



**Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM**

**Declaración de Impacto Ambiental  
Proyecto Explotación  
Depósitos Huinquentipa Este Fases II y III**

**Diciembre de 2006**

## TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1:	ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO.....	1
1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Identificación del proyecto.....	2
1.3.	Antecedentes del titular.....	2
1.4.	Objetivo del proyecto.....	3
1.5.	Monto estimado de la inversión.....	3
CAPÍTULO 2:	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
2.1.	Localización.....	4
2.2.	SuperficieS.....	4
2.3.	Descripción general.....	5
2.4.	Vida útil y cronograma de actividades del proyecto.....	5
2.5.	Descripción de la etapa de preparación del proyecto.....	5
2.5.1.	Partes, acciones y obras físicas.....	5
a)	Habilitación de los caminos de acceso y de servicio.....	6
b)	Remoción de la sobrecarga de los rajos (estéril) y desarrollo del botadero.....	6
c)	Instalaciones auxiliares.....	6
2.5.2.	Mano de obra.....	7
2.5.3.	Suministro de agua industrial y potable.....	7
2.5.4.	Suministro de energía eléctrica y combustible.....	7
2.5.5.	Manejo de residuos, emisiones y efluentes.....	8
a)	Residuos.....	8
b)	Emisiones.....	8
c)	Efluentes.....	8
2.6.	Descripción de la etapa de operación del proyecto.....	8
2.6.1.	Partes, acciones y obras físicas.....	8
a)	Extracción del mineral desde los rajos y transporte hacia la planta de procesamiento.....	9
b)	Bombeo de agua desde los rajos.....	10
c)	Depositación de material estéril en botadero.....	11
d)	Mantenimiento de los equipos mina.....	12
e)	Transporte de personal e insumos.....	12
2.6.2.	Mano de obra.....	13
2.6.3.	Suministro de agua industrial y potable.....	13
2.6.4.	Suministro de energía eléctrica y combustible.....	14
2.6.5.	Manejo de residuos, emisiones y efluentes.....	14
a)	Residuos.....	14
b)	Emisiones.....	14
c)	Efluentes.....	15
2.7.	Término de actividades.....	15
CAPÍTULO 3:	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO.....	17
3.1.	Geomorfología y geología.....	17

3.1.1.	Geomorfología.....	17
a)	Relleno aluvial de cauces recientes.....	17
b)	Zonas de vegas.....	18
3.1.2.	Geología.....	18
a)	Discontinuidades mayores.....	18
b)	Eventos volcánicos.....	18
c)	Eventos sísmicos.....	19
3.2.	Mineralogía.....	19
3.3.	Hidrología.....	19
3.4.	Suelos.....	20
3.4.1.	Uso minero.....	21
3.4.2.	Características físicas.....	21
3.4.3.	Características químicas.....	21
3.5.	Flora.....	21
3.6.	Fauna.....	21
<b>CAPÍTULO 4:</b>	<b>ANTECEDENTES PARA ACREDITAR EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL.....</b>	<b>22</b>
4.1.	Normativa Ambiental General.....	22
4.2.	Normativa Ambiental Específica.....	22
4.2.1.	Calidad del Aire.....	22
4.2.2.	Calidad de las Aguas.....	23
4.2.3.	Residuos Sólidos.....	23
4.2.4.	Residuos Mineros Masivos.....	24
4.2.5.	Ruido.....	24
4.2.6.	Componentes y Aspectos Ambientales en General.....	25
<b>CAPÍTULO 5:</b>	<b>PERTINENCIA DE UNA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>26</b>
5.1.	Artículo 5.....	26
5.2.	Artículo 6.....	29
5.3.	Artículo 8.....	33
5.4.	Artículo 9.....	34
5.5.	Artículo 10.....	34
5.6.	Artículo 11.....	35
5.7.	Conclusión.....	36
<b>CAPÍTULO 6:</b>	<b>PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES.....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 7:</b>	<b>COMPROMISOS AMBIENTALES VOLUNTARIOS.....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO 8:</b>	<b>FIRMA DE LA DECLARACIÓN.....</b>	<b>40</b>

## **TABLAS**

Tabla N°1:	Coordenadas de vértices del polígono de ubicación del Proyecto
Tabla N°2:	Superficie que abarca el Proyecto
Tabla N°3:	Mano de obra requerida en la etapa de preparación del Proyecto
Tabla N°4:	Cronograma general de actividades
Tabla N°5:	Principales características del diseño de explotación minera
Tabla N°6:	Resumen de antecedentes de nivel freático en el área

- Tabla N°7: Principales características del botadero de material estéril  
Tabla N°8: Equipos mineros a utilizar  
Tabla N°9: Mano de obra requerida en la etapa de operación del Proyecto  
Tabla N°10: Permisos ambientales sectoriales

### **FIGURAS**

- Figura N°1: Ubicación regional del Proyecto  
Figura N°2: Ubicación específica del Proyecto dentro del Área Industrial del Rajo Rosario  
Figura N°3: Ubicación general de pozos de exploración utilizados para análisis hidrogeológico  
Figura N°4: Ubicación de pozos de exploración utilizados para análisis hidrogeológico en el rajo Huiniquintipa Este Fase II  
Figura N°5: Ubicación de pozos de exploración utilizados para análisis hidrogeológico en el rajo Huiniquintipa Este Fase III  
Figura N°6: Layout botadero y rajos Huiniquintipa Este Fases II y III

### **ANEXOS**

- Anexo A: Antecedentes técnicos para el permiso de botadero de estéril.



---

## CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERAL ES DEL PROYECTO

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM (Collahuasi) opera comercialmente desde 1999 su faena minera ubicada en el altiplano chileno de la I Región de Tarapacá a unos 200 km al sureste de la ciudad de Iquique. La faena procesa dos tipos de minerales de cobre: sulfuros y óxidos. Los sulfuros son procesados en una planta concentradora mediante flotación convencional, para producir concentrados de cobre que son enviados como pulpa a través de un mineroducto hasta la planta de filtración y terminal mecanizado de embarque, ubicados en Punta Patache a unos 65 km al sur de la ciudad de Iquique. En esta área, además, se separa el molibdeno desde el concentrado de cobre a través de procesos de flotación y posterior filtrado, produciéndose también concentrado de molibdeno.

Por su parte, los óxidos son lixiviados en pilas mediante la aplicación de soluciones aciduladas; las soluciones ricas de lixiviación son posteriormente procesadas en una planta de extracción por solventes y electro-obtención, para producir cátodos de cobre, los cuales son transportados vía terrestre hasta el puerto de Iquique, en donde son embarcados.

El agua fresca requerida para el abastecimiento de los procesos se obtiene principalmente de una batería de pozos ubicada en la cuenca del Salar de Coposa, unos 20 km al norte de la faena minera, correspondiendo estos en su totalidad a recursos hídricos subterráneos. Además la compañía cuenta con derechos de agua que se ubican en la cuenca del Salar de Michincha, inmediatamente al este de la faena.

En 1995 Collahuasi presentó en forma voluntaria a la COREMA de la I Región, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Collahuasi, el cual fue aprobado mediante Resolución Exenta N°713 con fecha 27 de diciembre del mismo año. Posteriormente, mediante la Resolución Exenta N°167 de fecha 13 de septiembre de 2001, la COREMA de la I Región de Tarapacá aprobó ambientalmente el "Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi". En el año 2005, la COREMA de la I Región aprobó el "Proyecto Explotación Rajo Huiniquinta Este", mediante la Resolución Exenta N°116 de fecha 28 de julio de 2005.

La actual operación minera de Collahuasi considera la depositación de material estéril (sin mineralización de interés comercial) en las cercanías del rajo Rosario. Como una práctica minera común, previo al inicio de la depositación de material estéril, se realizan sondajes exploratorios para verificar la inexistencia de recursos mineros en el área de depositación seleccionada. En el caso del área previamente definida para la depositación de material estéril de la mina Rosario (área de botaderos), estos sondajes exploratorios han permitido definir sectores con mineralización de cierto interés comercial, que pueden transformarse en una fuente adicional de alimentación de mineral para la planta de tratamiento de minerales oxidados. Un ejemplo de este tipo de yacimientos ha sido el rajo Huiniquinta Este, actualmente explotado por Collahuasi y cuya vida útil es limitada.

En este contexto, sondajes exploratorios de condensación realizados en el área de botaderos de la mina Rosario, han permitido definir áreas de mineralización de interés. En efecto, al sur del rajo Huiniquintipa Este y siempre dentro del área autorizada ambiental y sectorialmente para depositación de material estéril de Rosario, se ha delimitado dos pequeños cuerpos mineralizados cuya explotación vendría a reemplazar la explotación del rajo Huiniquintipa Este. Estos dos nuevos depósitos han sido denominados **Huiniquintipa Este Fase II y Huiniquintipa Este Fase III**.

Puesto que en la actualidad la operación de la mina Rosario se desarrolla a ritmo normal con respecto a lo programado, Collahuasi ha desarrollado un proyecto para extraer el mineral contenido en los depósitos Huiniquintipa Este Fases II y III, antes de que éstos se hagan inaccesibles, ya que como consecuencia del avance normal de los botaderos de la mina Rosario, toda el área en donde se ubican los dos nuevos cuerpos mineralizados quedará cubierta por material estéril.

## 1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto que se somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) mediante la presente Declaración de Impacto Ambiental (DIA) se denomina “**Proyecto Explotación Depósitos Huiniquintipa Este Fases II y III**” (en adelante el Proyecto), y pertenece a Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM.

El Proyecto corresponde a la explotación de minerales oxidados desde dos cuerpos mineralizados de dimensiones discretas ubicados al sur del actual rajo Huiniquintipa Este, al oeste del actual rajo Rosario y dentro del área de depositación de material estéril proveniente de rajo Rosario, aprobado ambientalmente. La explotación conjunta y total de ambos rajos se efectuará a un ritmo promedio estimado de 10.400 T/d de mineral el cual será enviado a las actuales instalaciones de procesamiento de mineral de Collahuasi, las cuales no sufrirán ninguna modificación.

A través de la presente DIA, las obras y actividades consideradas en el Proyecto se someten a evaluación por parte de la COREMA de la I Región de Tarapacá, de acuerdo a lo establecido en el artículo 10, letra i) de la Ley 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente.

## 1.3. ANTECEDENTES DEL TITULAR

El titular del Proyecto es Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM, empresa chilena que pertenece a compañías subsidiarias de Xstrata plc (44%); compañías subsidiarias de Anglo American plc (44%), y a un consorcio de compañías japonesas lideradas por Mitsui & Co. Ltd. (12%). Los antecedentes de la compañía y su representante legal son los siguientes:



Empresa:

Nombre : Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM  
RUT : 89.468.900-5  
Domicilio : Av. Baquedano 902, Iquique  
Teléfono : (057) 516401  
Fax : (057) 516468  
Domicilio : Av. Andrés Bello 2687, Piso 11, Las Condes, Santiago  
Teléfono : (02) 3626556  
Fax : (02) 3626569

Representante Legal:

Nombre : Juan Carlos Palma Irrarrazaval  
Nacionalidad : Chileno  
Profesión : Abogado  
Cédula de Identidad : 5.134.497-9  
Domicilio : Av. Baquedano 902, Iquique  
Domicilio : Av. Andrés Bello 2687, Piso 11, Las Condes, Santiago

Se acompaña la documentación que acredita los antecedentes del titular y representante legal de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM.

#### **1.4. OBJETIVO DEL PROYECTO**

El objetivo del Proyecto es la explotación rentable de recursos minerales oxidados, los cuales en el futuro quedarán cubiertos por la depositación de material estéril de la actual mina Rosario, permitiendo la continuidad y desarrollo de las operaciones de procesamiento y producción de cátodos de cobre desde minerales oxidados.

#### **1.5. MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN**

La explotación de ambos rajos y su transporte hasta la planta de procesamiento de minerales oxidados de Collahuasi estarán a cargo de una empresa contratista, por lo cual Collahuasi no requiere inversión de capital en maquinaria o en infraestructura en forma directa. Sin embargo, en función de las tarifas establecidas y el movimiento total de material requerido para la extracción del mineral en ambos rajos, se estima un gasto operacional total del Proyecto de aproximadamente 22 millones de dólares.

## CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. LOCALIZACIÓN

El Proyecto se ubica en la Comuna de Pica, Provincia de Iquique, Primera Región de Tarapacá (Figura N°1). Las coordenadas aproximadas en UTM (Datum Provisorio Sudamericano 1956, Huso 19 sur) del polígono en que se ubicarán los rajos y el botadero de material estéril se indican en la Tabla N°1.

**Tabla N°1: Coordenadas de Vértices del Polígono de Ubicación del Proyecto**

Vértices	Coordenadas UTM <sup>1</sup> (m)	
	Norte	Este
V1	7.681287	528.493
V2	7.680.501	527.924
V3	7.680.851	527.171
V4	7.681.191	526.942
V5	7.681.630	527.441
V6	7.681.465	528.182

El área de emplazamiento de los futuros rajos y del botadero se ubica en el interior del área considerada para depositar los materiales estériles producto de la explotación del actual rajo Rosario, ya aprobado en su totalidad. El plan minero del rajo Rosario ha sido reformulado de manera tal que, por el momento, no se deposite material estéril en el área, permitiendo de este modo la extracción del mineral asociado a los sectores Huiniquinta Este Fases II y III.

Una vez terminada la operación de éstos, el área será reincorporada al plan minero del rajo Rosario como área de depositación de material estéril (área de botaderos.) La ubicación específica de todas las instalaciones del Proyecto dentro del área industrial del rajo Rosario se presenta en la Figura N°2, en la cual se puede observar la superficie final que abarcará el botadero del rajo Rosario y que fue evaluada ambientalmente en el proyecto “Expansión 110 ktpd, Collahuasi”.

### 2.2. SUPERFICIES

El Proyecto abarca una superficie total estimada de 39 hectáreas, tal como se indica en la Tabla N°2 siguiente.

**Tabla N°2: Superficie que abarca el Proyecto**

Instalación	Superficie (m <sup>2</sup> )
Rajo Huiniquinta Este Fase II (Norte)	91.000
Rajo Huiniquinta Este Fase III (Sur)	101.000
Botadero de material estéril	170.000
Caminos de acceso	30.000
<b>TOTAL</b>	<b>392.000</b>

<sup>1</sup> Datum Provisional Sudamericano de 1956, Huso 19 sur.

Es necesario recordar una vez más, que la totalidad del área intervenida corresponde a un área previamente seleccionada y autorizada por la COREMA de la I Región, para la depositación del material estéril del rajo Rosario a través de la Resolución Exenta N°167 de fecha 13 de septiembre de 2001, que aprobó ambientalmente el “Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi”.

Como una manera de minimizar el transporte de material se ha seleccionado un área de botadero en las cercanías del área de explotación minera

### **2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL**

El Proyecto consiste en el desarrollo, explotación y posterior término de actividades de dos depósitos de mineral oxidado, ubicados en las cercanías de la mina Rosario y de la mina Huiniquintipa Este, y dentro del área comprendida para la depositación de material estéril de la mina Rosario. Se ha programado una extracción de mineral oxidado desde ambos rajos de aproximadamente **10.400 T/d**, las que permitirán suplir el cese de la operación del rajo Huiniquintipa Este y alimentar adecuadamente la planta de procesamiento de óxidos de Collahuasi.

### **2.4. VIDA ÚTIL Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO**

Se estima que la etapa productiva de los rajos Huiniquintipa Este Fases II y III será de **14 a 15 meses** en total, considerando ritmo de explotación establecido.

Las principales actividades se desarrollarán se resumen en la Tabla N° siguiente:

**Tabla N°3: Cronograma general de actividades**

Especialidad	Pre-producción		Producción		Término de actividades	
	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término
Huiniquintipa Este Fase II (Norte)	Enero 2007	Febrero 2007	Marzo 2007	Febrero 2008	Marzo 2008	Marzo 2008
Huiniquintipa Este Fase III (Sur)	Marzo 2007	Marzo 2007	Abril 2007	Diciembre 2007	Enero 2008	Marzo 2008

### **2.5. DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL PROYECTO**

#### **2.5.1. Partes, acciones y obras físicas**

Durante la etapa de preparación del Proyecto se desarrollará las obras y actividades requeridas para la preparación de la explotación comercial de los rajos Huiniquintipa Este Fases II y III.

Esta etapa de preparación del Proyecto tomará aproximadamente 3 meses y empleará una mano de obra de aproximadamente 110 personas, la mayoría de las cuales provendrá de la actual dotación de Collahuasi. Es necesario indicar que dada la ubicación de los rajos, algunas de las

obras requeridas para la explotación del Proyecto corresponden a obras ya construidas en el marco de la actual explotación del rajo Rosario.

Las principales obras y actividades a desarrollar durante esta etapa del Proyecto corresponden a:

- Habilitación de los caminos de acceso y de servicio;
- Remoción de la sobrecarga de los rajos (material estéril) y desarrollo del botadero; e
- Instalaciones auxiliares

**a) Habilitación de los caminos de acceso y de servicio**

El Proyecto considera la construcción de vías de acceso de 30 m de ancho medio, con un gradiente medio de 4% y cuyo acondicionamiento considera escarificado y despeje de piedras y bolones, la estabilización de base y cuneteo, imprimación y tratamiento superficial simple, lo que permitirá durabilidad, buena capacidad de soporte y baja emisión de polvo.

**b) Remoción de la sobrecarga de los rajos (estéril) y desarrollo del botadero**

La sobrecarga y el material estéril que sea necesario remover para la habilitación de ambos rajos serán dispuestos en un botadero, el cual ha sido proyectado con una altura máxima de 50 m, un talud global de 37° y abarcará una superficie final proyectada de aproximadamente 170.000 m<sup>2</sup>, que le permitirá almacenar un total aproximado de 7 millones de toneladas de material estéril. El botadero de material estéril se ubicará hacia el oeste de los rajos proyectados, tal como se presenta en la Figura N°2

El material estéril extraído será transportado hacia el botadero mediante camiones con capacidad de carga de 174 toneladas. Otros camiones (de diferente tonelaje) podrán utilizarse en la medida que estén disponibles en el área de operaciones mineras de Collahuasi. Los caminos de acceso de los rajos Huiniquinta Este Fases II y III y del botadero de material estéril serán regados mediante camiones aljibe.

En el diseño de los rajos y la construcción del botadero se han considerado los factores de estabilidad y seguridad propios de este tipo de actividades y ampliamente utilizados por operaciones similares en el resto del país con el propósito de evitar desmoronamientos por actividad sísmica y gravitacional, cumpliendo con lo establecido en el D.S. N°72, artículo 1318 "Reglamento de Seguridad Minera". Los antecedentes técnicos con las medidas apropiadas para el adecuado drenaje natural o artificial, que evite el arrastre del material depositado sobre el botadero son presentados en el Anexo A.

**c) Instalaciones auxiliares**

Sólo está considerada la instalación de una oficina temporal de una superficie aproximada de 20 m<sup>2</sup>, el cual será utilizado como oficina y cuyo propósito será mantener y controlar toda la información necesaria para el normal desarrollo de la faena de un grupo electrógeno para generación de energía.

El personal utilizará los servicios higiénicos, de comedor e infraestructura general actualmente existentes y debidamente autorizadas, del área de Rosario y de Collahuasi en general.

### **2.5.2. Mano de obra**

Durante la etapa de preparación del Proyecto, se ha considerado una mano de obra estimada de 110 personas, trabajando en turnos de 10x10.

Un resumen de la mano de obra involucrada en la etapa de preparación de Proyecto, se presenta en la Tabla N°4.

**Tabla N°4: Mano de obra requerida en la etapa de preparación del Proyecto**

<b>Especialidad</b>	<b>Personal por turno</b>	<b>Personal total</b>
Jefe de turno	1	4
Topógrafo (turno A)	1	2
Alarife (Turno A)	1	2
Perforadores	1	4
Asistente Perforadora	1	4
Operador Cargador Frontal	2	8
Operador camión minero	7	28
Operadores equipos auxiliares	3	12
Operador camión aljibe	1	4
Administrativos (Turno A)		8
Mecánicos (equivalentes)		30
Jefe turno mecánico	1	4
<b>TOTAL</b>		<b>110</b>

Se estima que durante la etapa de preparación del Proyecto, se encontrarán en el área, al mismo momento, aproximadamente entre 70 y 80 personas efectuando labores relacionadas con el Proyecto.

### **2.5.3. Suministro de agua industrial y potable**

El agua potable requerida durante la etapa de preparación del Proyecto será suministrada principalmente en las instalaciones de alojamiento existentes en Collahuasi que proviene desde el actual sistema de abastecimiento de agua con que cuenta las instalaciones del campamento de Collahuasi Además se contempla suministrar agua potable abastecida en los lugares de trabajo.

El agua industrial, requerida fundamentalmente para el control de polvo en caminos y frente de extracción, será abastecida desde las actuales instalaciones de agua industrial con que cuenta el área de la mina Rosario.

### **2.5.4. Suministro de energía eléctrica y combustible**

Durante la etapa de preparación de Proyecto, se anticipa un bajo consumo de energía y combustible. La energía requerida será abastecida desde un grupo generador de 350 kW que se instalará en el sitio. El combustible de este generador, y de la maquinaria y camiones que

operarán durante el retiro de la sobrecarga de los rajos, se obtendrá a través de un camión estanque, no habiendo almacenamiento de combustible en el sitio del Proyecto.

### **2.5.5. Manejo de residuos, emisiones y efluentes**

#### **a) Residuos**

Los residuos generados durante esta etapa del Proyecto (residuos domésticos, industriales y eventualmente peligrosos) serán manejados de acuerdo al actual Plan de Manejo de Residuos que dispone Collahuasi. Este plan considera la habilitación de contenedores para cada tipo de residuo y el retiro programado de éstos a cargo de un contratista especializado en la materia. En el caso de este Proyecto, los eventuales residuos peligrosos serán almacenados en los sitios de disposición que dispone Collahuasi en el área de la mina Rosario, desde donde se retirarán y enviarán a su disposición final fuera de faena tal como se ha establecido en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, presentado por Collahuasi a la autoridad. Los residuos domésticos e industriales serán enviados a los sitios autorizados de disposición final con que cuenta Collahuasi y que cuentan con los permisos y autorizaciones correspondientes.

De acuerdo a la dotación de personal asociado al Proyecto, se estima una generación de residuos domésticos de entre 35 y 40 kg/día.

#### **b) Emisiones**

Las principales emisiones que se generarán en esta etapa del Proyecto, corresponden a las emisiones de polvo producto de las actividades de remoción de la sobrecarga existente sobre los cuerpos mineralizados (pre-stripping) y en la habilitación de los caminos de acceso a la futura área de operaciones. Estos caminos ingresarán al programa de mantención y regadío de caminos que actualmente se aplica en los caminos de operación de la mina Rosario, para lo cual se cuenta con la infraestructura y equipos necesarios (camiones aljibe).

