold</i></b> CONSULTING	P/A NO. LI201-00060/6	REF.	REV.
	<b>FIGURA 8</b>		

REV.	Jun. 11, 2003	ISSUED WITH FINAL REPORT
------	---------------	--------------------------

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.  
 ANALISIS DE ESTABILIDAD - BOTADERO DE DESMONTE  
 Analysis Method: Morgenstern-Price  
 CONDICION: DEPOSICION FINAL  
 ANALISIS SISMICO (ag=0.41)  
 FOS = 1.00 (8176)



File Name: SECCION A-A\Final-sismico 3\_1 slope.siz

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE			
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE DEPOSITO DE DESMONTE			
<b>Análisis de Estabilidad Estático</b> <b>Sección Típica Abandono</b>			
<b><i>Knight Piésold</i></b> CONSULTING	P/A NO.	REF.	REV.
	L1201-00060/6		
<b>FIGURA 9</b>			

REV.	Jun. 11, 2003	ISSUED WITH FINAL REPORT
------	---------------	--------------------------