

**MINERA JILGUERO S.A.  
PROYECTO DE AMPLIACIÓN MINA JILGUERO  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**APÉNDICE 13-B – PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL  
ARTICULO 88, APILAMIENTO DE RESIDUOS MINEROS Y  
BOTADEROS DE ESTÉRILES  
(Ref. No. SA202-00311/02)**

Preparado para:



***Knight Piésold S.A.***

*Av. Vitacura 4380, Piso 17  
Vitacura, Santiago, Chile  
Teléfono: (56-2) 594 6400  
Fax: (56-2) 594 6447  
E-mail: [santiago@kpsa.cl](mailto:santiago@kpsa.cl)*

***Knight Piésold***  
**CONSULTING**

**MINERA JILGUERO S.A.  
PROYECTO DE AMPLIACIÓN MINA JILGUERO  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
(Ref. No. SA202-00311/02)**

**APÉNDICE 13-B – PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL ARTICULO 88,  
APILAMIENTO DE RESIDUOS MINEROS Y BOTADEROS DE ESTÉRILES**

**CONTENIDO**

<b>SECCIÓN 1.0 – INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>SECCIÓN 2.0 – ANTECEDENTES TÉCNICOS REQUERIDOS POR EL RSEIA</b>	<b>3</b>
2.1 SUELO	3
2.1.1 Características Edafológicas	3
2.1.2 Uso Actual del Suelo	4
2.1.3 Capacidad de Uso del Suelo	4
2.1.4 Instrumento de Planificación Territorial y Áreas Bajo Protección Oficial	4
2.2 SUBSUELO	4
2.3 CALIDAD DEL AIRE, CLIMA Y METEOROLOGÍA	5
2.3.1 Calidad del Aire	5
2.3.2 Clima y Meteorología	6
2.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	6
2.4.1 Riesgos Naturales	7
2.5 HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA	8

**CUADROS**

Cuadro 2.3-1	P98 de la Concentración de 24 horas de MP10, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	5
Cuadro 2.3-2	Promedios Anuales y Trianales de MP10, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	5

**FIGURAS**

Figura 13-B.1	Cuencas Hidrográficas y Centros Poblados Cercanos
---------------	---

**MINERA JILGUERO S.A.  
PROYECTO DE AMPLIACIÓN MINA JILGUERO  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
(Ref. No. SA202-00311/02)**

**APÉNDICE 13-B – PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL ARTICULO 88,  
APILAMIENTO DE RESIDUOS MINEROS Y BOTADEROS DE ESTÉRILES**

**SECCIÓN 1.0 – INTRODUCCIÓN**

El presente Apartado aborda el permiso ambiental sectorial (PAS) del artículo 88 del Reglamento del SEIA (RSEIA), cuyo texto refundido coordinado y sistematizado fue fijado por el artículo 2 del DS 95/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, referente al 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.

El presente PAS es aplicable al Proyecto toda vez que este contempla la ampliación del botadero Actual (botadero Norte) y la habilitación de un segundo botadero (botadero Sur) para el depósito de material estéril proveniente de la explotación de la cantera, material de descarte proveniente de la planta de chancado y Polvos Recuperados de Filtro provenientes de la planta de Cal INACESA Copiapó.

En la Sección 2.0 se describen los antecedentes requeridos por el artículo 88 según estos resulten aplicables. Dichos antecedentes incluyen en lo principal lo siguientes aspectos:

- 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.
- Subsuelo, considerando su estratigrafía y permeabilidad.
- Calidad del aire, clima y/o meteorología, considerando niveles de material particulado y otros contaminantes atmosféricos relevantes, así como temperatura, humedad, precipitaciones y vientos.
- Geología y geomorfología, considerando riesgos de remoción en masa, volcánicos, geomorfológicos y sísmicos, en relación a estructuras geológicas, así como las condiciones de superficie.

- Hidrogeología e hidrología, considerando la eventual perturbación de flujos de agua subterránea o superficiales, ya sea por contaminación o por uso, incluyendo un plano de la hoya hidrográfica involucrada, que contenga la identificación de zonas habitadas.

## **SECCIÓN 2.0 – ANTECEDENTES TÉCNICOS REQUERIDOS POR EL RSEIA**

Durante la fase de operación del Proyecto, la explotación de la cantera Jilguero permitirá extraer un total de 75.986.782 t de material, de las cuales 31.881.826 t corresponderán a mineral y 44.104.956 t corresponderán a material estéril. Para disponer este material, el botadero actual será ampliado de las 12,6 ha actuales a 44,4 ha finales (botadero Norte) y también se habilitará un segundo botadero que abarcará una superficie de 53,4 ha (botadero Sur).