#### **c) Efluentes**

Durante la etapa de preparación del Proyecto, no se contempla la descarga al ambiente de ningún tipo de residuos. Las aguas servidas generadas por los trabajadores relacionados con el Proyecto serán manejadas en las actuales instalaciones sanitarias con que se cuenta en el área de la mina Rosario y en las áreas de los campamentos Pioneros y Pabellón del Inca.

De acuerdo a la dotación de personal asociado al Proyecto, se estima una generación de aguas servidas de entre 7 y 8 m<sup>3</sup>/día.

## **2.6. DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO**

### **2.6.1. Partes, acciones y obras físicas**

La etapa de operación del Proyecto se extenderá por aproximadamente 9 meses y empleará una mano de obra de aproximadamente 145 personas. Las principales obras y actividades a desarrollar durante esta etapa del Proyecto corresponden a:

- Extracción del mineral desde los rajos y transporte hacia la planta de procesamiento
- Bombeo de agua desde los rajos;
- Depositación de material estéril en botadero;
- Mantenimiento de los equipos mineros
- Transporte de personal e insumos

**a) Extracción del mineral desde los rajos y transporte hacia la planta de procesamiento**

La actividad principal del Proyecto corresponde a la extracción de mineral desde los dos rajos, que a su vez comprende las etapas de perforación y tronadura y carguío y transporte del material.

Las actividades de perforación se efectuarán a través de una máquina perforadora DMM2 de 9 7/8" de diámetro u otra similar, con un largo de tiro de 11 m. La separación mineral/material se realiza por medio de mallas de aproximadamente 6x7 m y de 8x9 m, respectivamente

Para las tronaduras se utilizarán explosivos de tipo Anfo, Apex 150 y Apex 165 con carga de explosivo por tronadura de alrededor de 340 g/ton para remover 245.000 toneladas semanales de material.

El carguío de mineral y material estéril extraído de los rajos abiertos se efectuará por medio de un cargador frontal modelo CAT 994 con capacidad para 30 toneladas, o similar. El mineral extraído será transportado por camiones modelo CAT 789, con capacidad de carga de 174 toneladas, u otro de similares características y enviado a la planta de procesos de Collahuasi

La Tabla N°5 presenta a continuación, las principales características del diseño de explotación de los cuerpos mineralizados de Huiniquinta Este Fases II y III

**Tabla N°5: Principales características del diseño de explotación minera**

Característica	Huiniquinta Este Fase II (Norte)	Huiniquinta Este Fase III (Sur)	Total
Reservas Minerales Actuales:			
- Reservas minerales (T)	1.704.821	1.005.325	2.710.146
- Total de material estéril a remover (T)	4.824.068	2.077.667	6.901.735
- Ley de cobre total promedio (%)	1.35	0.90	
Diseño de la Mina:			
- Superficie final del rajo (m <sup>2</sup> )	91.000	101.000	
- Altura de bancos (m)	10	10	
- Profundidad final prevista (m)	50	56	
- Nivel freático (m)	13-36	3.5-40	
- Ángulo de talud global (°)	53	48	
- Ángulo de talud inter-rampa (°)	n/a	n/a	
- Ancho de berma (m)	4.7	6.3	
- Sismo de diseño de taludes (Richter)	IV a VII	IV a VII	
- Aceleración de diseño (g)	<0.3	<0.3	
- Período de retorno del sismo de diseño (años)	30	30	
- Factor de seguridad	1.4	1.5	
Explotación de Minerales:			
- Extracción de mineral (T/d)	5.700	4.700	10.400

- Remoción de roca estéril ( T/d)	14.500	9.800	24.300
- Razón estéril:mineral (vida de la mina)	1/2.8	1/2.1	
- Humedad del mineral (%)	<7	<7	
Perforación:			
- Máquinas Perforadoras	DMM2	DMM2	
- Diámetro de perforación (Pg)	9 7/8	9 7/8	
- Largo de tiro promedio (m)	11	11	
- Separación malla de Perforación de mineral (m)	6 x 7	6 x 7	
- Separación malla de Perforación de estéril (m)	8 x 9	8 x 9	
Tronadura:			
- Tipo de explosivo	ANFO	ANFO	ANFO
- Cantidad de material removido (T/d)	20.200	14.500	34.700
- Carga de explosivo por tronadura (g/T)	340	340	
- Consumo de explosivo (T/d)	7	5	12

Es necesario mencionar que, dada la duración del Proyecto (alrededor de 1 año) y producto de su posterior cubrimiento con material estéril proveniente del rajo Rosariono se ha considerado la habilitación de canales perimetrales en ninguno de los rajos.

#### b) Bombeo de agua desde los rajos

En los bancos inferiores de ambos rajos se anticipa la presencia de agua. En efecto, los sondajes de exploración han permitido prever que los bancos inferiores de ambos rajos estarán ubicados bajo el nivel freático detectado, por lo que al momento de alcanzar esa cota se generará un efecto vertedero, es decir, el agua freática ingresará por gravedad hacia el interior de cada uno de los rajos, razón por la cual durante la etapa de operación, el agua que aflore deberá ser extraída mediante bombeo. El agua bombeada será depositada en piscinas móviles (para cada rajo), las que se irán ubicando según el desarrollo de cada rajo. El agua acumulada en las piscinas será derivada al proceso y/o utilizada en los requerimientos de riego de caminos y frentes de carguío.

La Tabla N°6 presenta un resumen de los antecedentes de nivel freático disponibles en el área de Proyecto.

**Tabla N°6: Resumen de antecedentes de nivel freático en el área**

Sector	Nivel Freático							Habilitación
	Cota Mín msnm	Cota Máx msnm	Diferencia niveles (m)	Cota media msnm	N° pozos	Nivel superficial (m)	Nivel profundo (m)	
Fase II	4.447	4.473	26	4.454	17	13	35,9	No
Fase III	4.439	4.483	44	4.468	46	3,5	39,5	No

Las Figuras N°3, 4 y 5 muestran la ubicación general de los pozos existentes en el área de desarrollo de los rajos.

Respecto del volumen de agua que se estima se extraerá desde ambos rajos, se debe aclarar que no existirá un punto específico de extracción ya que el agua aflorará a través de los bancos más profundos de cada rajo y desde la base de éstos. El sistema de evacuación de esta agua considera

canalizar estos flujos hacia las piscinas móviles para desde ahí proceder a su bombeo extracción con fines operacionales

Con el propósito de determinar la superficie freática del área de emplazamiento de los futuros rajes del Proyecto, Collahuasi realizó un levantamiento de niveles freáticos sobre la base de los pozos de exploración existentes en el área. Conociendo la distribución de agua en los pozos y la geología del sector se procedió a comparar y extrapolar los datos informados en el análisis hidrogeológico del rajo Huinquentipa Este.

La siguiente información ha sido utilizada para la caracterización hidrogeológica de área.

#### *K, conductividad hidráulica*

En el área del Proyecto se efectuaron 19 slug test y se calcularon 7 valores de conductividad hidráulica (SRK Consulting, 2006), obteniéndose valores de  $10^{-4}$  hasta  $10^{-7}$  cm/s para rocas volcánicas del basamento con sobrecarga sedimentaria semiconsolidada. El valor considerado representativo en el sector es de  $10^{-5}$  cm/s.

#### *i, gradiente hidráulico*

El gradiente hidráulico se consideró similar al obtenido para el área del rajo Huinquentipa Este Fase I, el cual fue calculado mediante la pendiente en una dirección determinada, obteniéndose valores dentro del rango de 1 y 10%. Entre estos valores, se eligió el valor 5 %, ya que oscila entre 4 y 7 % para la mayoría de los casos revisados.

Con estos antecedentes, se ha estimado que el caudal estimado que aparecerá y será retirado desde ambos rajes, oscilará entre 2 y 5 l/s.

#### **c) Depositación de material estéril en botadero**

El material estéril será dispuesto en un botadero, adyacente al área de explotación de ambos rajes. El total de material estéril que se anticipa se generará por la explotación de los rajes Huinquentipa Este Fases II y III alcanza la cifra aproximada de 7 millones de toneladas. Es necesario mencionar que, dado el tamaño período de utilización de este botadero y que posteriormente éste será cubierto por el desarrollo de los botaderos del rajo Rosario no se ha considerado la habilitación de canales perimetrales.

Tal como se ha indicado anteriormente, el botadero proyectado alcanzará una altura máxima de 50 m, un talud global de  $37^\circ$  y abarcará una superficie final de aproximadamente  $70.000 \text{ m}^2$ .

La Tabla N°7 presenta las principales características técnicas del botadero de material estéril proyectado.

**Tabla N°7: Principales características del botadero de material estéril**

Característica	Botadero
Capacidad Total de Botaderos (ton)	7.000.000
Superficie final proyectada (m <sup>2</sup> )	170.000
Altura máxima (m)	50
Talud Global (°)	37
Factor de seguridad estático	1.7 a 2.5
Factor de seguridad pseudo-estático	Ver anexo A
Sismo de diseño (Richter)	IV a VII
Aceleración de diseño (g)	<0.3
Período de retorno de sismo de diseño (años)	30

**d) Mantenimiento de los equipos mina**

En el área del Proyecto sólo se realizará mantenimiento y reparaciones menores, las que se efectuarán en el sitio mismo en donde se encuentre el equipo a intervenir. En caso de requerirse mantenciones mayores a alguno de los equipos, éstos serán trasladados hasta las instalaciones de mantención que Collahuasi dispone en el área de Rosario y Ujina, las cuales están debidamente habilitadas y autorizadas para este tipo de trabajos.

El servicio de mantenimiento será otorgado por un camión específicamente habilitado para esta labor, prestando servicios en los siguientes temas: sistema de aire comprimido, engrases, abastecimiento de combustible y apoyo eléctrico, aceite, refrigerantes.

Los equipos mineros involucrados en el desarrollo del Proyecto, se presentan en la Tabla N°8 a continuación.

**Tabla N°8: Equipos mineros a utilizar**

Cantidad	Descripción	Modelo	Marca
1	Máquina perforadora	DMM2	Ingersol Rand
2	Cargador frontal de 30 toneladas	CAT 994	Caterpillar
7	Camiones de 174 toneladas	CAT 789	Caterpillar
1	Bulldozer	CAT D9 R	Caterpillar
1	Motoniveladora	14G ó 140H	Caterpillar
1	Camión aljibe	CAT 773E	Caterpillar
1	Wheeldozer	CAT 834	Caterpillar
1	Generador 350 kVA	Por definir	Por definir

Es necesario indicar que eventualmente los equipos antes indicados pueden ser reemplazados por otros de diferente modelo y/o marca, que cumplan similares funciones.

**e) Transporte de personal e insumos**

El transporte del personal e insumos requeridos por el Proyecto y por otras actividades asociadas, se realizará a través de vehículos livianos. Dependiendo del tipo de carga, el transporte de insumos se realizará mediante vehículos livianos o camiones de carretera. El adecuado mantenimiento de los caminos utilizados para el transporte, tanto de personas como de insumos, será responsabilidad de la empresa a cargo de la operación de los rajes Huiniquinta Este Fases II

y III. Collahuasi velará por el cumplimiento de este compromiso. El flujo vehicular desde/hacia el Proyecto utilizará sólo rutas internas

### 2.6.2. Mano de obra

La operación del Proyecto será realizada por una empresa contratista especializada trabajando en turnos de 10 días de trabajo de 12 horas por día y 10 días de descanso, estimándose una mano de obra de 145 personas.

La manipulación de explosivos será realizada por la misma empresa que en la actualidad presta este servicio en las otras explotaciones mineras de Collahuasi. Debido al bajo requerimiento de explosivos para la explotación de los rajos asociados al Proyecto, no se contempla personal adicional para esta actividad.

Un resumen de la mano de obra involucrada en la etapa de operación del Proyecto, se presenta en la Tabla N°9.

**Tabla N°9: Mano de obra requerida en la etapa de operación del Proyecto**

Especialidad	Personal por turno	Personal total
Jefe de turno	1	4
Jefe General (Turno A)	1	1
Topógrafo (turno A)	1	2
Alarife (Turno A)	1	2
Perforadores	1	4
Asistente Perforadora	1	4
Operador Cargador Frontal	2	8
Operador camión minero	12	48
Operador equipos auxiliares	4	16
Operador camión aljibe	1	4
Administrativos (T°A)		10
Mecánicos (equivalentes)		37
Jefe turno mecánico	1	5
<b>TOTAL</b>		<b>145</b>

Se estima que, al mismo momento, se encontrarán en el área aproximadamente entre 90 y 100 personas relacionadas con el Proyecto.

Es relevante mencionar que gran parte de la mano de obra utilizada actualmente en las labores de explotación del rajo Huinuintipa Este, será reubicada en el desarrollo de este Proyecto.

### 2.6.3. Suministro de agua industrial y potable

El agua potable requerida durante la etapa de operación será suministrada principalmente en las instalaciones de alojamiento servicios sanitarios y de alimentación existentes en Collahuasi. Además se contempla suministrar agua potable a través de las casas de cambio existentes, ubicadas en el área de Rosario.

El agua industrial, requerida fundamentalmente para el control de polvo en caminos y labores de perforación y carguío, será abastecida desde las actuales instalaciones de agua industrial con que cuenta el área de la mina Rosario y desde las piscinas móviles que se desarrollará como parte del sistema de manejo del agua que se estima aflorará en el fondo de los rajos

#### **2.6.4. Suministro de energía eléctrica y combustible**

Durante la etapa de operación se utilizará el grupo generador de 350 kV que se instalará en el sitio durante la etapa de preparación del Proyecto. El combustible de este generador, y de la maquinaria y camiones que operarán durante el retiro de la sobrecarga de los rajos, se obtendrá a través de un camión estanco, no habiendo almacenamiento de combustible en el sitio del Proyecto.

#### **2.6.5. Manejo de residuos, emisiones y efluentes**

##### **a) Residuos**

El sistema de manejo de residuos de Proyecto, durante la etapa de operación, será similar al utilizado durante la etapa de preparación; es decir, de acuerdo al actual Plan de Manejo de Residuos que dispone Collahuasi en la actualidad. Se anticipa una tasa de generación de residuos domésticos del orden de 45 a 50 kg/día, consistente principalmente en restos de colaciones, envases de agua mineral y papeles.

Durante la operación se descartarán aceites y lubricantes usados, filtros y otros residuos de mantención, los que serán llevados a las instalaciones actualmente autorizadas de Collahuasi. La experiencia acumulada en la actual operación de Collahuasi indica que la mejor forma de minimizar eventuales derrames de aceite, lubricantes y otros aditivos de motores, es el manejo en el mismo lugar en donde se generen, minimizando con esto el transporte de partes y piezas que pudieran generar goteos o derrames. De acuerdo a lo anterior, Collahuasi considera como una mejor práctica ambiental, el manejo de los filtros, aceites y lubricantes que resulten de las mantenciones en la misma área de operación de los rajos Huiniquinta Este Fases II y III. Luego de esto, los residuos resultantes serán enviados a los talleres de Ujina y/o Rosario o a los patios de desechos correspondientes.

El cambio de aceite y filtros de los equipos móviles que deban efectuarse en terreno se realizará en un lugar plano. En este caso el piso se cubrirá con una carpeta impermeable para contener eventuales derrames de productos y evitar así la contaminación del suelo. Una vez realizado el trabajo, se recogerá cualquier desecho que hubiese en el área de trabajo y se manejarán de acuerdo a los procedimientos de Collahuasi.

##### **b) Emisiones**

Las principales emisiones que se generarán en esta etapa del Proyecto, corresponden a las emisiones de polvo producto de las actividades de explotación de los rajos Huiniquinta Este Fases II y III (tronaduras, carguío y transporte de mineral), de la depositación de material estéril en el área de botadero y por el tránsito de camiones y maquinaria requerida para la operación de los rajos. Se anticipa que estas emisiones serán menores y que estarán circunscritas al área de

operaciones del Proyecto. Además, en las proximidades no existe población cercana susceptible de ser afectada.

Además de lo anterior, se espera emisiones de gases producto de la combustión de motores de la maquinaria que operará en el área, emisiones que no se consideran relevantes fundamentalmente debido a la ubicación aislada del Proyecto. No obstante lo anterior, todos los equipos cumplirán con los estándares y legislaciones aplicables en esta materia.

Finalmente, se anticipa que la explotación de los rajos Huiniquitipa Este Fases II y III producirán un aumento en la emisión de ruido en el sector. La emisión de ruido provendrá fundamentalmente de las tronaduras requeridas para la explotación de ambos rajos. Se anticipa que este efecto será puntual (a una hora determinada del día) y de baja duración por lo que no se prevé un efecto en el nivel de ruido ambiental del área.

Respecto de las emisiones anteriormente descritas, debe considerarse que estas no serán diferentes a las ya existentes en el sector, producto de la explotación de la mina Rosario, y que su magnitud y alcance es muy inferior a las ya existentes y autorizadas.

### **c) Efluentes**

Durante la etapa de operación del Proyecto, no se contempla la descarga al ambiente de ningún tipo de residuos líquidos. Las aguas servidas generadas en los actuales sistemas sanitarios, y que serán utilizadas por los trabajadores relacionados con el Proyecto, serán manejadas en las actuales instalaciones sanitarias con que se cuenta en el área de la mina Rosario. La tasa de generación de aguas servidas se ha estimado entre 9 y 10 m<sup>3</sup>/día.

## **2.7. TÉRMINO DE ACTIVIDADES**

Tal como se ha indicado en párrafos anteriores, el sector en donde se ubicarán los rajos Huiniquitipa Este Fases II y III y su botadero, corresponde a un área que será abarcada por los botaderos de la mina Rosario; es decir, al término de la explotación minera de Collahuasi, el área en donde se desarrollará el Proyecto quedará cubierta por material estéril de la mina Rosario. En la Figura N°6 se observa el botadero y los rajos Huiniquitipa Este Fases II y III y la superficie final que abarcará el botadero del rajo Rosario y que fue evaluada ambientalmente en el Proyecto "Expansión 110 ktpd, Collahuasi".

Por lo expuesto anteriormente, y teniendo en cuenta las características del Proyecto, no se consideran medidas de cierre específicas para las instalaciones remanentes del Proyecto Huiniquitipa Este Fases II y III. No obstante, al cese de las operaciones mineras en este sector se tomarán las siguientes medidas:

- Se desmantelará la infraestructura exterior desarrollada por el Proyecto que pueda estar propensa a colapsar por su deterioro y que estén expuestas después del cierre. Además, se desenergizarán todas las instalaciones eléctricas.



- En general, la zona adyacente a la mina quedará limpia de todo desecho que pueda tener impacto en el medio ambiente o que pueda generar algún peligro.
- Se retirarán todos los materiales y repuestos.

---

## **CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE L PROYECTO**

El Proyecto Explotación Depósitos Huiniquinta Este Fases II y III corresponde a una extensión de las operaciones mineras del sector de Huiniquinta Este, evaluado y aprobado ambientalmente durante el año 2005. Este Proyecto corresponde a una explotación de minerales oxidados a través la operación de dos rajos abiertos, los cuales se desarrollarán en un sector donde se proyecta a futuro disponer el material estéril que será generado por la explotación del rajo Rosario, actividad también ya evaluada y aprobada ambientalmente.

Al respecto, y aún cuando para el área a utilizar por el Proyecto (rajos y botadero) se cuenta con un permiso ambiental para la depositación de material estéril de la mina Rosario, lo cual supone e implica un intervención total del sitio en el curso de los próximos años, en este capítulo se presentan una breve descripción del área en términos de la geología y mineralogía del área de los rajos y de los componentes ambientales agua, suelo, flora y fauna del sector.

### **3.1. GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA**

#### **3.1.1. Geomorfología**

Los rasgos fisiográficos constituyen el principal componente de la estructura y funcionamiento de los ambientes naturales de la I Región. El patrón fisiográfico presenta una secuencia en sentido oeste a este, constituida por: el Farellón Costero, la Cordillera de la Costa, la Depresión intermedia, el Cordón Montañoso Precordillerano, la depresión de los Salares más Occidentales y del Loa, la Cordillera de los Andes y el Altiplano.

Esta distribución divide a la región en franjas longitudinales y escalonadas a diferentes niveles de altura, conformando unidades naturales interrelacionadas en su funcionalidad espacial.

El área de Proyecto se encuentra dentro de la unidad Altiplano. La unidad se localiza al este de la Cordillera de los Andes y es producto de un vulcanismo que rellenó de ceniza y escoria la separación entre los cerros, generando un relieve típico de meseta elevada de edad terciaria llamada Puna, con una altura promedio de 4.500 m s.n.m. y un ancho variable de 15 a 40 Km.

#### **a) Relleno aluvial de cauces recientes**

Corresponden al relleno aluvial más nuevo de cauces recientes y fondos de quebradas, el cual es transportado y depositado por los flujos de aguas estables o esporádicos que surcan dichos cauces y quebradas. Están constituidos por alternancias, en general lenticulares de gravas con matriz arenosa gravas con matriz areno-limosa, arenas y arenas con limos, en general mal graduadas, con un bajo porcentaje de finos, el cual alcanza hasta un 20% siendo en general menor que 9 %, con un Índice de Plasticidad (IP) siempre menor que 5.

### **b) Zonas de vegas**

Corresponden a aquellos sectores de fondos de quebradas relativamente importantes que debido a la cercanía o afloramiento de la napa de aguas subterráneas en superficie, se ha desarrollado una cubierta vegetal notable, constituida por bofedales y pajonales (paja brava o “coirón”).

Estos suelos de zona de vegas, y especialmente a nivel vegetal u orgánico superior, son muy compresibles, de baja densidad y están saturados, por lo que no son aptos como material de fundación, siempre deberán ser removidos, al menos la capa vegetal y orgánica superior.

### **3.1.2. Geología**

El área que será intervenida por los rajos y botadero del Proyecto se ubica en el denominado Cordón Precordillerano. El cordón precordillerano corresponde a un bloque tectónico de uno 30 a 40 Km. de ancho, de elongación de norte-sur, donde se localiza los distritos minero de Quebrada Blanca y Collahuasi.

En el área del Proyecto, la roca huésped corresponde a paleograsas de espesor variable entre 10 y 40 m, que sobreyacen en discordancia a las rocas volcanosedimentarias y volcánicas que conforman el basamento (rocas más antiguas). Todo este paquete estratificado está parcialmente cubierto por coluvio reciente.

#### **a) Discontinuidades mayores**

Corresponden a fallas regionales y/o importantes zonas de cizalle y vetas minerales, con corridas de más de 200 m y espesores de núcleo arcillado y triturado de al menos 0.51 m. El análisis de las discontinuidades mayores provienen de fallas o vetas extraídas de los planos geológicos a escala 1:10.000, de Munchmayer C. et al (1984) del área Rosario Huinquentipa.

Las fallas geológicas se presentan con orientación predominante de dirección NW y NW – SE.

Para la aplicación directa de los Estudios Ambientales en relación al potencial de desplazamientos o relación con actividad sísmica de las discontinuidades mayores se concluye que no se detectaron evidencias de movimientos recientes (Holoceno) relativos a las fallas mayores. Los suelos presentes en el área no se aprecian afectados por estas estructuras.

#### **b) Eventos volcánicos**

En un radio de 55 km de Collahuasi es posible reconocer la existencia de 4 centros volcánicos potenciales activos. Ellos corresponden al Michincha (9 km al Este), Iruputuncu (40 km al Norte), Aucanquilcha (30 km al Sureste) y Ollagüe (55 km al Este).

El cerro Michincha es el volcán más cercano. Las obras de infraestructura más cercanas se encuentran a unos 9 km de dicho volcán, próxima al límite de la distancia crítica (10 km) respecto a los posibles efectos de una erupción volcánica (flujos de lava, flujos piroclásticos, flujos laháricos, caída de cenizas y deformación del terreno). La dirección de los vientos dominantes es principalmente hacia el Este, lo cual dispersaría las cenizas en tal dirección.

La posibilidad que se produzca una erupción altamente explosiva se estima como muy poco probable en el período de vida útil del Proyecto, ya que el último evento ocurrió hace unos 750.000 años.

### **c) Eventos sísmicos**

El área de Collahuasi se localiza sobre la zona de subducción de las placas de Nazca y Sudamericana a unos 100 km sobre el plano de Benioff. De acuerdo con las observaciones en terreno, no existen evidencias de fallas activas recientes.

Existen 13 fuentes potenciales de terremotos dentro del radio de 150 km de los sitios de los botaderos. Asumiendo materiales de fundación del tipo suelos, la aceleración horizontal instantánea máxima recomendada para diseño es 0,31g, considerando una duración de fuerte movimientos de 7 segundos. Esta aceleración podría ser generada por un terremoto de magnitud Ms 8,3, originado en la placa de Nazca, a una profundidad de unos 100 km. Por otro lado, la falla regional cercana a la zona de Collahuasi (falla Oeste) podría generar una aceleración horizontal instantánea máxima de 0,16 g, que podría tener una duración de fuerte movimiento de 22-28 segundos.

## **3.2. MINERALOGÍA**

En el área del yacimiento Huinquentipa Este Fase II existe mineralización asociada a un yacimiento exótico de óxidos (crisocola, copper pitch y copper wad) que se fundamenta mayormente en paleogravas cubiertas parcialmente por depósitos recientes de grava. La mineralización en esta área está limitada por un paleocanal con dirección EW y dimensiones: 800 m de largo, 50 a 100 m de ancho y 10 a 15 m de espesor.

En tanto, en el área de yacimiento Huinquentipa Este Fase III, las gravas tienen un mayor espesor alcanzando profundidades de 30 a 40 metros. Estas gravas están intercaladas con arcillas horizontales ricas en cobre y manganeso. El copper wad predomina en este cuerpo mineralizado, mientras que la especie Crisocola se encuentra en menores cantidades. En este yacimiento la mineralización es menor y más profunda dentro de la roca basalto que que implica que este rajo tiene mayor capacidad de retener agua.

Las zonas de material estéril de ambos rajos están formadas por calizas alteradas, unidades sedimentarias y lavas. La mineralización asociada a estas zonas es de sílice, carbonato de calcio, oxidados de hierro, trazas de cobre y manganeso.

## **3.3. HIDROLOGÍA**

El área en donde se ubicará el Proyecto, corresponde a la zona alta de la quebrada Capella, afluente de la quebrada Huinquentipa. La subcuenca Huinquentipa ha sido objeto de un monitoreo de calidad y caudal de agua como parte de las actividades de monitoreo ambiental que desarrolla Collahuasi.

En efecto, para la caracterización de la calidad del agua superficial de la subcuenca Huiniquitipa, se dispone actualmente de tres estaciones de control, ubicadas en el área de la quebrada San Daniel (punto de control QSD-1), en la quebrada San Nicolás (punto de control QSN-1) y en la quebrada Huiniquitipa (punto de control QDH2). En este último punto de control se dispone además de una medición de caudal. Esta estación (QDH-2) se ubica aguas abajo de las instalaciones mineras de Collahuasi, en un punto que “cierra” la subcuenca Huiniquitipa. Por lo tanto, corresponde a la suma de los caudales aportantes de todas las quebradas que conforman la subcuenca

El punto de control QDH-2 está ubicado en el mismo punto donde se ubicaba un antiguo punto de control de caudal de la DGA. Las coordenadas UTM en metros, según Datum 1956 son las siguientes:

- Este: 522.722 m
- Norte: 7.681.809 m

La información de calidad del agua superficial corresponde permite indicar lo siguiente:

- Las aguas de las quebradas San Daniel y San Nicolás presentan características semejantes entre. Ambas se clasifican como aguas dulces (con conductividades inferiores a 160  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).
- Con respecto al punto QDH-2, se puede observar que las aguas de esta estación posee contenidos de cobre y manganeso que exceden la norma de riego (NCH1333). Por otro lado, se observa que la calidad de agua previa y posterior al pre-stripping de la mina Rosario presenta características fisicoquímicas muy similares pudiendo clasificarse como del tipo cálcica-magnésicas y sódicas cálcicas.
- Es importante señalar que en el sector de la subcuenca de Huiniquitipa existe un gran número de pasivos ambientales de actividades mineras de antigua data, previo al inicio de la operaciones de Collahuasi, además de afloramientos naturales de mineral. Las excedencias o altos niveles registrados en los parámetros de calidad de agua históricos, se pueden atribuir a las características antes mencionadas y no a actividades propias de la mina.

### **3.4. SUELOS**

Según los patrones regionales del uso del suelo, la I Región de Tarapacá se caracteriza por poseer una extensa zona en la que predominan las áreas desérticas, con suelos sin amplitud para desarrollar una actividad agrícola. El uso del suelo se distribuye heterogéneamente en las siguientes categorías:

- áreas de uso agrícola y ganadero;
- áreas silvestres protegidas, parques nacionales, reservas nacionales y monumentos nacionales
- áreas de uso urbano

- áreas de uso recreacional; y
- áreas de uso minero

El área en donde se desarrollarán los rajos y el botadero del Proyecto se encuentran dentro de un área de uso minero y fuera de cualquier área de protección oficial. Su descripción se presenta a continuación:

### **3.4.1. Uso minero**

Las áreas de uso minero se localizan en los sectores de desierto, salares y precordillera. El uso del suelo corresponde principalmente a la minería extractiva, correspondiente a yacimientos metálicos y no metálicos. En la precordillera y la zona altiplánica de la Provincia de Iquique existen varios yacimientos metálicos de cobre, destacando los de Cerro Colorado, Quebrada Blanca y Collahuasi. Por otra parte, la minería no metálica se ubica principalmente en torno a los salares.

### **3.4.2. Características físicas**

Los suelos aluviales y coluviales del área del proyecto son de permeabilidad baja a muy baja ( $10^{-4}$  -  $10^{-5}$  cm/s). Sin embargo, las rocas presentan valores de conductividad hidráulica de alta permeabilidad.

Se debe tener presente que la calificación de permeabilidad de los materiales es distinto para suelos y rocas, así, por ejemplo, una conductividad hidráulica de  $10^{-4}$  cm/s corresponde a un suelo de baja permeabilidad, pero a una roca de permeabilidad alta.

### **3.4.3. Características químicas**

La composición química de los suelos es relativamente consistente. Esto ocurre porque la roca original local que domina las características de los suelos es generalmente volcánica. Los elementos predominantes en todas las muestras son Ca, Fe, S y Na..

## **3.5. FLORA**

El área que será intervenida por la explotación de los rajos Huiniquinta Este Fases II y III y botadero se caracteriza por presentar escasa vegetación. En el sector se reconocen las siguientes especies de tolar y pajonal: *festuca orthophylla*, *paja brava*, *tola*, y *parastrephia quadrangularis*. No existen especies en peligro de extinción

## **3.6. FAUNA**

La fauna asociada al área del Proyecto se presenta en forma esporádica, no constituyendo un hábitat permanente para ésta. Esta fauna está formada principalmente por vicuñas, zorro culpeo, roedores y reptiles.

---

## **CAPÍTULO 4: ANTECEDENTES PARA ACR EDITAR EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL**

### **4.1. NORMATIVA AMBIENTAL GENERAL**

La normativa ambiental general está representada por los siguientes cuerpos legales:

- a) Ley N° 19.300 de 1994, Bases Generales del Medio Ambiente; y
- b) D.S. N° 95 de 2002, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

El cumplimiento de estas normativas queda de manifiesto con la presentación de la presente Declaración de Impacto Ambiental, de acuerdo con el análisis realizado sobre la pertinencia de ingreso al SEIA, y el análisis de los efectos, características o circunstancias que ameritan la presentación de un EIA o una DIA.

### **4.2. NORMATIVA AMBIENTAL ESPECÍFICA**

#### **4.2.1. Calidad del Aire**

- D.S. N° 144/61 del Ministerio de Salud. Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza, incluyendo gases, vapores, humos y polvo. Actúa como organismo fiscalizador el SEREMI de Salud de Iquique.
- D.S. N° 1215/78 del Ministerio de Salud. Regula las concentraciones máximas para partículas totales en suspensión (PTS), SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y NO<sub>2</sub>. Actúa como organismo fiscalizador el SEREMI de Salud de Iquique.
- D.S. N° 110/01 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Deja sin efecto Norma de Calidad Primaria de Aire para Partículas Totales en Suspensión (PTS). Actúa como organismo fiscalizador el SEREMI de Salud de Iquique.
- D.S. N° 59/98 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Establece norma primaria de calidad del aire para el material particulado respirable (PM 10) y define valores para situaciones de emergencia. Actúa como organismo fiscalizador el SEREMI de Salud de Iquique.
- D.S. N° 45/01 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que modifica el D.S. N° 59 / 98. Establece norma primaria de calidad del aire para el material particulado respirable (PM-10). Actúa como organismo fiscalizador el SEREMI de Salud de Iquique.

#### Relación con el Proyecto

Durante las etapas de preparación y operación del Proyecto, se generarán emisiones de material particulado debido a las actividades de excavación, perforación y tronadura, carguío y transporte de minerales y material estéril, y al transporte de insumos y personal. También se prevé la generación de emisiones de gases de combustión debido al funcionamiento del generador de energía eléctrica y de los motores de los equipos mineros.

### Cumplimiento

Para minimizar las emisiones debido al tránsito de vehículos livianos, maquinaria y camiones, Collahuasi realizará mantenimiento periódico a los caminos y restricción de velocidad de circulación de vehículos. Collahuasi velará porque su personal y contratistas cumplan con las exigencias establecidas por contrato sobre límites de velocidad, mantención de caminos, equipos y vehículos con el objetivo de reducir al mínimo la emisión de material particulado y gases.

#### **4.2.2. Calidad de las Aguas**

- D.F.L. N° 725/68, Código Sanitario, del Ministerio de Salud. Regula la disposición de residuos industriales líquidos y mineros. Actúa como organismo fiscalizador el SEREMI de Salud de Iquique.
- D.S. N° 594/00 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

### Relación con el Proyecto

Las operaciones del Proyecto no descargarán efluentes líquidos industriales durante las actividades de preparación y explotación de los rajos Huiniquinta Este Fases II y III. Las instalaciones de servicios higiénicos y casino que se utilizarán corresponden a las que se utilizan actualmente en el área de Rosario Ujina o campamentos, las cuales cuentan con la aprobación sanitaria correspondiente.

Los baños químicos que sean utilizados, serán retirados por una empresa contratista especializada en el tema, que procederá a limpiarlos fuera de la faena, en instalaciones autorizadas.

### Cumplimiento

Las instalaciones sanitarias que serán utilizadas por el Proyecto, tanto en el área de campamentos como de Rosario y Ujina, cuentan con la aprobación del SEREMI de Salud de Iquique. El uso de baños químicos, por su parte, respetará la proporción señalada en los artículos 23 y 24 del D.S. N° 594/00.

#### **4.2.3. Residuos Sólidos**

- D.F.L. N° 725/68, Código Sanitario, del Ministerio de Salud. Regula la disposición final de residuos industriales. Actúa como organismo fiscalizador el SEREMI de Salud de Iquique.
- D.S. N° 594/00, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, del Ministerio de Salud. Regula el tratamiento o disposición final de residuos sólidos industriales. Actúa como organismo fiscalizador el SEREMI de Salud de Iquique.
- D.L. N° 3557/81 del Ministerio de Agricultura. Establece Disposiciones sobre Protección Agrícola.
- D.S. N° 148/04 Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, de Ministerio de Salud. Este Reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte,

tratamiento, re uso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

#### Relación con el Proyecto

El proyecto generará residuos industriales, residuos asimilables a domésticos y eventualmente residuos peligrosos durante el periodo de preparación y operación de los rajos Huiniquinta Este Fases II y III, producto de las actividades de mantenimiento de los equipos y maquinaria.

#### Cumplimiento

Los residuos domésticos y aquellos que se puedan asimilar a domésticos serán dispuestos en los sitios autorizados con que cuenta Collahuasi.

Por su parte, los residuos peligrosos eventualmente generados durante las etapas de construcción y operación de proyecto, serán incorporados al sistema de manejo de residuos peligrosos de Collahuasi, el cual se encuentra en la etapa de adaptación a la nueva normativa, habiéndose presentado a la autoridad el respectivo Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

El Plan de Manejo de Residuos Peligrosos de Collahuasi comprende el transporte y disposición final en instalaciones externas autorizadas.

#### **4.2.4. Residuos Mineros Masivos**

- D.S. N° 72/85, Ministerio de Minería, Aprueba Reglamento de Seguridad Minera.

#### Relación con el Proyecto

La preparación y operación de los rajos Huiniquinta Este Fases II y III generarán aproximadamente 7 millones de toneladas de material estéril.

#### Cumplimiento

El material estéril será dispuesto en un botadero de estéril diseñado para el Proyecto, ubicado contiguo a los rajos y que cuenta con capacidad suficiente para almacenar todo este material. Los antecedentes técnicos de este botadero serán presentados al SERNAGEOMIN para la aprobación técnica-sectorial de éste.

#### **4.2.5. Ruido**

- D.S. N° 146/98 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece normas sobre niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas.

#### Relación con el Proyecto

Las actividades del Proyecto generarán principalmente ruidos debido a la operación de maquinarias, el tránsito de vehículos y camiones y el funcionamiento del generador de energía eléctrica que se utilizará durante la etapa de operación.



### Cumplimiento

El ruido generado tendrá un radio de influencia en el entorno más próximo al lugar de operación de los equipos y maquinaria. La emisión de ruido no impactará a personas ajenas a la operación minera de Collahuasi, debido a que el asentamiento más próximo es Guatacondo y está ubicado a 35 Km. al oeste del área del Proyecto. En este sentido, los operadores de los equipos contarán con todos los implementos de seguridad personal, incluyendo los de protección contra el ruido, de acuerdo con las normativas de seguridad laboral y prevención de riesgos.

#### **4.2.6. Componentes y Aspectos Ambientales en General**

- D.S. N° 72/86, Reglamento de Seguridad Minera, Ministerio de Minería, modificado recientemente (07/02/2004). Regula la eventual contaminación del aire, aguas y suelos como producto de la ejecución de proyectos mineros. Actúa como organismo fiscalizador el Servicio Nacional de Geología y Minería Regional.

### Relación con el Proyecto

El Proyecto corresponde a un proyecto de explotación de minerales.

### Cumplimiento

El Proyecto minero será sometido a aprobación técnica por parte del SERNAGEOMIN.

## **CAPÍTULO 5: PERTINENCIA DE UNA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

Conforme a los Artículos 9 y 11 de la Ley 19.300, los proyectos o actividades que deben someterse al SEIA requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental si generan o presentan alguno de los efectos, características o circunstancias señalados en el Artículo 11. Similar disposición está contenida en el artículo 4 del Reglamento del SEIA, el que señala que el titular de un proyecto o actividad de los comprendidos en su artículo 3° deberá presentar una Declaración de Impacto Ambiental, salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11 de la Ley y en los artículos 5 a 11 del Reglamento, en cuyo caso deberá presentar un EIA.

A continuación se presenta el análisis de los artículos 5 al 11 del Reglamento, a objeto de verificar que el Proyecto ‘Explotación Depósitos Huinquentipa Este Fases II y III’ no genera o presenta ninguno de los efectos, características o circunstancias que constituyen motivo de sometimiento al SEIA mediante la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental.

### **5.1. ARTÍCULO 5**

**El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta riesgo para la salud de la población debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos que genera o produce.**

A objeto de evaluar el riesgo a que se refiere el inciso anterior, se considerará:

**a) lo establecido en las normas primarias de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en el Estado que se señala en el artículo 7 del presente Reglamento.**

#### Efluentes Líquidos

El Proyecto no descargará residuos líquidos industriales de ningún tipo en ninguna etapa. Por su parte, durante la etapa de preparación, se estima la generación de unos 7 a 8 m<sup>3</sup>/día de aguas servidas (100 L/día/persona). En el área de faena se instalarán baños químicos que serán mantenidos y retirados por una empresa autorizada. Lo mismo sucederá durante la etapa de operación, en donde se generarán aproximadamente entre 9 y 10 m<sup>3</sup>/día de aguas servidas. Además, se contará principalmente con las instalaciones sanitarias de área de la mina Rosari. De acuerdo a ello, el Proyecto no reviste riesgo para la salud de la población en lo que se refiere a efluentes.

#### Emisiones Atmosféricas

Las actividades de preparación de los rajos serán transitorias y de corta duración, generarán emisiones reducidas de material particulado y gases de combustión, básicamente debido a la circulación de vehículos, movimientos de tierra y traslado de personal y materiales. Del mismo

modo, durante la etapa de operación, el camino y los frentes de trabajo que lo requieran serán humectados para minimizar la emisión de polvo. En consecuencia, el Proyecto no reviste riesgo para la salud de la población en lo que se refiere a emisiones atmosféricas y calidad del aire.

### Residuos

Durante la fase de preparación se generarán residuos sólidos domésticos (restos de comida, envases y envoltorios de comidas) cuya cantidad se ha estimado en 35 a 40 kg/día y una cantidad menor de residuos industriales inertes de construcción. Estos residuos serán recolectados, dispuestos y manejados según los sistemas de manejo que posee Collahuasi en sus instalaciones.

Durante la etapa de operación del proyecto se estima una generación de aproximadamente entre 45 y 50 kg/día de residuos sólidos domésticos. En caso de generarse residuos peligrosos, éstos serán manejados de acuerdo al Plan de Manejo que posee Collahuasi y que ha sido entregado a las autoridades. Por tanto, el Proyecto no reviste riesgo para la salud de la población en lo que se refiere a residuos.

#### **b) La composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera.**

De acuerdo a lo señalado en el punto anterior, el Proyecto no ocasionará riesgo para la salud de la población debido a la composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera.

#### **c) La frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera.**

Los efluentes de tipo doméstico, así como las emisiones a la atmósfera se producirán diariamente durante las etapas de preparación y operación de proyecto. Los residuos se generarán y manejarán en el área de operación de los rajes Huiniquinta Este Fases II y III, disponiéndose de sistemas portátiles para las aguas servidas (baños químicos). Además, se cuenta con los sistemas sanitarios del área de la mina Rosario. En consecuencia, el proyecto no ocasionará riesgo para la salud de la población debido a la frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera.

#### **d) La composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos.**

Se anticipa que el proyecto puede generar una pequeña cantidad de residuos sólidos de características peligrosas (aceites de recambio, grasas, filtros usados, huaiques, etc), los cuales serán retirados del lugar y manejados en los sistemas autorizados que dispone Collahuasi. Por lo señalado, el Proyecto no ocasionará riesgo para la salud de la población debido a la composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos.

#### **e) La frecuencia, duración y lugar de manejo de residuos sólidos.**

Los residuos de tipo doméstico y de construcción (inertes) se producirán diariamente durante la fase de preparación y operación del proyecto. En el sector de faena se dispondrá de sistemas portátiles (contenedores) para la acumulación y posterior retiro de los residuos sólidos.

domésticos e inertes, los cuales serán retirados del lugar y manejados en los sistemas autorizados que dispone Collahuasi.

Los residuos peligrosos eventualmente generados durante las etapas de preparación y operación de proyecto, serán incorporados al sistema de manejo de residuos peligrosos de Collahuasi el cual se encuentra en la etapa de adaptación a la nueva normativa, habiéndose presentado a la autoridad el respectivo Plan de Manejo de Residuos Peligrosos. El Plan de Manejo de Residuos Peligrosos de Collahuasi comprende el transporte y disposición final en instalaciones autorizadas.

En consecuencia, el Proyecto no ocasionará riesgo para la salud de la población debido a la frecuencia, duración y lugar de manejo de los residuos sólidos.

**f) La diferencia entre los niveles estimados de ruido emitido por el Proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde exista población humana permanente.**

Las actividades de preparación y operación de los rajes producirán un aumento momentáneo y poco significativo en los niveles de ruido del área, debido a las actividades de movimientos de tierra, montaje de equipos y tránsito vehicular. La población humana más próxima (Quatacondo) se ubica a más de 35 km al oeste de las faenas de Collahuasi por lo que no estará expuesta a las emisiones de ruido. Además, el área en donde se desarrollará el proyecto corresponde al actual área de operaciones de depositación de material estéril de la mina Rosario.

**g) Las formas de energía, radiación o vibraciones generadas por el Proyecto o actividad.**

El proyecto no contempla en ninguna de sus fases, la generación de energía, radiaciones o vibraciones que puedan ocasionar o presentar riesgo para la salud de la población.

**h) Los efectos de la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes emitidos o generados por el Proyecto o actividad.**

El proyecto no emitirá ni generará efluentes, emisiones ni residuos que combinados o interactuando entre ellos, puedan afectar a la población, tanto en la fase de construcción como de operación.

**Conclusión artículo 5**

*El Proyecto “Explotación Depósitos Huinquentipa Este Fases II y III”, no presentará o generará riesgos para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos que generará.*

## 5.2. ARTÍCULO 6

**El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su Proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire. A objeto de evaluar los efectos adversos significativos a que se refiere el inciso anterior, se considerará:**

**a) Lo establecido en las normas secundarias de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en el Estado que se señala en el artículo 7 del presente Reglamento.**

Tal como se señaló en el artículo precedente, el proyecto no generará efectos adversos significativos debido a emisiones atmosféricas, efluentes o residuos que puedan afectar el suelo, agua o aire.

**b) La composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera.**

Por lo señalado en el artículo precedente, el proyecto no ocasionará impacto en los recursos naturales renovables debido a la composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera.