A su vez, junto a las 44.104.956 t de estéril, y al igual que en la operación actual de Mina Jilguero, el material de descarte proveniente de la planta de chancado será dispuesto en el botadero Norte. El Proyecto, durante sus 22 años de operación, generará 8.289.275 t de material de descarte de la planta de chancado.

También se dispondrá en el botadero Sur, el Polvo recuperado de Filtro proveniente de la planta INACESA Copiapó. Es necesaria su disposición de manera permanente, toda vez que el mercado que permitía su utilización se ha visto reducido en su demanda.

En total, en ambos botaderos, se dispondrán 53.830.340 t de material, del cual aproximadamente el 84% corresponderá a estéril, 15% a material de descarte y 1% a Polvos Recuperados de Filtro.

### **2.1 SUELO**

#### **2.1.1 Características Edafológicas**

Los suelos del área de estudio corresponden a Entisoles, que son suelos con una formación coluvial, delgados, poco desarrollados y conformados por material grueso, como arena, clastos tipo gravas, guijarros y piedras, y con escaso material fino correspondiente a arcilla y limos en diferentes porcentajes. Además se observan algunos suelos tipo Aridisols, caracterizados por un alto contenido de sales.

Estos suelos presentan uno o una o dos estratas, la primera está compuesta de material grueso, principalmente arenas, gravas y guijarros, la cual no presenta estructura ni textura definida. Esta estrata descansa en un horizonte compuesto de material fino, principalmente arenas mezcladas con un alto porcentaje de gravas y piedras, de color pardo rojizo oscuro. No se observa la presencia de materia orgánica.

En cuanto a pedregosidad, este suelo presenta un alto porcentaje de gravas aplanadas del tipo andesitas, filitas, dioritas, limonitas, areniscas, granitos. Se puede visualizar cerca de

un 70% de piedras y guijarros en la superficie, y en profundidad se aprecian, en un alto porcentaje (30-60%), gravas tipo gruesas y medias. En cuanto a pedregosidad se puede clasificar como un suelo pedregoso.

Con respecto de la pendiente de los suelos, estos presentan una pendiente entre 40 y 60%, con microrelieve levemente ondulado.

### **2.1.2 Uso Actual del Suelo**

Respecto del uso actual del suelo, la totalidad de estos están comprendidos en la concesión minera Cecilia 1 al 90, rol nacional 03203-1909-9, en la cual, en la actualidad, se encuentran las instalaciones de Mina Jilguero. En el área, al igual que en las áreas circundantes, las actividades que se han desarrollado son la exploración y explotación minera.

### **2.1.3 Capacidad de Uso del Suelo**

Los suelos del área estudio son suelos clase VIII. Estos suelos tienen limitaciones muy severas y no poseen potencial para ningún fin agrícola, ganadero o forestal.

Particularmente en el área de estudio, las limitaciones que presenta este suelo son; muy delgados con escasa meteorización y alto contenido de pedregosidad en profundidad, lo que no permite una adecuada retención de humedad como para realizar actividades agrícolas normales.

### **2.1.4 Instrumento de Planificación Territorial y Áreas Bajo Protección Oficial**

La totalidad del área de estudio corresponde a zona rural, no forma parte de un Plan Regulador comunal o intercomunal, y no contiene ni forma parte de ningún área bajo protección oficial.

## **2.2 SUBSUELO**

Respecto de la estratigrafía del área de estudio, en ésta afloran rocas carbonáticas estratificadas de la formación Nantoco. La parte superior de la formación corresponde a 100 m de calizas de agua poco profundo, evaporizas y brechas calcáreas.

Litológicamente, la formación Nantoco se compone por capas de 10 – 80 cm de calcilutitas y calcilutitas limosas de colores gris oscuro a gris claro de un espesor total de 750 m (Arevalo, 1995).

Las rocas de la formación Nantoco afloran en amplias partes al este y sureste de la ciudad de Copiapó. Mientras en el área de estudio, los afloramientos tienen un ancho de solamente algunos cientos de metros, en la sierra Punta del Cobre (ubicada al sur del área de estudio) ocupan superficies de una extensión de varios km<sup>2</sup>.

## 2.3 CALIDAD DEL AIRE, CLIMA Y METEOROLOGÍA

### 2.3.1 Calidad del Aire

Los Cuadros 2.3-1 y 2.3-2 resumen los niveles de concentración de MP10 en las estaciones Tierra Amarilla, Paipote y Copiapó en el período 2001 – 2009.