**c) La frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera.**

Por lo señalado en el artículo precedente, el proyecto no ocasionará impacto en los recursos naturales renovables debido a la frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera.

**d) La composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos.**

Por lo señalado en las letras precedentes, el proyecto no ocasionará impacto en los recursos naturales renovables debido a la composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos.

**e) La frecuencia, duración y lugar del manejo de residuos sólidos.**

Por lo señalado en las letras y artículo precedente, el proyecto no ocasionará impacto en los recursos naturales renovables debido a la frecuencia, duración y lugar de manejo de los residuos sólidos.

**f) La diferencia entre los niveles estimados de inmisión de ruido con Proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación.**

El área en que se desarrollará el proyecto corresponde a un área de actuales operaciones mineras, incluida en el área de depositación de material estéril de la mina Rosario por lo que se trata de un área ya intervenida. Además, el ruido que se generará por las futuras operaciones de proyecto, es de menor intensidad al que se genera actualmente por las operaciones de la mina Rosario.

**g) Las formas de energía, radiación o vibraciones generadas por el Proyecto o actividad.**

El proyecto no generará formas de energía, radiación o vibraciones que pudiera afectar de manera adversa y significativa la cantidad y calidad de recursos naturales renovables. El área en que se desarrollará el proyecto corresponde a un área de actuales operaciones mineras, incluida en el área de depositación de material estéril de lamina Rosario, por lo que se trata de un área ya intervenida. Las vibraciones generadas por las tronaduras que se efectuarán en los nuevos rajos serán de menor intensidad que las efectuadas actualmente por la operación de la mina Rosario.

**h) Los efectos de la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes emitidos y/o generados por el Proyecto o actividad.**

El proyecto no emitirá ni generará en ninguna de sus fases, efluentes, emisiones ni residuos con contaminantes que combinados o interactuando entre ellos puedan afectar la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables.

**i) La relación entre las emisiones de los contaminantes generados por el Proyecto o actividad y la calidad ambiental de los recursos naturales renovables.**

Por lo señalado en las letras precedentes, el proyecto no generará emisiones de contaminantes que puedan afectar la calidad ambiental de recursos naturales renovables.

**j) La capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia del Proyecto o actividad.**

El proyecto no generará emisiones o residuos que requieran capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración por parte de los recursos naturales renovables presentes en el área. En efecto: (i) el Proyecto no generará emisiones atmosféricas que puedan afectar significativamente la calidad del aire y requieran capacidad de dispersión atmosférica; (ii) el Proyecto no contempla la descarga de residuos líquidos al ambiente que requieran capacidad de dilución o autodepuración.

Además, el área en que se desarrollará el proyecto corresponde a un área de actuales operaciones mineras, incluida en el área de depositación de material estéril de la mina Rosario, por lo que se trata de un área ya intervenida, que cuenta con la autorización ambiental para recibir el material estéril de la mina Rosario.

**k) La cantidad y superficie de vegetación nativa intervenida y/o explotada, así como su forma de intervención y/o explotación.**

No es aplicable a este proyecto ya que el área en que se desarrollará el proyecto corresponde a un área de actuales operaciones mineras, incluida en el área de depositación de material estéril de la mina Rosario, por lo que se trata de un área ya intervenida y que cuenta con la autorización ambiental para recibir el material estéril de la mina Rosario.

**l) La cantidad de fauna silvestre intervenida y/o explotada, así como su forma de intervención y/o explotación.**

No es aplicable a este proyecto ya que el área en que se desarrollará el proyecto corresponde a un área de actuales operaciones mineras, incluida en el área de depositación de material estéril de la mina Rosario, por lo que se trata de un área ya intervenida y que cuenta con la autorización ambiental para recibir el material estéril de la mina Rosario.

**m) El estado de conservación en que se encuentren especies de flora o de fauna a extraer, explotar, alterar o manejar, de acuerdo a lo indicado en los listados nacionales de especies en peligro de extinción, vulnerables, raras o insuficientemente conocidas.**

No es aplicable a este proyecto ya que el área en que se desarrollará el proyecto corresponde a un área de actuales operaciones mineras, incluida en el área de depositación de material estéril de la mina Rosario, por lo que se trata de un área ya intervenida y que cuenta con la autorización ambiental para recibir el material estéril de la mina Rosario.

**n) El volumen, caudal y/o superficie, según corresponda, de recursos hídricos a intervenir y/o explotar en:**

**n.1 vegas y/o bofedales ubicados en las Regiones I y II, que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas;**

**n.2 áreas o zonas de humedales que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales;**

**n.3 cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas milenarias y/o fósiles;**

**n.4 una cuenca o subcuenca hidrográfica transvasada a otra; o**

**n.5 lagos o lagunas en que se generen fluctuaciones de niveles.**

El Proyecto no extraerá recursos hídricos en ninguno de los sectores indicados en los párrafos anteriores.

El caudal estimado que se extraerá desde los rajos, producto de las actividades de desaguado de los mismo, se ha estimado entre 2 y 5 L/s, los cuales se estiman no modificarán los caudales superficiales de la quebrada Huiniquitipa, única quebrada que presenta escurrimientos superficiales en el área. Además, es necesario considerar que cuando se inicie la explotación de los rajos Huiniquitipa Este Fases II y III, cesará la explotación del rajo Huiniquitipa Este Fase I, cuyo caudal de desaguado es similar al pronosticado para el Proyecto; produciéndose de esta manera un efecto compensatorio.

Finalmente, los monitoreos de caudal efectuados en la quebrada Huiniquitipa (QDH2) no muestran afectación del caudal superficial durante el año 2006, año de operación del rajo Huiniquitipa Este Fase I, por lo que no se anticipa efecto alguno por la entrada en operaciones de los rajos Huiniquitipa Este Fases II y III.

No obstante lo anterior, Collahuasi mantiene el compromiso de mitigar las aguas de la quebrada Huiniquitipa en caso de déficit en su caudal, como se indica en el punto 4.4 de la RCA N°067/2001 del EIA proyecto Expansión 110ktpd Planta Concentradora Collahuasi: “La apertura

y profundización del rajo Rosario, puede generar un efecto de drenaje por afloramiento del agua subterránea en las paredes y fondo del rajo, atrayendo flujos y abatiendo los niveles de agua subterránea circundante. Consecuentemente, se eventualmente se podría afectar el caudal superficial de la quebrada. El proyecto original contempla la siguiente medida de mitigación al respecto:

- Recargar artificialmente, con aguas de calidad similar, el cauce de la Quebrada Huiniquintipa con agua fresca extraída de pozos, de modo de mantener el flujo superficial dentro de los rangos normales.

**ñ) las alteraciones que pueda generar sobre otros elementos naturales y/o artificiales del medio ambiente la introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o de fauna; así como la introducción al territorio nacional, o uso, de organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares.**

El Proyecto no contempla la introducción al territorio nacional de ninguna especie de flora o fauna u organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares.

**o) La superficie de suelo susceptible de perderse o degradarse por erosión, compactación o contaminación.**

El proyecto se desarrollará en el área de las actuales operaciones mineras de la mina Rosario, específicamente en el área de depositación de material estéril de la mina Rosario, por lo que se trata de un área ya intervenida y que cuenta con la autorización ambiental para recibir el material estéril de la mina Rosario.

**p) La diversidad biológica presente en el área de influencia del Proyecto o actividad, y su capacidad de regeneración.**

El proyecto se desarrollará en el área de las actuales operaciones mineras de la mina Rosario, específicamente en el área de depositación de material estéril de la mina Rosario, por lo que se trata de un área ya intervenida y que cuenta con la autorización ambiental para recibir el material estéril de la mina Rosario.

### **Conclusión artículo 6**

*El Proyecto “Explotación Depósitos Huiniquintipa Este Fases II y III”, no presentará adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua, aire.*

### 5.3. ARTÍCULO 8

**El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su Proyecto o actividad genera reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos. A objeto de evaluar si el Proyecto o actividad genera reasentamiento de comunidades humanas, se considerará el desplazamiento y reubicación de grupos humanos que habitan en el área de influencia del Proyecto o actividad, incluidas sus obras y/o acciones asociadas. Asimismo, a objeto de evaluar si el Proyecto o actividad genera alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, se considerará el cambio producido en las siguientes dimensiones que caracterizan dicho sistema de vida:**

- a) **Dimensión geográfica, consistente en la distribución de los grupos humanos en el territorio y la estructura espacial de sus relaciones, considerando la densidad y distribución espacial de la población; el tamaño de los predios y tenencia de la tierra; y los flujos de comunicación y transporte.**
- b) **Dimensión demográfica, consistente en la estructura de la población local por edades, sexo, rama de actividad, categoría ocupacional y status migratorio, considerando la estructura urbano rural; la estructura según rama de actividad económica y categoría ocupacional; la población económicamente activa; la estructura de edad y sexo; la escolaridad y nivel de instrucción; y las migraciones.**
- c) **Dimensión antropológica, considerando las características étnicas; y las manifestaciones de la cultura, tales como ceremonias religiosas, peregrinaciones, procesiones, celebraciones, festivales, torneos, ferias y mercados.**
- d) **Dimensión socio-económica, considerando el empleo y desempleo; y la presencia de actividades productivas dependientes de la extracción de recursos naturales por parte del grupo humano, en forma individual o asociativa.**
- e) **Dimensión de bienestar social básico, relativo al acceso del grupo humano a bienes, equipamiento y servicios, tales como vivienda, transporte, energía, salud, educación y sanitarios.**

El Proyecto no implica el reasentamiento de comunidades humanas. El proyecto se localiza en el actual área de operaciones de Collahuasi (mina Rosario), en un área rural, a más de 35 km de la población establecida más próxima (Guatacondo), sin que se requiera ningún tipo de interacción con ella.

En consecuencia, no se prevé la alteración de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, en ninguna de las dimensiones señaladas en el presente artículo.

---

### **Conclusión artículo 8**

*El proyecto no generará reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.*

### **5.4. ARTÍCULO 9**

**El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su Proyecto o actividad se localiza próximo a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar. A objeto de evaluar si el Proyecto o actividad se localiza próximo a población, recursos o áreas protegidas susceptibles de ser afectados, se considerará:**

**a) La magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del Proyecto o actividad en o alrededor de áreas donde habite población protegida por leyes especiales.**

El proyecto no se ubica próximo a población protegida por leyes especiales.

**b) La magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del Proyecto o actividad en o alrededor de áreas donde existen recursos protegidos en forma oficial.**

El proyecto no se emplaza en un área protegida en forma oficial.

**c) La magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del Proyecto o actividad en o alrededor de áreas protegidas o colocadas bajo protección oficial.**

El proyecto no se emplaza en un área protegida o colocada bajo protección oficial.

### **Conclusión artículo 9**

*El proyecto no se localiza próximo a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, y no afectará el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.*

### **5.5. ARTÍCULO 10**

**El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su Proyecto o actividad genera alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona. A objeto de evaluar si el Proyecto o actividad, en cualquiera de sus etapas, genera o presenta alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, se considerará:**

**a) La duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a zonas con valor paisajístico.**

**b) La duración o la magnitud en que se alteren recursos o elementos del medio ambiente de zonas con valor paisajístico o turístico.**

c) **La duración o la magnitud en que se obstruye el acceso a los recursos o elementos del medio ambiente de zonas con valor paisajístico o turístico.**

d) **La intervención o emplazamiento del Proyecto o actividad en un área declarada zona o centro de interés turístico nacional, según lo dispuesto en el Decreto Ley N° 1.224 de 1975.**

El proyecto no se emplaza en un área declarada zona o centro de interés turístico nacional, según lo dispuesto en el Decreto Ley N°1.224 de 1975. El Proyecto habilitará obras que no obstruirán la visibilidad de la zona costera con valor paisajístico, ni obstruirán el acceso a recursos o elementos del medio ambiente de este tipo de zonas. En consecuencia, el proyecto no generará una alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de la zona.

#### **Conclusión artículo 10**

*El proyecto no generará ni presentará alteración, en términos de magnitud y duración, del valor paisajístico o turístico de la zona, puesto que en su área de influencia no existen zonas de este tipo.*

#### **5.6. ARTÍCULO 11**

**El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su Proyecto o actividad genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico, y en general los pertenecientes al patrimonio cultural. A objeto de evaluar si el Proyecto o actividad, respecto a su área de influencia, genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural, se considerará:**

a) **La proximidad a algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288.**

El Proyecto no tiene proximidad a Monumentos Nacionales definidos por la Ley 17.288.

b) **La magnitud en que se remueva, destruya, excave, traslade, deteriore o se modifique en forma permanente algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288.**

El Proyecto no requiere remover, destruir, excavar, trasladar, deteriorar o modificar algún Monumento Nacional.

c) **La magnitud en que se modifique o deteriore en forma permanente construcciones, lugares o sitios que por sus características constructivas, por su antigüedad, por su valor científico, por su contexto histórico o por su singularidad, pertenecen al patrimonio cultural**  
No se han registrado sitios o elementos arqueológicos e históricos en el área del proyecto. No obstante, ante cualquier hallazgo de elementos pertenecientes al patrimonio cultural que pudiera ser encontrado producto de las labores de construcción, se dará aviso a las autoridades pertinentes y se procederá según lo establece la normativa vigente.

**d) La proximidad a lugares o sitios en que se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folclore de algún pueblo, comunidad o grupo humano.**

En el área donde se desarrollará el proyecto no existen lugares o sitios donde se lleven a cabo manifestaciones de la cultura o folclore de algún pueblo, comunidad o grupo humano.

**Conclusión artículo 11**

*El proyecto no generará o presentará alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.*

**5.7. CONCLUSIÓN**

De acuerdo al análisis realizado en las secciones precedentes, se concluye que el Proyecto “Explotación Depósitos Huinquentipa Este Fases II y III” no generará o presentará ninguno de los efectos, características o circunstancias señalados en el artículo 11 de la Ley 19.300, y en los Artículos 5 al 11 del Reglamento del SEIA, que amerite la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental. Por lo tanto, resulta procedente el ingreso al SEIA a través de una Declaración de Impacto Ambiental, bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresa que el Proyecto cumple con la legislación ambiental vigente.



---

## CAPÍTULO 6: PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

De acuerdo con lo que indica el Artículo N° 16 del D.S. 95, la DIA debe acompañar la documentación y los antecedentes para acreditar el cumplimiento de los requisitos y contenidos de los permisos ambientales sectoriales contemplados en los artículos del Título VI de dicha normativa.

En relación a lo establecido en el Art. 16, se realizó un análisis de los artículos señalados precedentemente y la empresa cuenta con los permisos para la disposición de aguas servidas y disposición de residuos sólidos.

Sobre la base de lo señalado, sólo fue identificado como permiso ambiental sectorial aplicable al Proyecto de Explotación Depósitos Huinquentipa Este Fases II y III, el correspondiente al Art. N° 88 que permite el establecimiento de estériles a que se refiere el artículo 318 del D.S. N° 72/85 del Ministerio de Minería, Reglamento de Seguridad Minera, cuyos requisitos se identifican en la Tabla N° 10 siguiente.

**Tabla N° 10**  
**Permisos Ambientales Sectoriales**

Permisos	Autoridad	Requisitos
<p>Artículo 88. Permiso para establecer un apilamiento de residuos mineros a que se refiere el inciso 2° del artículo 233 y botaderos de estériles a que se refiere el artículo 318, ambos del D.S. N° 72/85 del Ministerio de Minería, Reglamento de Seguridad Minera.</p> <p>Nota: El permiso señalado en el artículo 88 del Reglamento del SEIA, fue modificado por el DS 132/2002. No obstante los requisitos para la obtención del permiso son los mismos.</p>	<p>SERNAGEOMIN</p>	<p>En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas apropiadas para el adecuado drenaje natural o artificial, que evite el arrastre del material depositado, para lo que será necesario presentar la descripción del plan indicando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Suelo, considerando la descripción del uso del suelo, de su capacidad de uso, clasificación según aptitud y características edafológicas. Además deberá indicarse si se encuentra regulado por algún instrumento de planificación territorial o si forma parte de un área bajo protección oficial.</li> <li>b) Subsuelo, considerando su estratigrafía y permeabilidad.</li> <li>c) Calidad del aire, clima y/o meteorología, considerando niveles de material particulado y otros contaminantes atmosféricos relevantes, así como temperatura, humedad, precipitaciones y vientos.</li> <li>d) Geología y geomorfología, considerando riesgos de remoción en masa, riesgos volcánicos, geomorfológicos y sísmicos, en relación a estructuras geológicas, así como las condiciones de superficie.</li> <li>e) Hidrogeología e hidrología, considerando la eventual perturbación de flujos de agua subterránea o superficial, ya sea por contaminación o por uso, incluyendo un plano de la hoya hidrográfica involucrada, que contenga la identificación de zonas habitadas.</li> </ul> <p>Todos estos antecedentes, que ya fueron evaluados en el EIA del proyecto original de explotación y que incluyó la explotación de minerales en Huinquentipa, se encuentran en el Anexo A de este documento.</p>



---

## **CAPÍTULO 7: COMPROMISOS AMBIENTALES VOLUNTARIOS**

Dadas las características y ubicación del proyecto “Explotación Depósitos Huiniquipa Este Fases II y III” de Collahuasi, la ejecución del mismo no considera compromisos ambientales de carácter voluntario.



## **CAPÍTULO 8: FIRMA DE LA DECLARACIÓN**

En la representación en que comparezco, bajo juramento declaro que, en base a los antecedentes presentados, Cía. Minera Doña Inés de Collahuasi SCM cumple con la normativa ambiental vigente aplicable a la ejecución del proyecto “Explotación Depósitos Huiniquinta Este Fases II y III”.

Juan Carlos Palma Irrázaval  
RUT 5.134.497-9

Firmado en Iquique, 16 de diciembre de 2006.

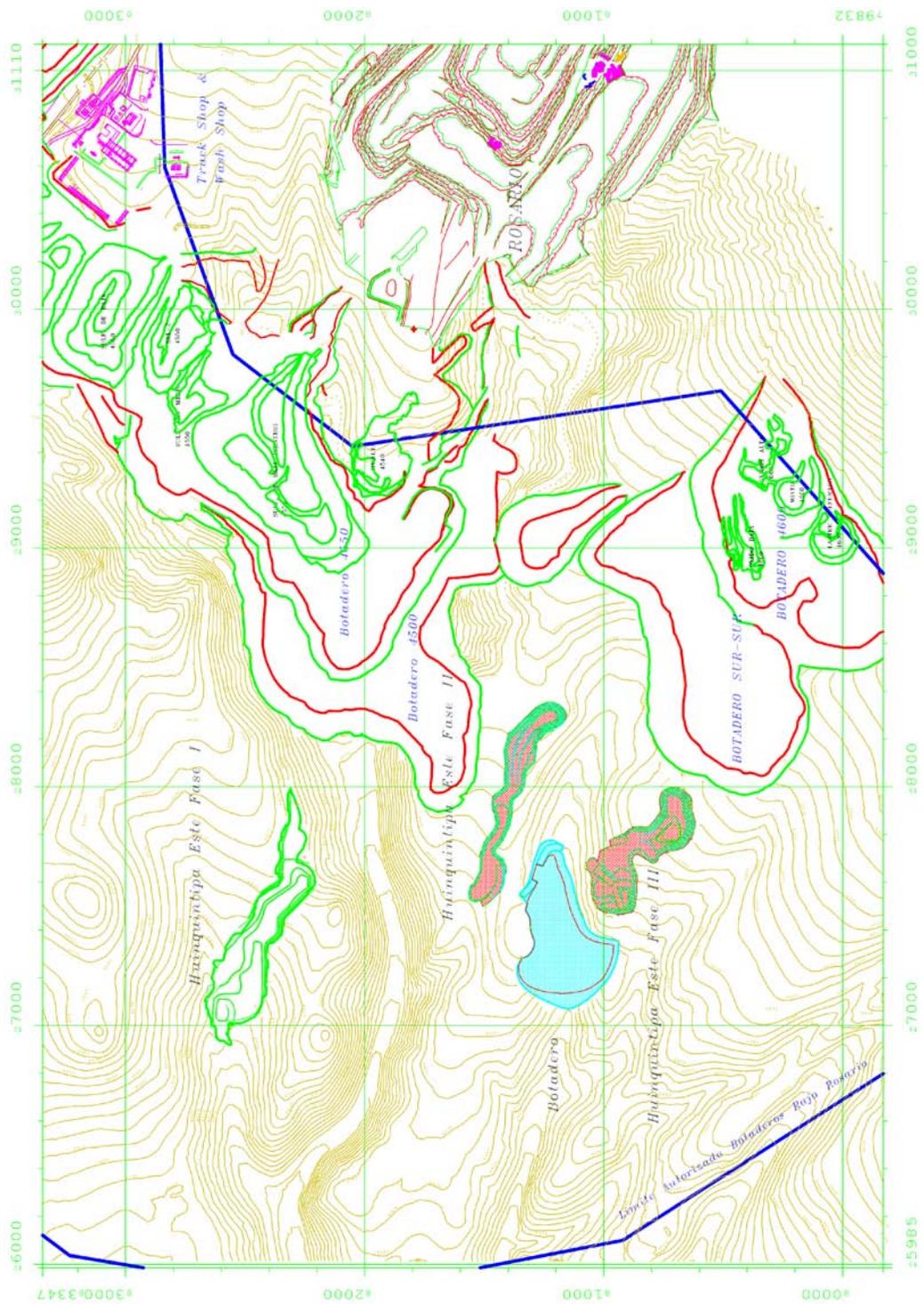


## **FIGURAS**



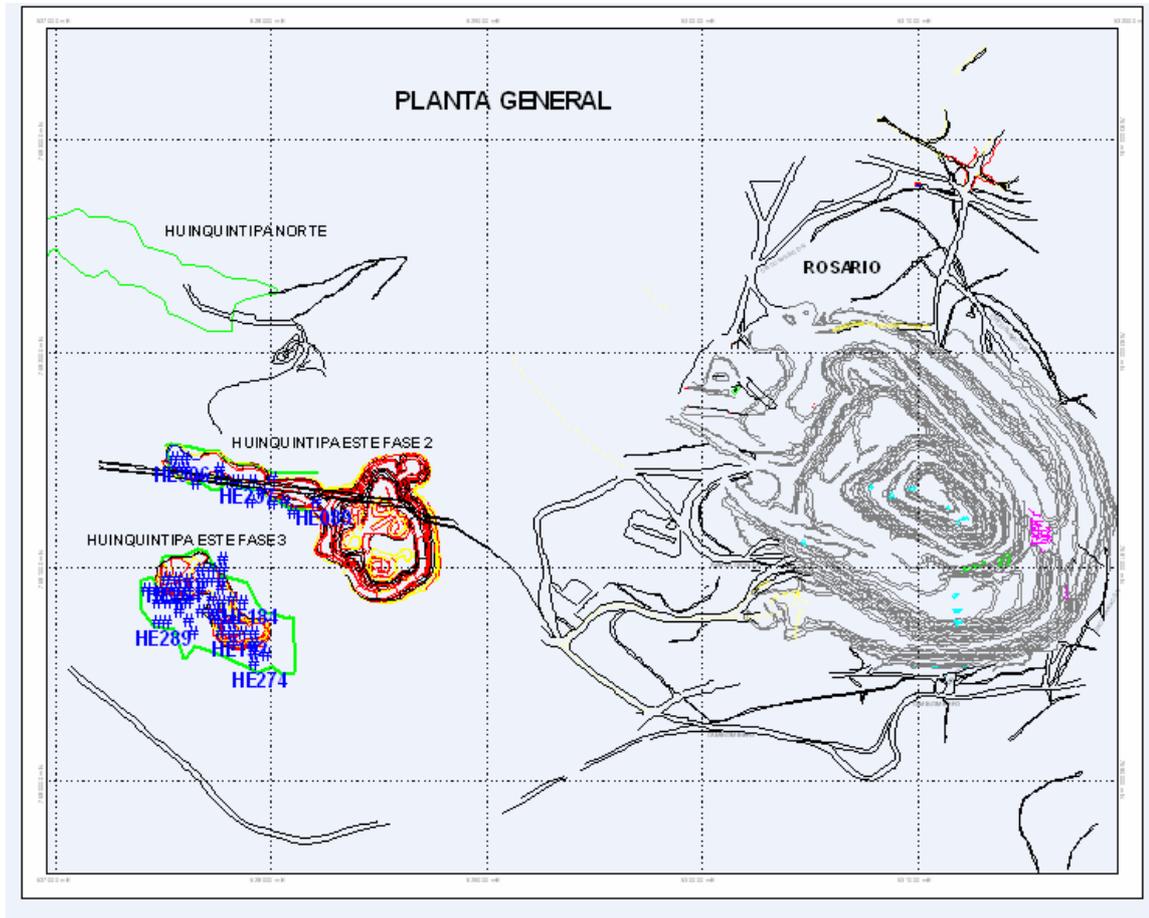
**FIGURA N°1**  
**Ubicación Regional del Proyecto**