**Cuadro 2.3-1 P98 de la Concentración de 24 horas de MP10,  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$**

Año	Tierra Amarilla	Paipote	Copiapó
2001	102	167	105
2002	84	156	91
2003	88	170	86
2004	105	172	105
2005	112	184	109
2006	130	171	101
2007	166	192	148
2008	125	180	114
2009	118	166	114

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 2.3-2 Promedios Anuales y Trianales de MP10,  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$**

Año	Media Anual			Media Trianual		
	Tierra Amarilla	Paipote	Copiapó	Tierra Amarilla	Paipote	Copiapó
2001	50	63	39			
2002	43	61	32			
2003	48	73	38	47	65	36
2004	53	62	38	48	65	36
2005	58	66	43	53	67	40
2006	65	69	42	58	66	41
2007	83	76	48	68	70	44
2008	75	83	56	74	76	49
2009	65	76	52	74	79	52

Fuente: Elaboración Propia.

### **2.3.2 Clima y Meteorología**

El área donde se localiza Mina Jilguero, según la clasificación de Köppen<sup>1</sup>, corresponde a una zona de transición entre un clima desértico interior presente en la depresión intermedia y un clima desértico costero, que asciende desde la costa de la región hasta las proximidades de la ciudad de Copiapó.

Las zonas con este clima poseen temperaturas moderadas y humedad suficiente para permitir la generación de algún tipo de vegetación de estepa en los sectores bajos. La amplitud térmica es importante, con diferencias entre el mes más cálido y el más frío de 7° a 8°C y una amplitud térmica diaria que alcanza del orden de 13° a 15°C. Las precipitaciones son escasas y se concentran en los meses de invierno, alcanzando en la ciudad de Copiapó una media de 12 mm anuales.

## **2.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

Según el Mapa Geológico de Chile<sup>2</sup>, el área de Mina Jilguero se encuentra ubicada sobre rocas K1m que corresponden a secuencias sedimentarias marinas litorales del cretácico inferior. Mina Jilguero se ubica específicamente en la sierra Ladrillo de Plata.

En efecto, Mina Jilguero es un yacimiento constituido esencialmente por calizas marinas de alta ley en carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>). Este nivel carbonatado, está constituido por un conjunto de calizas negras y grises, en parte brechosas, asignadas y descritas por Biese (1942) como Miembro gama de la formación Nantoco y más tarde por Segerstrom (1962) como Miembro Superior de la formación Nantoco. Corvalan (1975) le asigna una edad comprendida entre el Hauteriviano y el Barremiano (período Cretácico).

El marco morfoestructural del área de estudio se inserta en la denominada provincia del Valle Longitudinal descrita por Segerstrom en 1968. El origen de esta provincia es tectónico, pero en su desarrollo han contribuido en forma más directa factores litológicos. El área de estudio presenta un relieve irregular y accidentado, predominando la alternancia de quebradas en sentido transversal con interfluvios montañosos denominados serranías.

Localmente, las instalaciones de Mina Jilguero están flanqueadas por un cordón de cerros con alturas que oscilan entre los 700 y 1.250 m s.n.m. El principal rasgo geomorfológico de Mina Jilguero lo constituye el hecho que la cantera Jilguero está ubicada en la cota más alta del

---

<sup>1</sup> F. di Castri, E. Hajek. Bioclimatología de Chile. Universidad Católica. 1976.

cerro Jilguero (1.185 m s.n.m.), lo que significa estar ubicada en el inicio de las quebradas naturales que caracterizan las sierras, éstas conforman una red que confluye en una quebrada intermitente de dirección S-N hacia el cauce principal de la quebrada Paipote, en un recorrido de aproximadamente 7,5 km desde las instalaciones de Mina Jilguero. Esta quebrada intermitente se ubica inmediatamente al Norte del actual botadero de Mina Jilguero.

## **2.4.1 Riesgos Naturales**

En el área de estudio se pueden identificar los siguientes riesgos naturales: sismicidad y aluviones.

### **2.4.1.1 Sismicidad**

La ciudad de Copiapó, distante aproximadamente a 13 km de Mina Jilguero, ha sido históricamente afectada por diversos terremotos. El primer sismo del que se tienen registros ocurrió el año 1619 y el último ocurrió el año 2002, con una magnitud de 5,8° en la escala de Richter<sup>3</sup>.

El mayor sismo registrado en la zona fue de 8,3° en la escala de Richter con epicentro ubicado a aproximadamente 40 km al suroeste de la Mina<sup>4</sup>.

En términos generales, los sismos se concentran ya sea en la costa de la tercera región (interacción placa de nazca con la placa sudamericana), o en la parte cordillerana de ésta, por lo que la depresión intermedia en la que se ubica Mina Jilguero, es menos propensa a la influencia directa de sismos.

### **2.4.1.2 Aluviones**

La Quebrada Paipote presenta rasgos de crecidas en toda la extensión de su cauce. En la parte alta de la Quebrada Paipote, en el sector conocido como “El Escorial” existen también signos claros de aluviones de barro.