**Declaración de Impacto Ambiental**  
**Proyecto Explotación Depósitos Huinquentipa**  
**Este Fases II y III**  
**Diciembre de 2006**



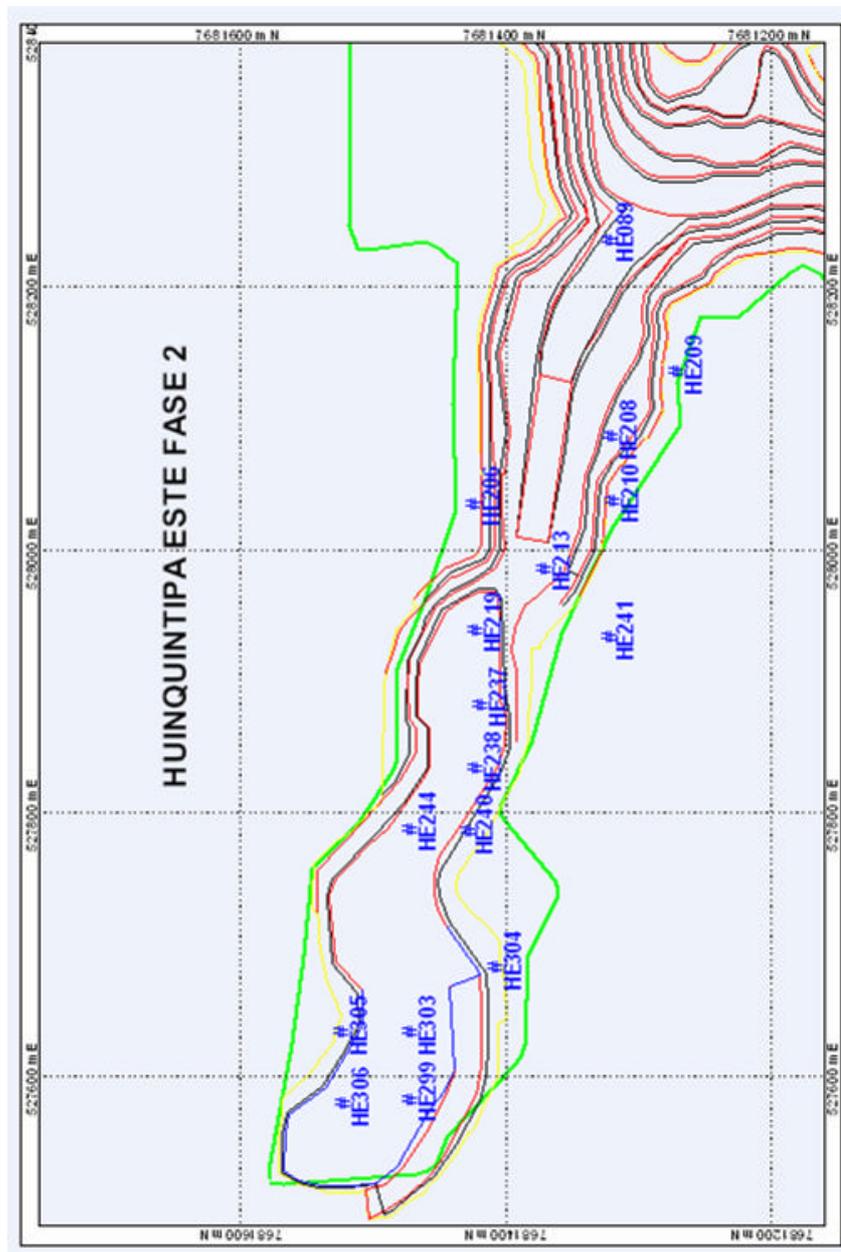
**FIGURA N°2**  
**Ubicación específica del Proyecto dentro del Área Industrial del Rajo Rosario**

**Declaración de Impacto Ambiental**  
**Proyecto Explotación Depósitos Huinquintipa**  
**Este Fases II y III**  
**Diciembre de 2006**



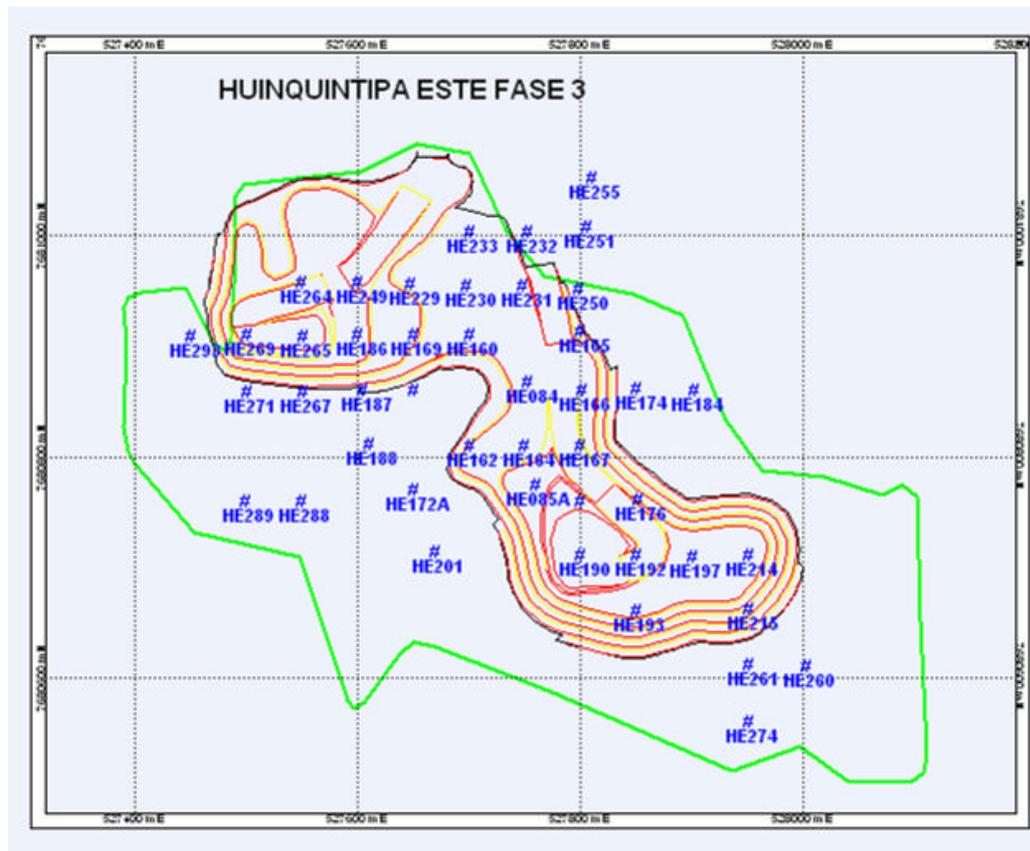
**FIGURA N°3**  
**Ubicación General de Pozos de Exploración**

**Declaración de Impacto Ambiental**  
**Proyecto Explotación Depósitos Huinquantipa**  
**Este Fases II y III**  
**Diciembre de 2006**



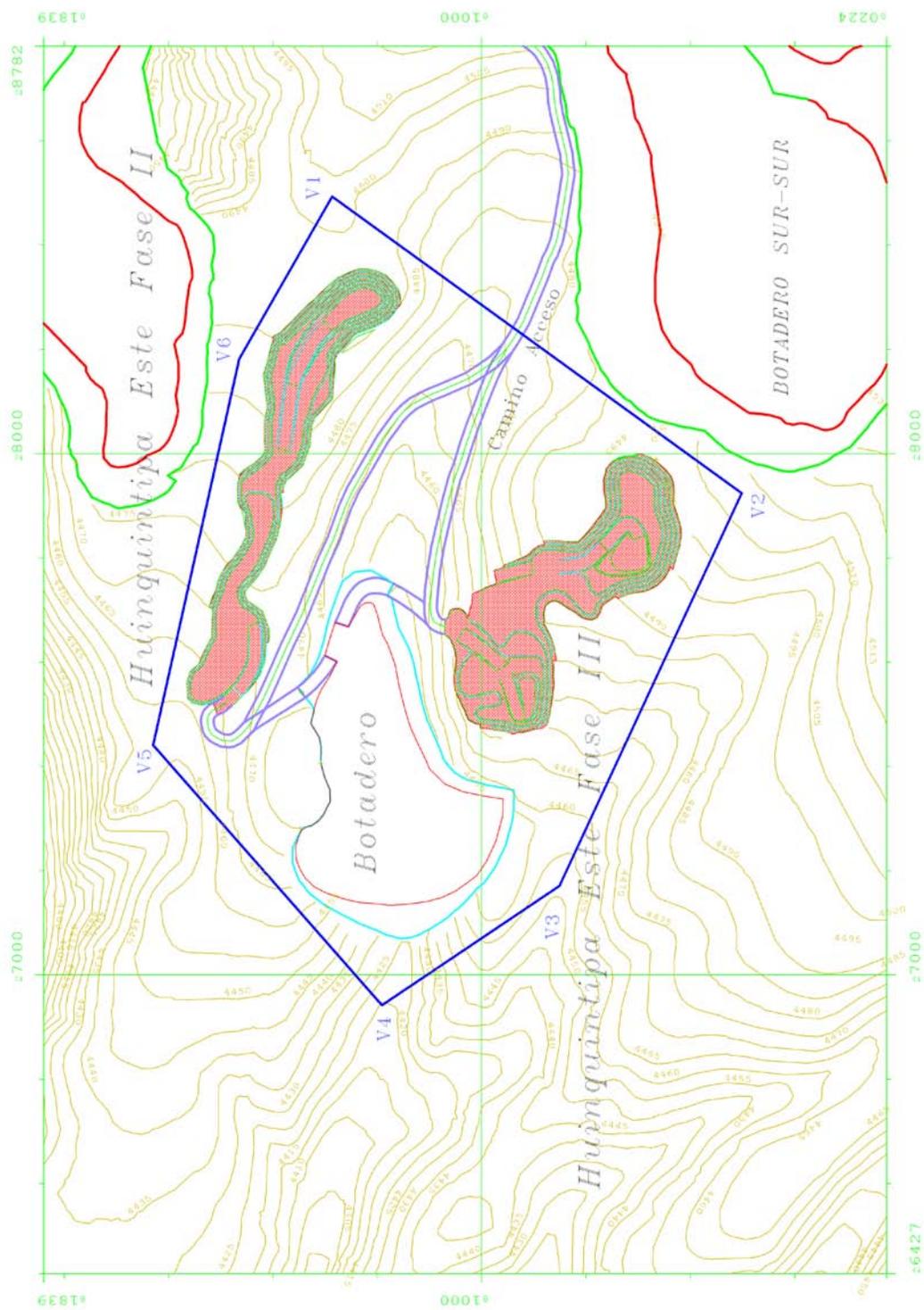
**FIGURA N°4**  
**Ubicación de Pozos de Exploración utilizados para análisis hidrogeológico en Huinquantipa Este Fase II**

**Declaración de Impacto Ambiental**  
**Proyecto Explotación Depósitos Huinquantipa Este Fases II y III**  
**Diciembre de 2006**



**FIGURA N°5**  
**Ubicación de Pozos de Exploración utilizados**  
**para análisis hidrogeológico en Huinquantipa Este**  
**Fase III**

**Declaración de Impacto Ambiental**  
**Proyecto Explotación Depósitos Huinquantipa**  
**Este Fases II y III**  
**Diciembre de 2006**



**FIGURA N°6**  
**Layout Botadero y Rajos Huinquantipa Este Fases II y III**

**Declaración de Impacto Ambiental**  
**Proyecto Explotación Depósitos Huinquantipa**  
**Este Fases II y III**  
**Diciembre de 2006**



**ANEXO A  
ANTECEDENTES TÉCNICOS PERMISO BOTADERO DE ESTÉRIL**



COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE COLLAHUASI SCM  
GERENCIA DE GEOLOGÍA  
SUPERINTENDENCIA GEOTECNIA

---

**EVALUACIÓN GEOMECÁNICA  
DE ESTABILIDAD RAJOS Y BOTADERO  
PROYECTO EXPLOTACIÓN RAJOS HUIN-  
QUINTIPA ESTE FASES II Y III**

---



## SGT-INF-046

<b>FECHA</b>	<b>01 DE NOVIEMBRE DE 2006</b>
<b>TITULO INFORME</b>	<b>EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE ESTABILIDAD RAJOS Y BOTADERO PROYECTO EXPLOTACIÓN RAJOS HUINQUINTIPA ESTE FASES II Y III</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>SGT-INF-046</b>
<b>CONTENIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>I RESUMEN EJECUTIVO</li> <li>II CONCLUSIONES</li> <li>III RECOMENDACIONES</li>   <li>1. INTRODUCCIÓN</li> <li>2. ANTECEDENTES Y FUENTES DE INFORMACIÓN</li> <li>3. OBJETIVOS Y ALCANCES</li> <li>4. ANTECEDENTES GENERALES                         <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 DISEÑO GEOMÉTRICO DE TALUDES Y BOTADEROS</li> <li>4.2 CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE MATERIALES</li> </ul> </li> <li>5. EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE DISEÑOS                         <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD DE LOS DISEÑOS</li> <li>5.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL DISEÑO</li> <li>5.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN GEOMECÁNICA</li> </ul> </li> </ul>
<b>ANEXOS</b>	<b>S/ANEXOS</b>
<b>PREPARADO POR:</b>	<b>EUGENIO SANTANDER A.</b> INGENIERO GEOTÉCNICO
<b>REVISADO POR:</b>	<b>ANTONIO BONANI R.</b> SUPERINTENDENTE GEOTECNIA
<b>APROBADO POR:</b>	<b>ANTONIO BONANI R.</b> SUPERINTENDENTE GEOTECNIA
<b>DISTRIBUCION</b>	[C. ROJAS, J. CAMACHO, G. URRUTIA, M. QUIÑONES, A. MÜLLER, J. DIAZ, H. MIDDLETON, O. ROJAS, R. MARABOLÍ, L. GONZÁLEZ]



## I. RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó una evaluación geomecánica de los **Rajos Huinquentipa Este Fases II y III** en una etapa conceptual de Ingeniería. Los resultados están basados en una primera aproximación geotécnica de los materiales a ser excavados tanto en rocas como en suelos.

A pesar que la información geológico – estructural, geotécnico e hidrogeológico no es abundante, permite de igual forma establecer una primera aproximación en la evaluación de los diseño geotécnicos.

De hecho, se tienen resultados de ensayos de laboratorio<sup>[1]</sup> para algunas unidades litológicas definidas en el sector (Unidad Sedimentaria y Calizas) que permitieron mejorar la aproximación numérica, a pesar que la información de curvas con disposición del nivel freático y particularmente de estructuras principales relevantes que presenten una extensión mayor a 90m de longitud, aún están en proceso, asumiendo para el estudio la mejor aproximación con la información disponible.

Además, se evaluó el diseño del botadero presentado dentro del Proyecto Huinquentipa Este Fases II y III dado los diseños entregados por la Superintendencia de Ingeniería.

Los resultados geomecánicos obtenidos consideran el uso de toda la información disponible y la experiencia geotécnica de los rajos ya explotados o actualmente en explotación en el distrito Minero de Collahuasi. Además, dentro de la evaluación se incluye el efecto que potencialmente podría generar un sismo a través de un análisis simplificado pseudo-estático, particularmente a partir de la experiencia del terremoto ocurrido en la zona Norte el 13 de Junio 2005.

---

[1] Se realizaron ensayos de propiedades índice, resistencia a la compresión uniaxial y triaxial.



## II. CONCLUSIONES

- Las Tablas A y B entregan los resultados de la evaluación geomecánica de los diseños de taludes y botaderos entregados por la Superintendencia de Ingeniería.

**TABLA A**  
 Factores de Seguridad y Probabilidades de Falla – Taludes Rajos Proyecto HE fases II y III

Rajo	Análisis Estático		Análisis Cuasi-estático			
			Sismo Operacional (k=0.05)		Sismo Máximo Probable (k=0.12)	
	FS	PF	FS	PF	FS	PF
HE Fase II (SGC-01)	1.4	<5%	1.2	10%	1.1	28%
HE Fase III (SGC-02)	1.5	<5%	1.4	<5%	1.1	21%

**TABLA B**  
 Factores de Seguridad y Probabilidades de Falla Botaderos Rajos Proyecto HE fases II y III

Botadero	Análisis Estático		Análisis Cuasi-estático			
			Sismo Operacional (k=0.05)		Sismo Máximo Probable (k=0.12)	
	FS <sup>[1]</sup>	PF	FS	PF	FS	PF
Sección Oeste (SB-01)	1.7-2.5	<5%	1.6-2.4	<10%	1.4-2.2	<10%
Sección Sur (SB-02)	2.2-2.5	<5%	2.0-1.3	<10%	1.85-2.2	<10%

<sup>[1]</sup> El rango entregado corresponde a aquellos valores obtenidos para taludes independientes dentro del botadero

- De los resultados obtenidos, se concluye que los diseños evaluados de taludes y botaderos **cumplen totalmente con los criterios de aceptabilidad<sup>[a]</sup> definidos para el Proyecto**, considerando el tamaño y vida útil de de los rajos Huinquentipa Este Fases II y III.

<sup>[a]</sup> Los criterios de Aceptabilidad se encuentran detallados en cuerpo del informe, Tabla 2.



### III RECOMENDACIONES

- Considerar los parámetros geométricos de diseño de taludes entregados en Tabla C, como **aceptables de ser implementado desde el punto de vista geotécnico** en los taludes de los Rajos Huinquintipa Este Fases II y III.

**TABLA C**  
 Parámetros Geométricos de diseño taludes rajos HE Fases II y III

	Altura de Banco	Angulo cara banco	Ancho de Berma	Angulo Inter-rampa	Altura total inter-rampa <sup>[1]</sup>
HE Fase II	10m	75°	4.7m	53°	50m
HE Fase III	10m	75°	6.3	48°	50m

<sup>[1]</sup> El diseño geométrico considera sólo una rampa en cada una de los rajos ubicada hacia el fondo mina

- Continuar con el proceso de caracterización geológica, estructural, geotécnica e hidrogeológica con el fin de mejorar el conocimiento respecto de la información utilizada y particularmente, con miras a evaluar de mejor forma los parámetros geométricos de diseños entregados en Tabla C.



## 1. INTRODUCCIÓN

Se realizó una evaluación geomecánica de los **Rajos Huinquentipa Este Fases II y III** en una etapa de Ingeniería Conceptual. Los resultados están basados en una primera aproximación respecto de la caracterización geotécnica de los materiales a ser excavados tanto en rocas como en suelos.

El resultado del informe deberán ser complementados con una mayor recopilación de antecedentes que permitan sostener la próxima etapa de Ingeniería Básica, a través de la realización de una más completa caracterización geológica y estructural a partir de sondajes orientados, ensayos geotécnicos de laboratorio, información que permitirá la realización de un mejor análisis geomecánico tanto a los taludes como a los botaderos de material.

## 2. ANTECEDENTES Y FUENTES DE INFORMACIÓN

El desarrollo del presente documento fue estructurado a partir de los siguientes antecedentes y fuentes de información:

- ✍ Documento Inédito. Comunicación Personal – Mariano Riveros – Superintendencia de Geología. [Litologías y estructuras de Proyecto Huinquentipa Este Fases II y III]
- ✍ Archivo DXF. Comunicación personal – Harold Middleton – Superintendencia Ingeniería. [Diseños geométricos taludes y botaderos Proyecto Huinquentipa Este Fases II y III]
- ✍ Ingeniería Conceptual – Estudio de Taludes Proyecto Huinquentipa Este (Fase I) CMDIC. Noviembre 24. 2002

## 3. OBJETIVOS Y ALCANCES

Evaluar geomecánica a un nivel de Ingeniería Conceptual y bajo una condición estática y dinámica aquellos diseños mineros de taludes y de botadero del sector de los rajos Huinquentipa Este Fases II y III, entregados por la Superintendencia de Ingeniería – Gerencia de Minas.

El informe se divide en dos partes, la primera considera la definición de antecedentes propios de la caracterización geomecánica del macizo rocoso (geología, estructuras, geotecnia e hidrogeología) y la segunda entrega los resultados de la evaluación geomecánica de los diseños mineros entregados por Ingeniería y complementariamente, la respectiva propuesta de diseño geométrico a escala banco – berma e Inter-rampa/global según aspectos geomecánicos de estabilidad de los taludes y botaderos durante la vida útil de la operación.



## 4. ANTECEDENTES GENERALES

### 4.1 DISEÑOS GEOMÉTRICOS

#### 4.1.1 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS RAJOS

La Figura 1 entrega una vista en planta con la disposición de los Rajos Huinquentipa Este Fases II y III. Por otro lado, las Figuras 2a y 2b, entregan vistas en perfil con diseño geométrico a escala banco – berma e inter-rampa/global presentado por la Superintendencia de Ingeniería para su evaluación.

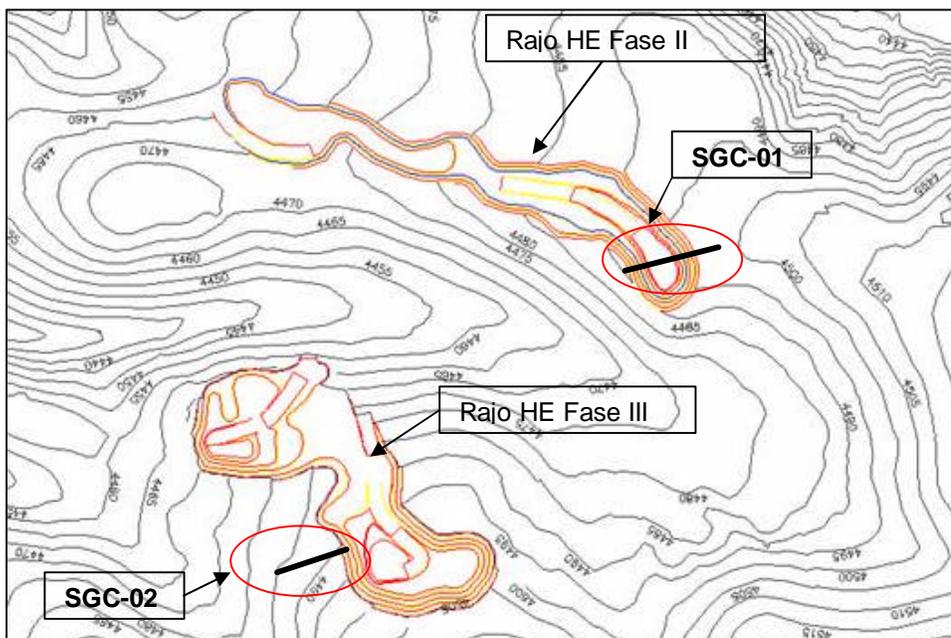
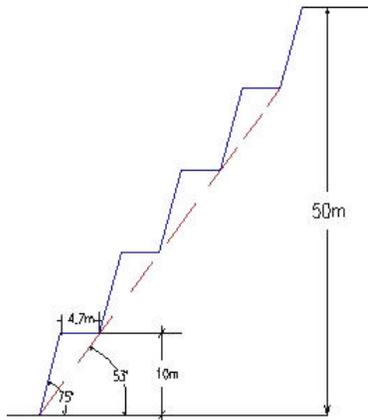
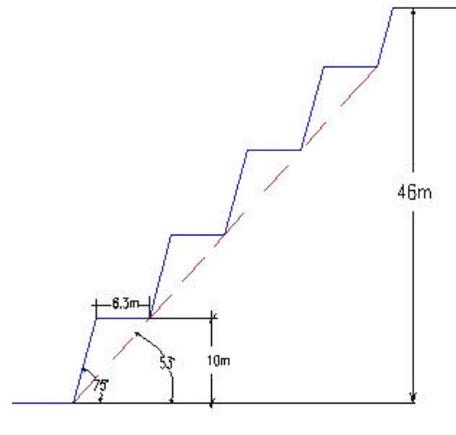


FIGURA 1. Vista de los Rajos HE Fases II y III junto con secciones consideradas para evaluación geomecánica.



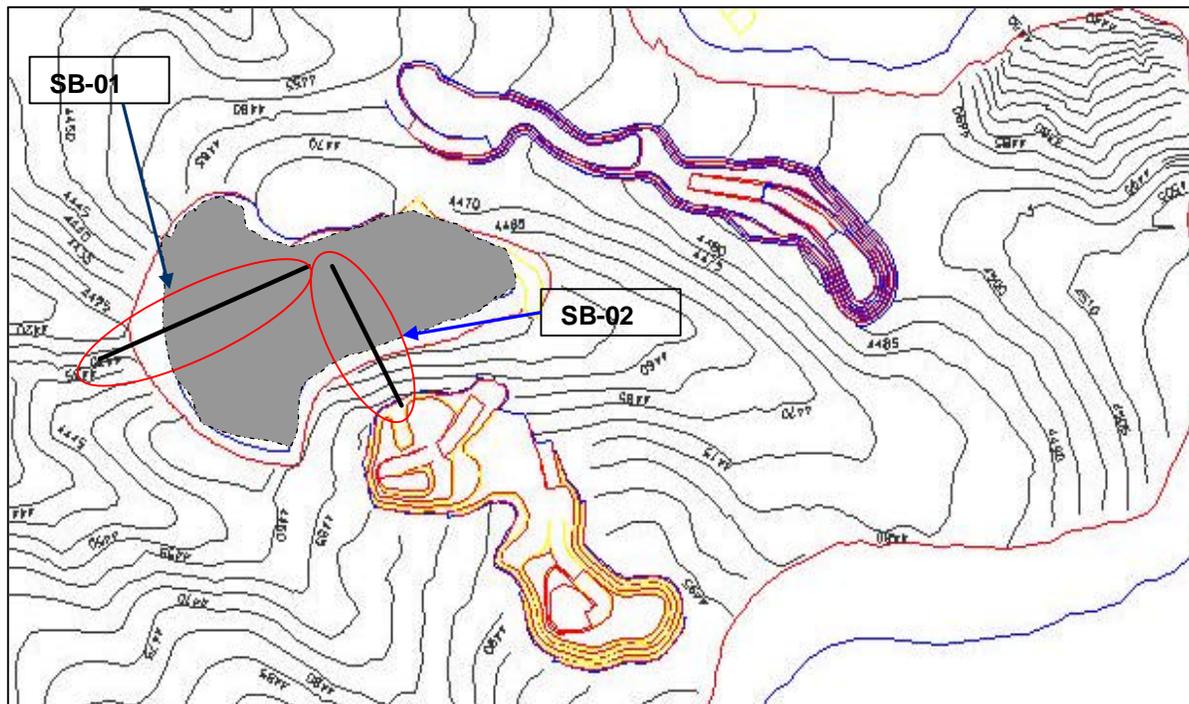
**FIGURA 2A.** Perfil geométrico de talud a escala inter-rampa/global – **sección Geotécnica SGC01 (Rajo HE Fase II)**. Altura inter-rampa=50m, ángulo cara banco =75°, ángulo inter-rampa=53°, ancho de berma =4.7m y altura de banco = 10m.



**FIGURA 2B.** Perfil geométrico de talud a escala inter-rampa/global – **sección Geotécnica SGC02 (Rajo HE Fase III)**. Altura inter-rampa=50m, ángulo cara banco =75°, ángulo inter-rampa = 48°, ancho de berma = 6.3 y altura de banco = 10m.

#### 4.1.2 DISEÑOS GEOMÉTRICO DEL BOTADERO

El diseño de los botaderos para la depositación del lastre de los rajos Huinquentipa Este Fases II y III fue entregado por la Superintendencia de Ingeniería [Figuras 3 y 4].



**FIGURA 3.** Ubicación del Botadero Proyecto rajos HE Fases II y III achurado en color amarillo



FIGURA 4A. Perfil (SB01) de Proyecto HE Fases II y III (Pared Oeste)

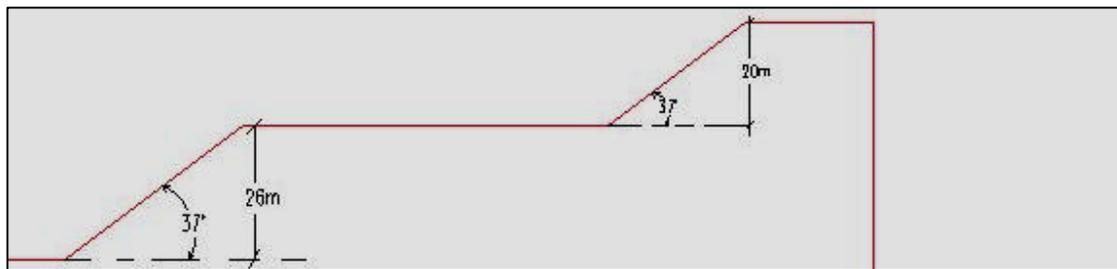


FIGURA 4B. Perfil (SB02) de Proyecto HE Fases II y III (Pared Sur)

Este botadero considera la depositación de aprox. 6Mton de material tipo grava. La fundación sobre la cual se depositará el material corresponde de igual a forma gravas con material arcilloso.

## 4.2 CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE MATERIALES

### 4.2.1 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

La información de unidades litológicas presentes en los Rajos fue definida a partir de mapeos superficiales realizados en el sector. En Figura 5, es posible apreciar la ubicación del proyecto Huinquentipa Este Fases II y III dentro de las áreas exploradas. Por otro lado, la descripción de cada una de las unidades litológicas se detalla a continuación:

- ? **GRAVAS:** Gravas superficiales no Consolidadas. **PALEOGRAVAS:** Gravas semiconsolidadas cementadas por óxidos de cobre, principalmente crisocola, acompañada de copper pitch y copper Wad.
- ? **UNIDAD SEDIMENTARIA:** Secuencia clástica compuesta por areniscas y areniscas volcánicas, ocasionalmente niveles delgados de caliza y lutitas. Las areniscas son en general de grano medio, con puntual presencia de carbonatos de intensidad débil a media; estos niveles generalmente se encuentran asociados a las zonas de contacto con los estratos de caliza. Frecuentemente esta roca se presenta fresca, salvo por el nivel superior lixiviado.
- ? **LAVAS:** Secuencia de rocas volcánicas de composición Dacítica a Riolítica, de coloración rojiza y blanquecina. No presenta carbonatos (alto contenido de sílice primario).
- ? **TOBAS:** Unidad piroclástica compuesta esencialmente por una matriz fina cinerítica (ceniza) y líticos volcánicos de composición variable desde andesitas a riolitas, pero exclusiva-



mente asociado al nivel de contacto con las calizas.

- ? **CALIZAS:** Unidad sedimentaria de origen químico compuesta principalmente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Localmente se encuentra silicificada sin presencia de carbonatos distinguibles macroscópicamente.

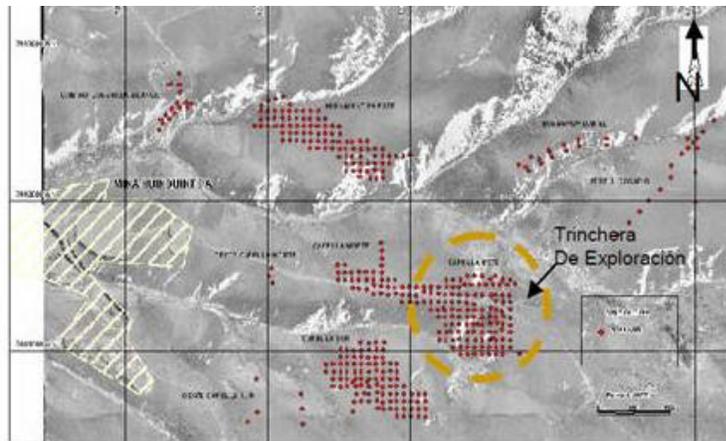


FIGURA 5. Ubicación del Proyecto HE Fases II y III encerrado en círculo amarillo

#### 4.2.2 CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL

La información de estructuras principales descritas a nivel de distrital se presenta en la Figura 6. En esta figura, se muestra en azul el sistema de fallas mapeadas en superficie, ellas tendrían un manteo sub-vertical (mayor a  $80^\circ - 85^\circ$ ) y su dirección varía NE-SW, las líneas rojas representan vetas.

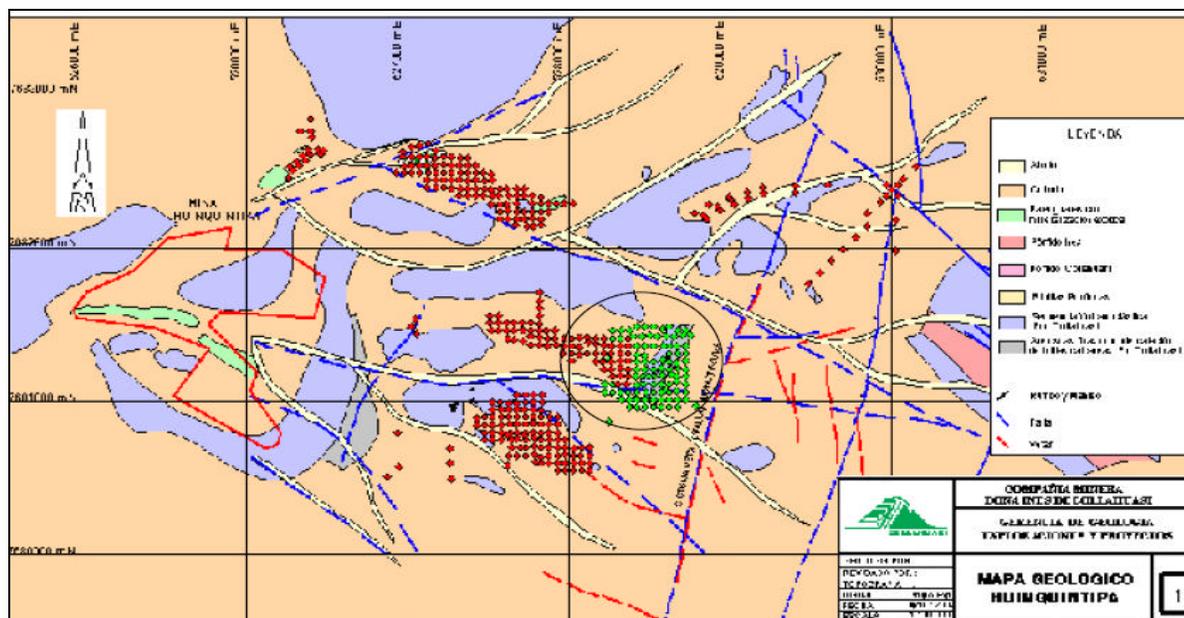


FIGURA 6. Ubicación del Proyecto HE Fases II y III en círculo negro y sistemas estructurales mayores en azul.



Por otro lado, la información estructural de estructuras mayores fue registrada a partir de mapeos superficiales realizados en el sector, a partir de la cual se definen 3 orientaciones preferenciales de estructuras, NE-NS y NW-EW, con variaciones en el rumbo y los manteos, tal como se muestra en Tabla 1.

**Tabla 1**  
 Sistemas estructurales reconocidos en Sector Rajos HE Fases II y III

	<b>Rumbo</b>	<b>Manteo</b>
Sistema NE-NS	N 0° - 10° E	85° W
	N 20° - 30° E	30° - 35° W
	N 40° - 45° E	70° W
Sistema NW-EW	N 35° - 48° W	45° - 55° W
		85° - 90°
		65° E
	N 60° - 65° W	60° - 65° W
		60° E
	N 80° - 90° W	85° - 90° SW

### 4.2.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

La caracterización geotécnica de los materiales considera la determinación de las propiedades elásticas y resistentes - según el modelo constitutivo de falla del material - tanto de la roca como del suelo.

Para la evaluación Geomecánica de los diseños mineros se requiere las propiedades geotécnicas a escala de macizo rocoso tanto de la roca como de las estructuras principales que podrían participar de la condición de estabilidad.

No obstante, en la etapa de Ingeniería que se encuentra el Proyecto se considerarán para el análisis de estabilidad de los taludes solamente las propiedades elásticas y resistentes de la roca a escala de macizo rocoso (escala inter-rampa). Esto, debido al actual nivel de conocimiento en la ubicación espacial de las estructuras y particularmente en las propiedades de las estructuras (rigidez de deformación y propiedades resistentes) de éstas. Esto último, tiene relación con las características geométricas de las estructuras presentes y de los tipos de rellenos que éstas incluyen. A continuación, se entrega una evaluación respecto de las metodologías utilizadas para estimar las propiedades geotécnicas de cada una de las litologías definidas en Proyecto Huinquantipa Este Fases II y III.

**a) GRAVAS y PALEOGRAVAS:** Las características observadas en terreno de las gravas presentes en el

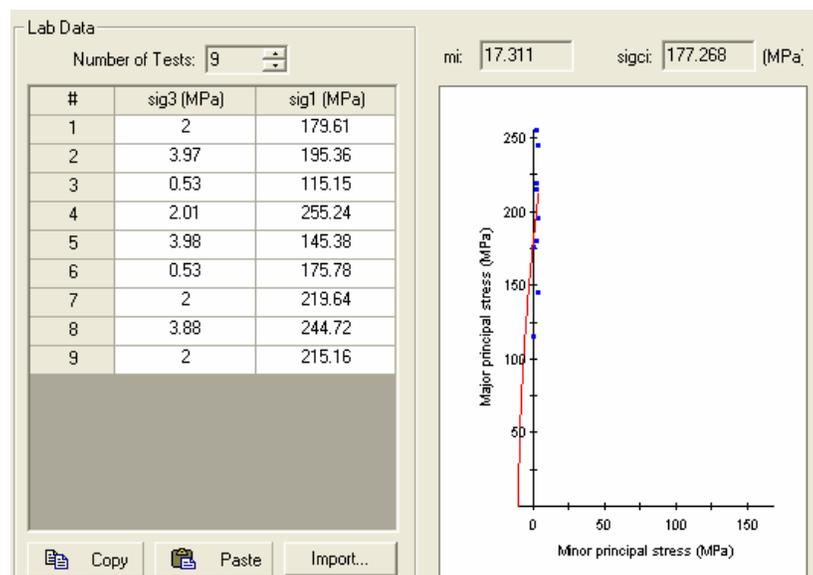


sector en estudio, podrían ser clasificadas como un suelo de grano grueso y pobremente trabado, es decir, según el Sistema Unificado de Clasificación de suelo, la grava y las paleogravas corresponden al grupo clase GP (Hunt 1988). No obstante, no se cuenta con ensayos geotécnicos ni análisis retrospectivos para estimar sus propiedades, por lo que se decidió utilizar la literatura técnica, a partir de los cuales se estableció las siguientes propiedades resistentes de este tipo de material a escala de macizo rocoso y no de laboratorio.

- ✍ Peso Unitario = 16.7 kN/m<sup>3</sup>
- ✍ Cohesión = 50kPa
- ✍ Angulo de Fricción = 32°
- ✍ Módulo de Elasticidad = 35MPa
- ✍ Coeficiente de Poison = 0.30

**b) UNIDAD SEDIMENTARIA:** En esta litología fueron enviadas probetas para ensayos geotécnicos de laboratorio, a partir de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados [Figura 7].

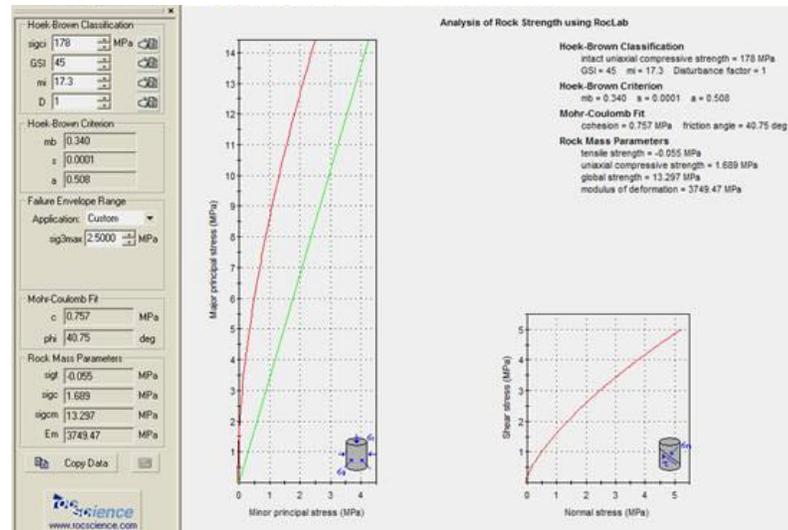
- ✍ Peso Unitario = 28kN/m<sup>3</sup>
- ✍ mi (parámetro de Hoek and Brown) = 17.3
- ✍ UCS (MPa) = 178
- ✍ Módulo de Elasticidad = 63MPa
- ✍ Coeficiente de Poison = 0.28



**FIGURA 7.** Estimación de parámetros mi y sigci (UCS) de litología Unidad Sedimentaria (Laboratorio)



En Tabla 6.1 (página 12 de Informe Ingeniería Geotécnica Conceptual Estudio de Taludes Proyecto HE Fases II y III CMDIC), se realizó una estimación de la clasificación geomecánica del material en términos de GSI (Geological Strength Index) para la unidad sedimentaria entregando un rango de entre 40 a 50.



**FIGURA 8.** Estimación de parámetros  $m_i$  y  $sig_{ci}$  (UCS) de litología Unidad Sedimentaria

Con este parámetro de escalamiento se estimaron las propiedades a nivel de macizo rocoso a partir de Figura 8, las cuales resultaron en las siguientes:

- ✍ GSI = 45
- ✍  $m_b$  (parámetro de Hoek and Brown) = 0.34
- ✍  $s = 0.0001$
- ✍  $a = 0.508$
- ✍ Cohesión = 757 kPa
- ✍ Fricción =  $41^\circ$
- ✍ Módulo de Elasticidad = 32MPa
- ✍ Coeficiente de Poison = 0.28

**c) LAVAS:**

Las propiedades geotécnicas de las Lavas fueron tomadas de Tabla 7.2 (página 18 de Informe Ingeniería Geotécnica Conceptual Estudio de Taludes Proyecto HE Fases II y III CMDIC) y fueron establecidas a partir de su similitud con rocas riolíticas con alteración cuarzo – Sericítica de Rosario:

- ✍ Peso Unitario =  $25.3\text{kN/m}^3$
- ✍ Cohesión = 760 kPa
- ✍ Angulo de Fricción = 41



- ✍ Módulo de Elasticidad = 35MPa
- ✍ Coeficiente de Poison = 0.28

**d) TOBAS:**

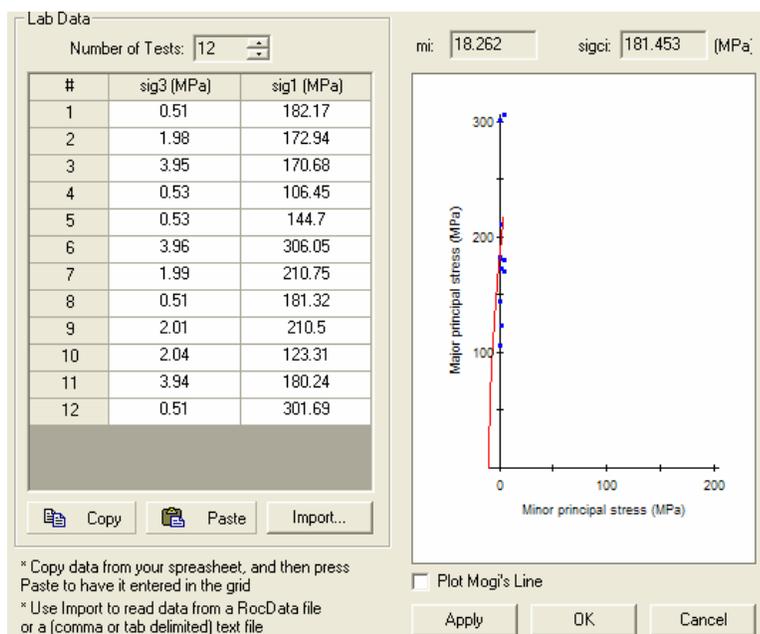
Las propiedades geotécnicas de las Tobas fueron tomadas de Tabla 7.2 (página 18 de Informe Ingeniería Geotécnica Conceptual Estudio de Taludes Proyecto HE Fases II y III CMDIC) y fueron establecidas a partir de su similitud con rocas riolíticas con alteración cuarzo – Sericítica de Rosario:

- ✍ Peso Unitario = 25.3kN/m<sup>3</sup>
- ✍ Cohesión = 760 kPa
- ✍ Angulo de Fricción = 41
- ✍ Módulo de Elasticidad = 35MPa
- ✍ Coeficiente de Poison = 0.28

**e) CALIZAS:**

En esta litología fueron enviadas probetas para ensayos geotécnicos de laboratorio, a partir de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados [Figura 9].