Sin embargo, es importante destacar que no existen registros de inundación de todo el cauce de esta Quebrada. A su vez, en el área de estudio, los cauces existentes corresponden a quebradas intermitentes. De acuerdo a las características climáticas de la zona, precipitaciones invernales de importancia catastrófica, sólo comprometen los cauces activos, como es quebrada Paipote y río Copiapó, estando limitados los

---

<sup>2</sup> SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.

<sup>3</sup> Terremotos en Chile. Historia. <http://www.angelfire.com/nt/terremotos/chilehistoria.html>. Agosto 2006

<sup>4</sup> Servicio Sismológico Universidad de Chile. <http://ssn.dgf.uchile.cl/>. Agosto 2006.

tributarios alledaños a bajas recargas y escaso transporte de agua, por lo que no se tienen antecedentes de inundaciones catastróficas registradas en periodos inferiores a 100 años.

## **2.5 HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA**

La cuenca del Río Copiapó se encuentra situada en la región de Atacama, Chile, entre los 27 y 29 ° de latitud sur y los 69 y 71 ° de longitud oeste. Esta cuenca cuenta con una superficie de 18.540 km<sup>2</sup> y delimita por el oriente con la República Argentina. La altura promedio de la cuenca es del orden de 2.700 m s.n.m, demostrando una distribución de meseta elevada con grandes extensiones entre los 2.500 y 3.500 m s.m.m y que va perdiendo elevación de este a oeste hasta llegar al Pacífico. Entre sus elevaciones máximas se encuentran en el Nevado Jotabeche a 5.862 m s.n.m. y en el Volcán Copiapó a 6.050 m s.n.m.

Los afluentes principales del río Copiapó son los ríos Manflas, Jorquera y Pulido, los cuales aportan caudales superficiales continuos y de relativa magnitud, aunque suelen desaparecer parcial o totalmente en algunas zonas aluvionales permanentes. Otros afluentes corresponden a la quebrada de Paipote y Carrizalillo.

La quebrada Paipote intercepta el curso medio del río Copiapó a 7 km aproximadamente al Noroeste de Mina Jilguero, en el sector norte de dicha cuenca y aunque esta quebrada nace en una zona de precipitación relativamente abundante, la quebrada está generalmente seca en superficie, salvo después de las breves y escasas tormentas que se desarrollan en esta zona. La quebrada Paipote es el afluente del sector medio del río Copiapó que presenta la mayor superficie de drenaje alcanzando una extensión de aproximadamente 6.600 km<sup>2</sup>.

El área de estudio es parte de dos subcuencas del río Copiapó; una de ellas, denominada subcuenca de interés 1, entrega sus aguas a la quebrada de Paipote (también afluente al río Copiapó) y la otra, denominada subcuenca de interés 2, corresponde a una pequeña subcuenca que indirectamente entrega sus aguas al río Copiapó a través de la Quebrada de Meléndez, ambas subcuencas se presentan en la Figura 13-A.1. La primera de las subcuencas de interés (subcuenca de interés 1) posee una orientación sur oriente, una extensión de 22,92 km<sup>2</sup>, y su centro de gravedad se encuentra en las coordenadas Norte 6.965.069 m y Este 379.881 m (PSAD 56, Huso 19 Sur). La segunda de ellas (subcuenca de interés 2) posee una orientación sur, una extensión de 3,34 km<sup>2</sup>, y su centro de gravedad se encuentra en las coordenadas Norte 6.961.134 m y Este 380.066 m (PSAD 56, Huso 19 Sur)

En el área de estudio no hay presencia de cursos de agua permanentes, sólo corresponden a quebradas evacuadoras de aguas lluvias importantes.

Respecto de la hidrogeología del área de estudio, que emplazada en las inmediaciones del río Copiapó, estudios hidrogeológicos del valle de Copiapó del SERNAGEOMIN y del Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania concluyen que las unidades geológicas que conforman, tanto en rellenos sedimentarios como su basamento rocoso impermeable, se clasificaron según sus potencialidades para experimentar recarga, almacenar y transmitir agua. Sus propiedades hidrogeológicas se calcularon a partir de un catastro de pozos ya existentes.

El mayor potencial hidrogeológico corresponde a las unidades sedimentarias no consolidadas y que están vinculadas con potenciales fuentes de recarga, específicamente a alternancia de ripios gravas, arenas, limos, y arcillas genéricamente asociados a la actividad cuaternaria. Las aguas subterráneas ubicadas entre Nantoco y Copiapó son dulces y salobres.

Las quebradas en totalidad del área de estudio, en la cual se ubica la operación actual de Mina Jilguero y sobre la cual se desarrollará el Proyecto de Ampliación Mina Jilguero, sólo aportan cauces efímeros generados por lluvias esporádicas.