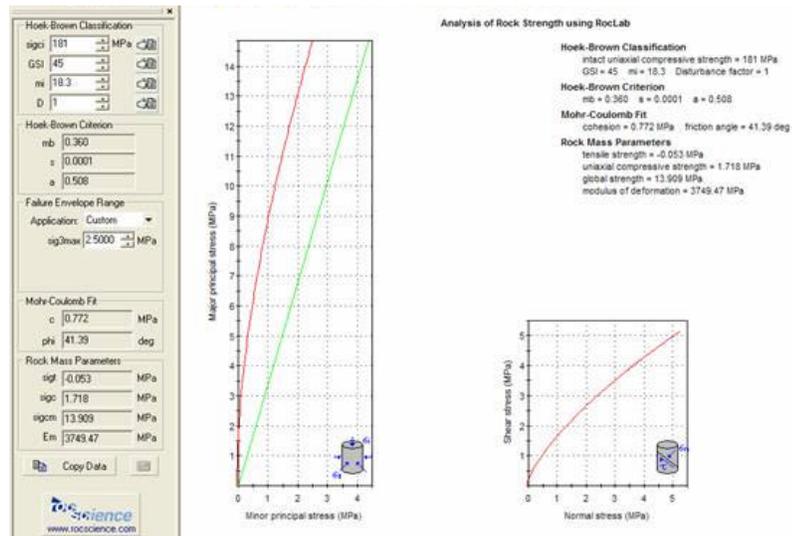
- ✍ Peso Unitario = 15kN/m<sup>3</sup>
- ✍ mi (parámetro de Hoek and Brown) = 18.3
- ✍ UCS (MPa) = 182
- ✍ Módulo de Elasticidad = 68MPa
- ✍ Coeficiente de Poison = 0.29





**FIGURA 9.** Estimación de parámetros  $m_i$  y  $\sigma_{ci}$  (UCS) de litología Unidad Calizas (Laboratorio)

En Tabla 6.1 (página 12 de Informe Ingeniería Geotécnica Conceptual Estudio de Taludes Proyecto HE Fases II y III CMDIC), se realizó una estimación de la clasificación geomecánica del material en términos de GSI (Geological Strength Index) para la unidad sedimentaria entregando un rango de entre 40 a 50.



**FIGURA 10.** Estimación de parámetros  $m_i$  y  $\sigma_{ci}$  (UCS) de litología Caliza

Con este parámetro de escalamiento se estimaron las propiedades a nivel de macizo rocoso a partir de Figura 10, las cuales resultaron en las siguientes:

- ✍ GSI = 45
- ✍  $m_b$  (parámetro de Hoek and Brown) = 0.36
- ✍  $s = 0.0001$
- ✍  $a = 0.508$
- ✍ Cohesión = 772 kPa
- ✍ Fricción =  $41^\circ$
- ✍ Módulo de Elasticidad = 30MPa
- ✍ Coeficiente de Poisson = 0.29

#### 4.2.4 CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

A la fecha de realización del presente documento aún esta en proceso la información respecto de niveles freáticos delineados en el área en que se ubican los rajes Huinquentipa Este Fases II y III. Por tal motivo, se considerará un nivel freático de manera conservativa, es decir, ubicado a una distancia uniforme de entre 1 a 2 bancos desde la superficie expuesta del talud. Obviamente, esta variable representa un área de interés en la cual se debe mejorar el conocimiento dado que permitirá hacer más representativo el análisis geomecánico.



#### **4.2.5 CARACTERIZACIÓN SÍSMICA**

Los futuros taludes y botadero del Proyecto Huinquentipa Este Fases II y III, se ubican en la primera región, esta en el pasado ha sido afectado por terremotos, siendo los mayores los de los años 1868, 1877, 1950 y 2005.

La sismicidad de la región se concentra a lo largo de la zona de Wadati-Benioff, la cual es superficial en la zona costera y penetra en la zona continental con un manteo de unos 30° al Este. Por lo tanto, los terremotos con epicentro en Collahuasi probablemente tendrán profundidades focales en el rango de 90 a 120 kms.

El riesgo sísmico puede ser evaluado en términos de intensidades y/o de las máximas aceleraciones horizontales en superficie.

- ✍ En términos de intensidades, hay una probabilidad de 90% de que no se exceda una intensidad de IV a VII para un terremoto con un período de retorno de 30 años, de VII para un período de retorno de 50 años, y de VII a VIII para un período de retorno de 100 años.
  
- ✍ En términos de aceleraciones horizontales máximas, hay una probabilidad de 90% de que no se exceda una aceleración de 0.30g para un terremoto con un período de retorno de 30 años, de 0.38g para un período de retorno de 50 años, y de 0.50g para un período de retorno de 100 años.

Por lo tanto, se puede concluir que el riesgo sísmico en el sector de Collahuasi no es especialmente alto, y probablemente no será el principal factor en el diseño geotécnico de los taludes de los Rajos Huinquentipa Este Fases II y III.

De hecho, el último terremoto de la zona Norte (13 Junio 2005) no produjo efecto desfavorables desde el punto de vista geotécnico tanto en el Rajo Rosario como en los actuales botaderos de la misma Mina.

### **5. EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE DISEÑOS**

#### **5.1 CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD DE LOS DISEÑOS**

La Tabla 2, presenta los criterios de Aceptabilidad definidas durante evaluación Geomecánica del diseño. Esta información se origina a partir de lo actualmente utilizado a nivel de rajo y botaderos en Mina Rosa-



rio pero ajustado conforme el menor tamaño y menor temporalidad de vida útil de los rajos Huinquentipa Este Fases II y III.

**TABLA 2.**  
 Criterios de aceptabilidad del diseño para taludes y botaderos de Proyecto HE Fases II y III

Infraestructura	Análisis Estático		Análisis Cuasi-estático			
			Sismo Operacional (k=0.05)		Sismo Máximo Probable (k=0.12)	
	FS	PF	FS	PF	FS	PF
Taludes	> 1.20	<30%	>1.10	<40%	>1.0	<50%
Botadero	>1.20	<10%	>1.10	<25%	>1.0	<50%

## 5.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DEL DISEÑO

Para la evaluación geomecánica del diseño de los taludes y botaderos del Proyecto Huinquentipa Este Fases II y III, se utilizará una metodología basada en la estimación de estabilidad de geometrías de diseños a partir del cálculo de Factores de Seguridad. Estos Factores serán calculados utilizando el programa SLIDE V5.0 que trabaja basado en método de equilibrio límites permitiendo evaluar el fallamiento de la roca conforme un criterio de ruptura pre-establecido.

Para la implementación del programa SLIDE se consideran lo siguientes supuestos que se consideran válidos para esta etapa de análisis y dado el tipo de material simulado.

- ? El análisis es bidimensional a partir de secciones representativas tanto de las paredes de los rajos como de el botadero (Figuras 1, 2 y 3).
- ? No se consideran estructuras explícitas dentro del material. Solamente se incorporan patrones anisotrópicos implícitos de resistencia dado el dominio estructural en el cual se toma la sección.
- ? El efecto de eventuales escurrimientos de aguas subterráneas queda definido por la posición del nivel freático. Respecto a la posición del nivel freático se supuso que éste se ubica a una distancia entre 1 a 2 bancos de la superficie del Talud (10 a 20m).
- ? No se considera el efecto del peso de la roca en profundidad en la variación de las propiedades resistentes y deformacionales de los materiales.

## 5.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN GEOMECÁNICA



Las Tablas 3 y 4 entregan el resumen con el resultado de los Factores de Seguridad y Probabilidad de Fallas obtenidos del análisis.

**TABLA 3**  
 Factores de Seguridad y Probabilidades de Falla – Taludes Rajo Proyecto HE Fases II y III

Rajo	Análisis Estático		Análisis Cuasi-estático			
	FS	PF	Sismo Operacional (k=0.05)		Sismo Máximo Probable (k=0.12)	
			FS	PF	FS	PF
HE Fase II (SGC-01)	1.4	<5%	1.2	10%	1.1	28%
HE Fase III (SGC-02)	1.5	<5%	1.4	<5%	1.1	21%

**TABLA 4**  
 Factores de Seguridad y Probabilidades de Falla Botaderos Rajo Proyecto HE Fases II y III

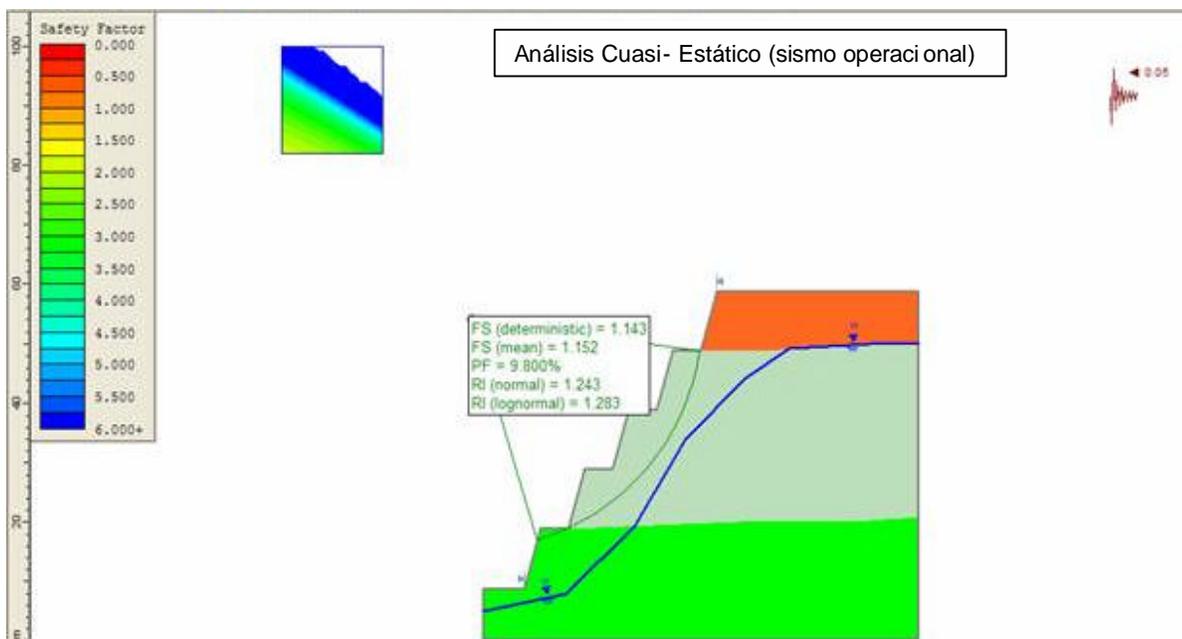
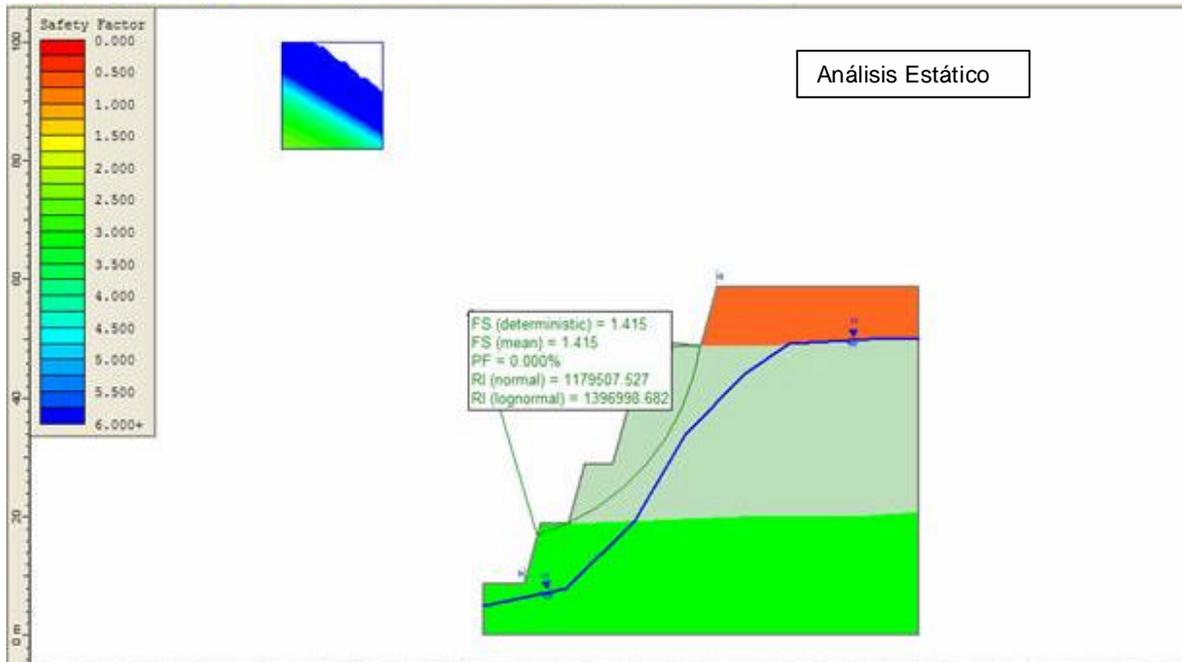
Botadero	Análisis Estático		Análisis Cuasi-estático			
	FS <sup>[1]</sup>	PF	Sismo Operacional (k=0.05)		Sismo Máximo Probable (k=0.12)	
			FS	PF	FS	PF
Sección Oeste (SB-01)	1.7-2.5	<5%	1.6-2.4	<10%	1.4-2.2	<10%
Sección Sur (SB-02)	2.2-2.5	<5%	2.0-1.3	<10%	1.85-2.2	<10%

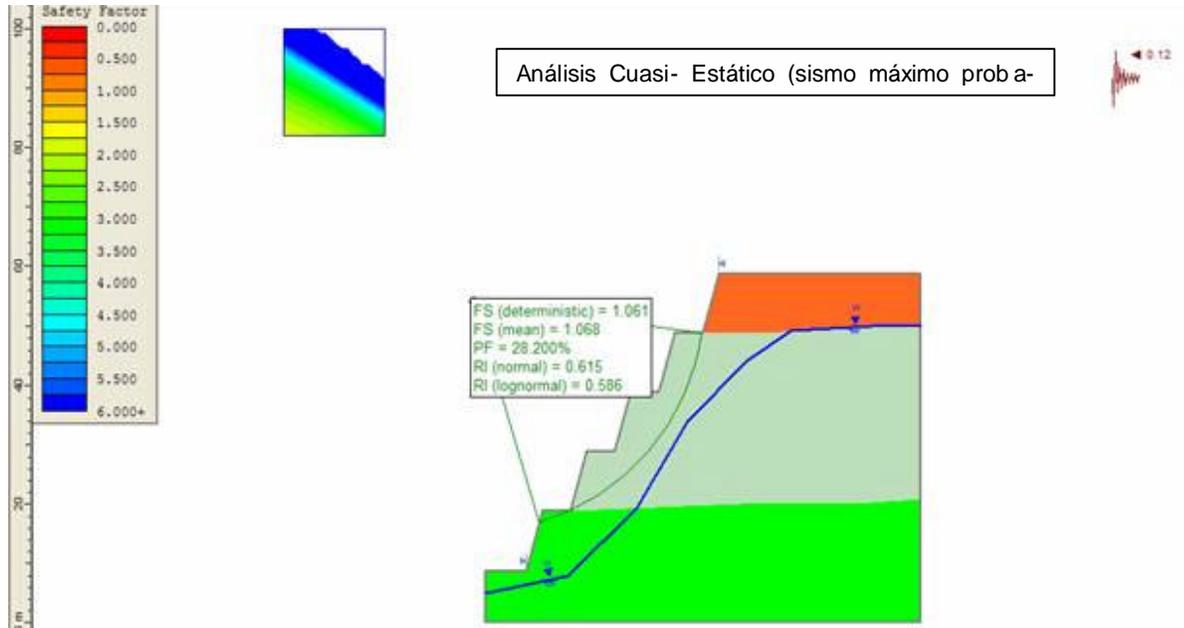
<sup>[1]</sup> El rango entregado corresponde a aquellos valores obtenidos para taludes independientes dentro del botadero

Según Tablas 3 y 4, los diseños de taludes y botaderos evaluados **cumplen totalmente con los criterios de aceptabilidad** definidos en Tabla 2.

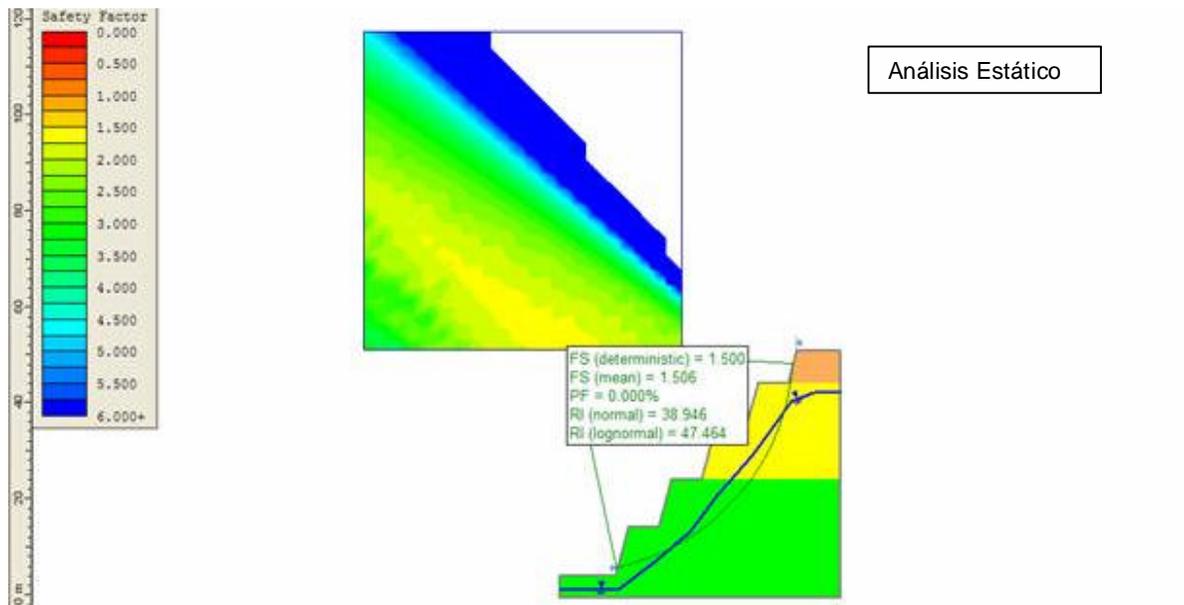
## RESULTADOS GRÁFICOS RAJOS HUINQUINTIPA ESTE FASES II Y III

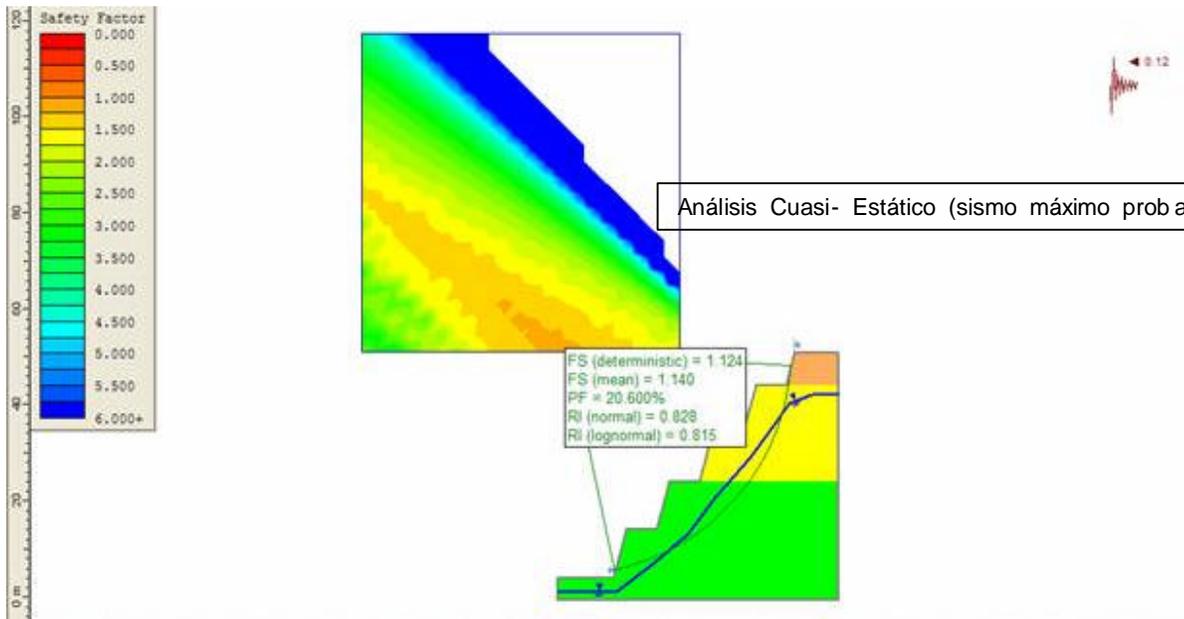
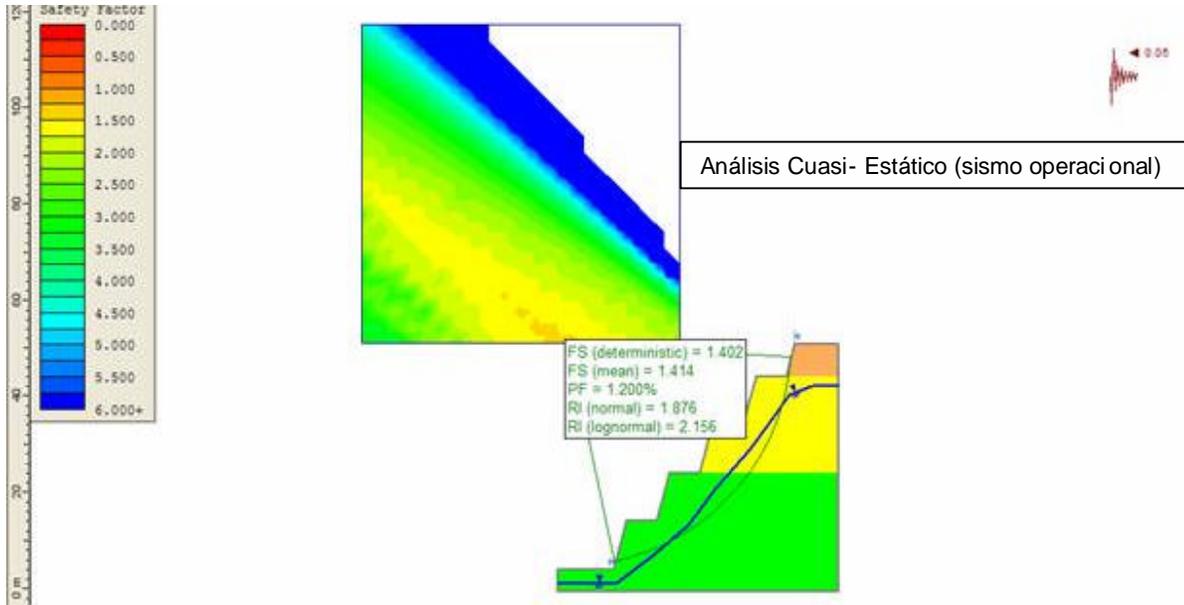
### A) HUINQUINTIPA ESTE FASE II (SGC-01)





**A) HUINQUINTIPA ESTE FASE III (SGC-02)**

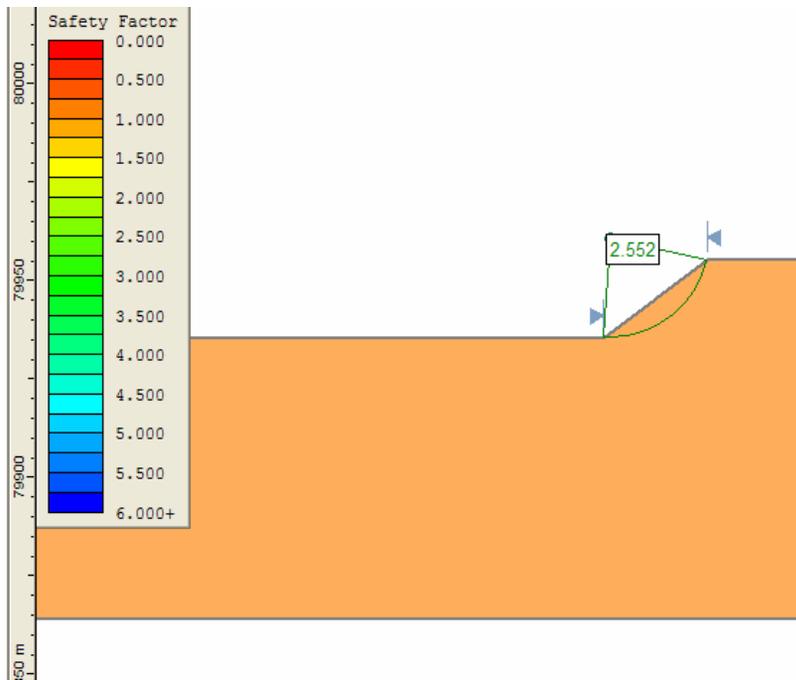
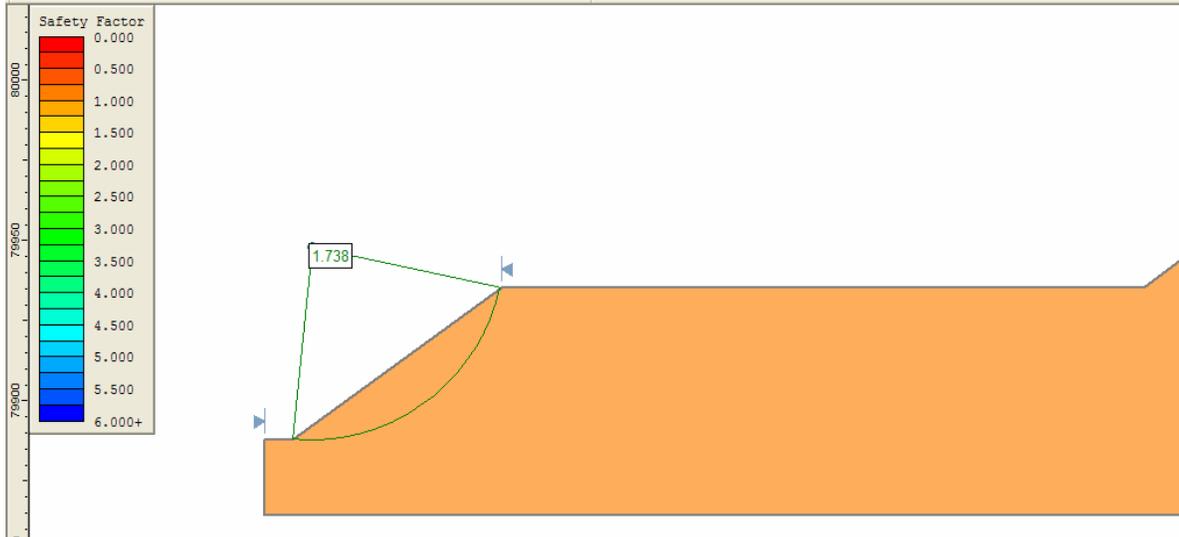






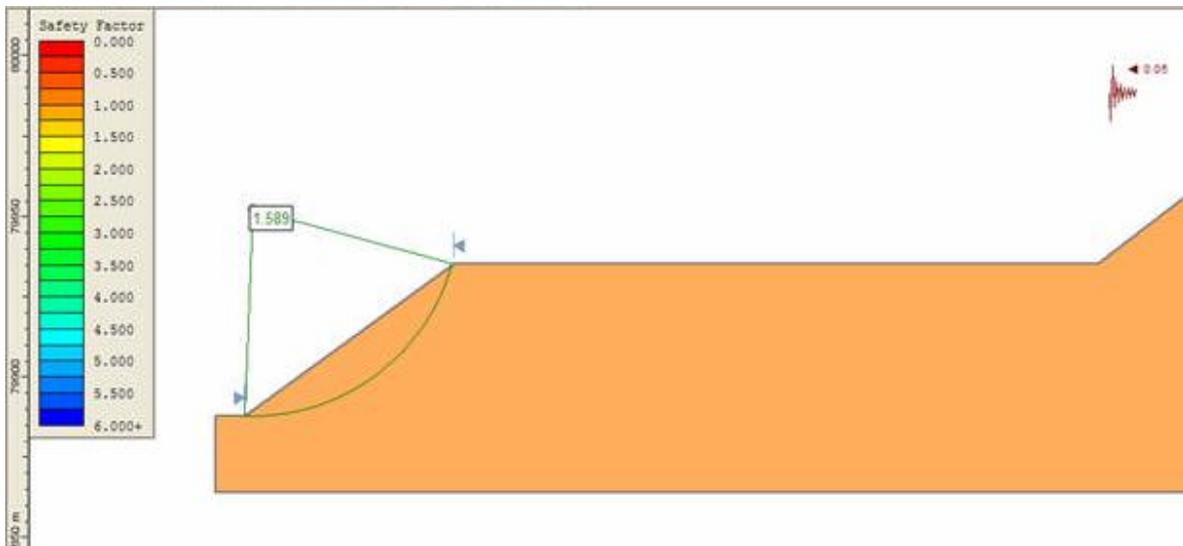
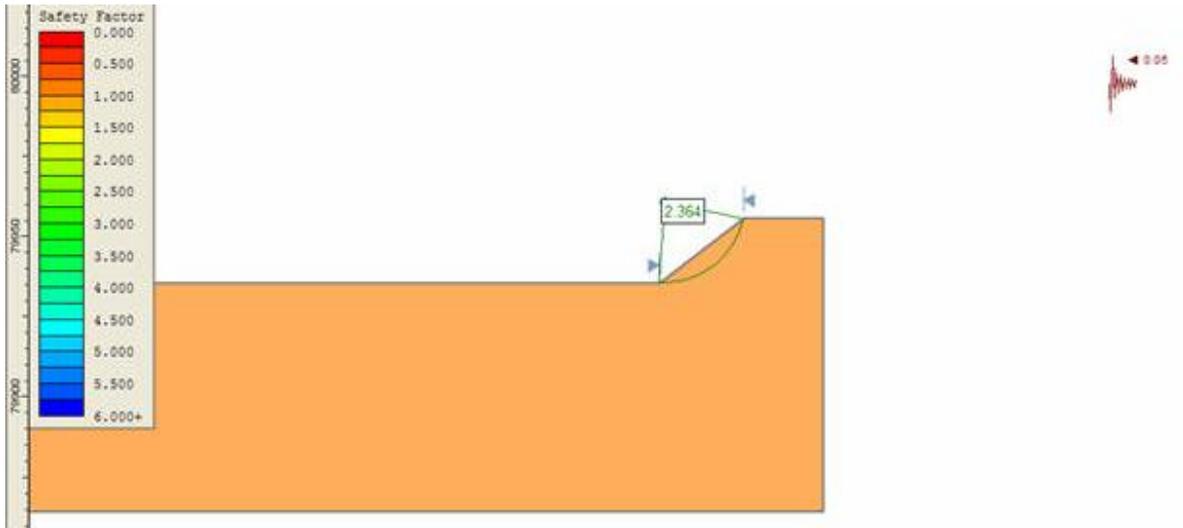
### 5.3.2 BOTADERO

Sección Geotécnica SB-01 (análisis estático)



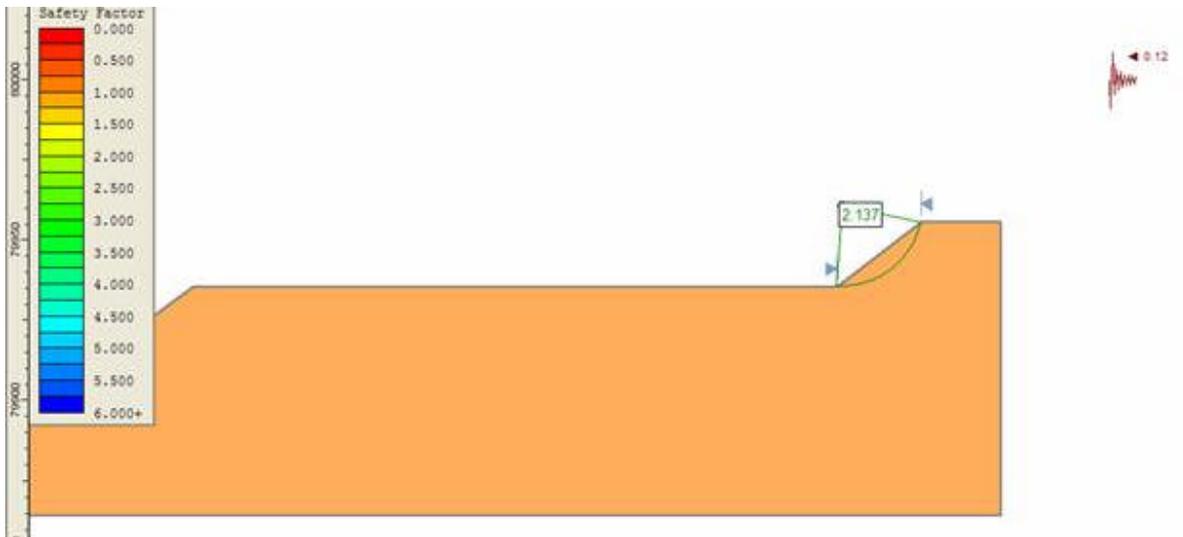
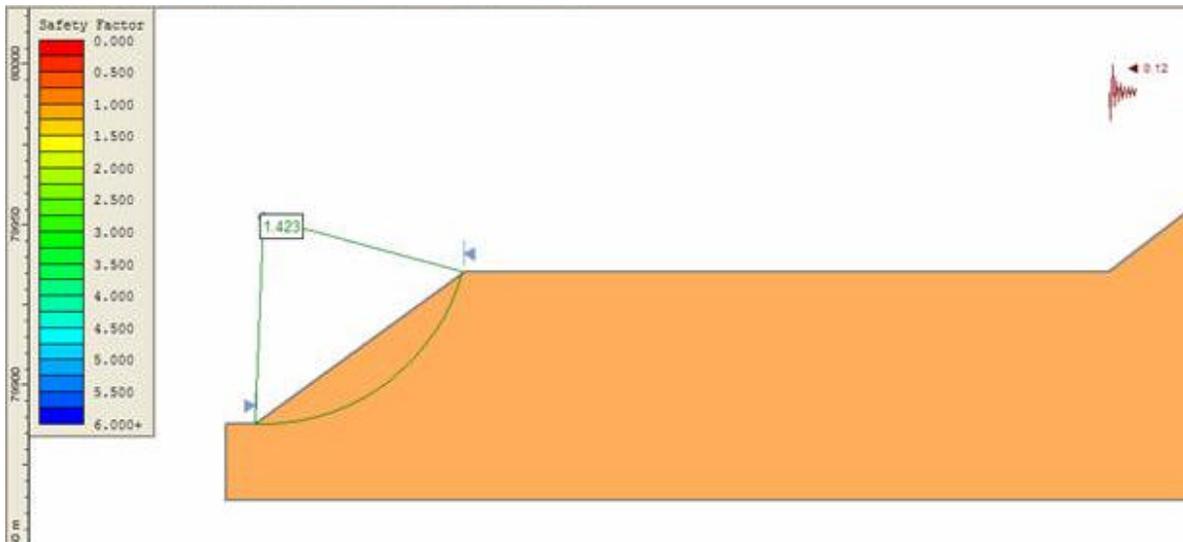


**Sección Geotécnica SB-01 (análisis pseudo-estático – sismo operacional)**



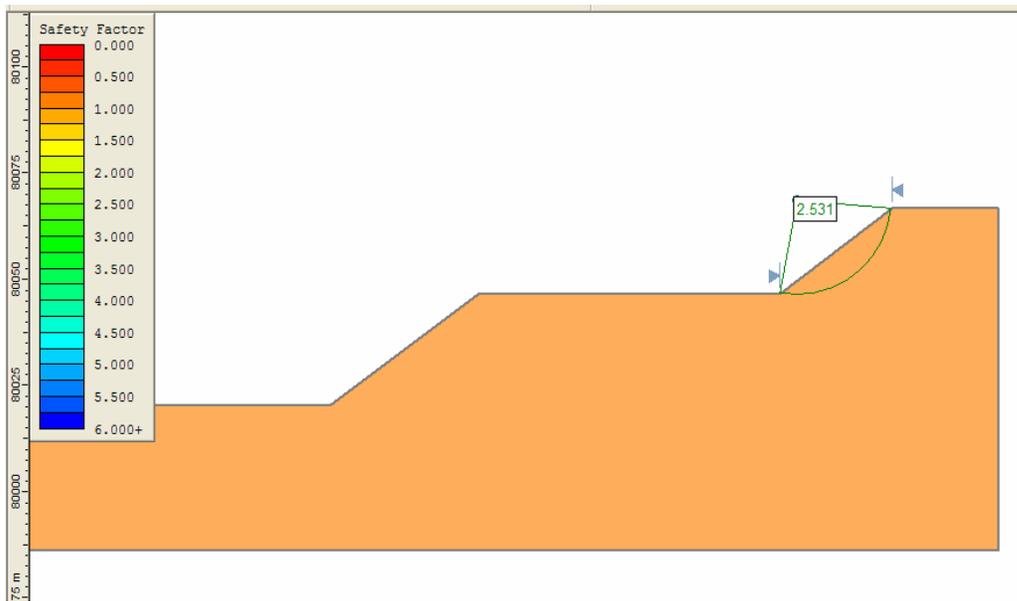
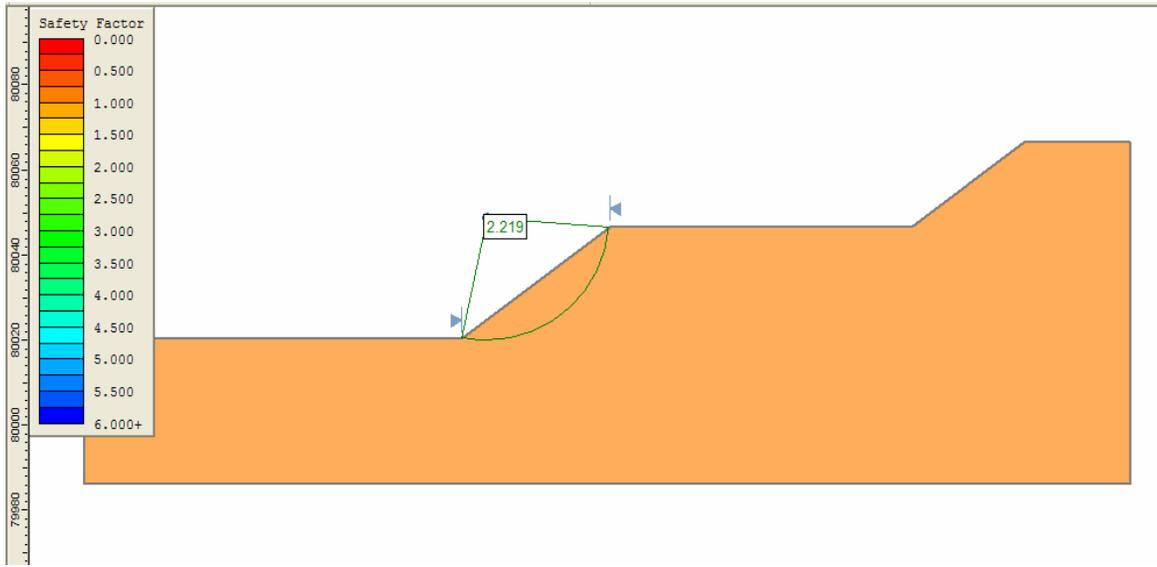


**Sección Geotécnica SB-01 (análisis pseudo-estático – sismo máximo probable)**



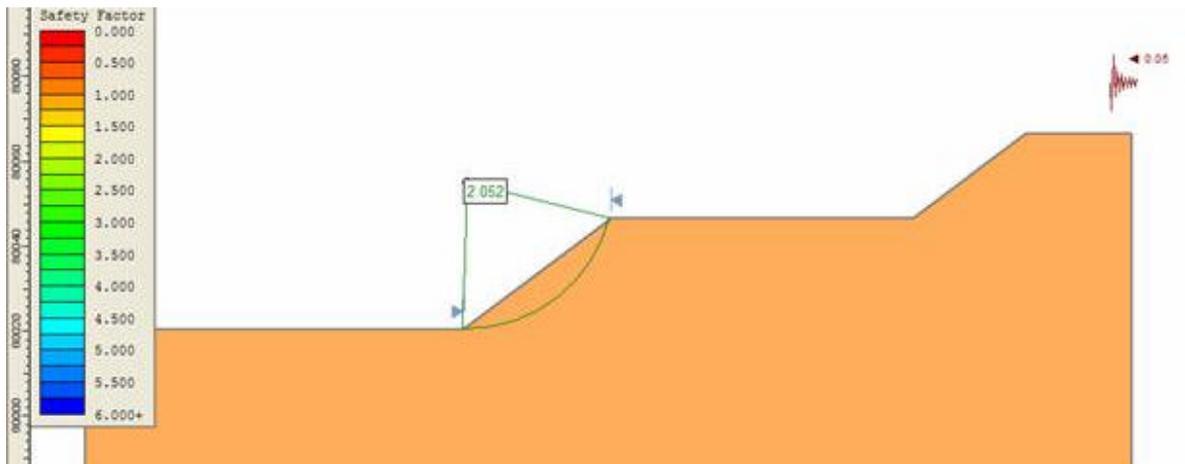
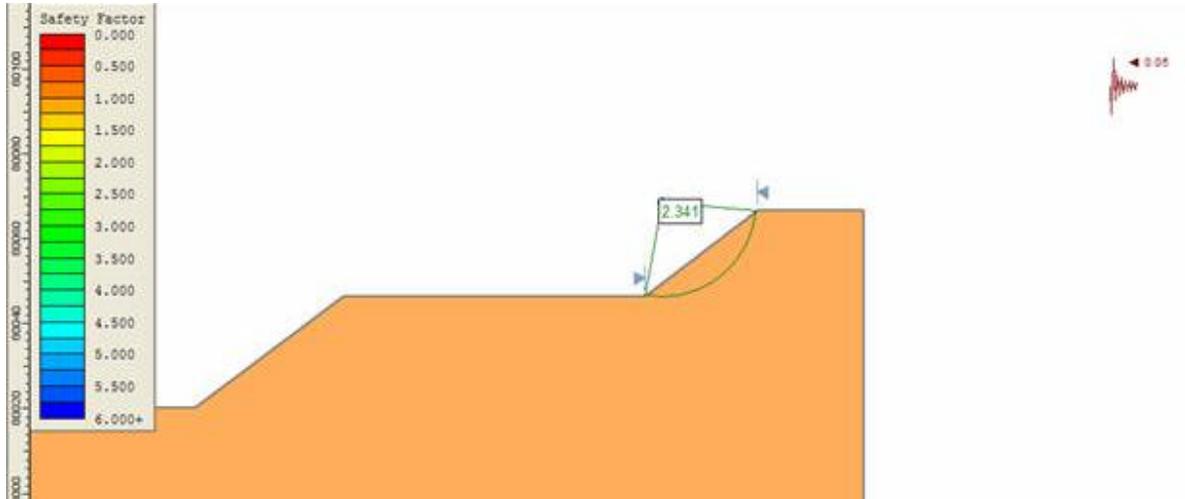


### Sección Geotécnica SB-02 (análisis estático)





**Sección Geotécnica SB-02 (análisis pseudo-estático – sismo operacional)**





**Sección Geotécnica SB-02 (análisis pseudo-estático – sismo máximo probable)**

