



ANEXO E

INFORME DE HIDROGEOLOGÍA

Preparado por:



Preparado para:



Proyecto:

**Los Pumas
XV Región de Arica y Parinacota, Chile**

Programa de Trabajo:

Declaración de Impacto Ambiental

Temática:

Hidrogeología

Documento:

**Informe #1: Caracterización Hidrogeológica Área Proyecto
Revisión 0**



Santiago de Chile, Octubre 2010

Preparado por:



Preparado para:



Proyecto:

Los Pumas

XV Región de Arica y Parinacota, Chile

Programa de Trabajo:

Declaración de Impacto Ambiental

Temática:

Hidrogeología

Documento:

Informe #1: Caracterización Hidrogeológica Área Proyecto

Revisión 0

Santiago de Chile, Octubre 2010

*Hendaya 367-B. Las Condes - Santiago. CHILE
Fono/Fax : (56-2) 208.80.49 Fono : (56-2) 207.14.25
aquacons@aquaconsult.cl*

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CONTEXTO MORFOLÓGICO-HIDROLÓGICO	2
3.	CONTEXTO GEOLÓGICO	4
3.1	INTRODUCCIÓN	4
3.2	UNIDADES GEOLÓGICAS	5
4.	ANTECEDENTES APORTADOS POR PERFORACIONES	10
5.	INTERPRETACIÓN HIDROGEOLÓGICA ÁREA PROYECTO	12
6.	CALIDAD DE AGUAS	18
7.	CONCLUSIONES	20
	REFERENCIAS	22

ANEXO A: Columnas geológicas de sondajes

ANEXO B: Certificados de análisis físico-químicos

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Fig.		Entre Páginas
	En Texto:	
1a	Mapa ubicación regional Proyecto Los Pumas en cuenca Río Lluta	1-2
1b	Ubicación local Proyecto Los Pumas sobre imagen satelital	1-2
2a	Mapa isoyetas y estaciones pluviométricas	2-3
2b	Relación cota-precipitación	2-3
2c	Precipitación media mensual (Mm)	3-4
3a	Caudales promedio mensuales estaciones fluviométricas sector Proyecto	3-4
3b	Caudales anuales promedios móviles (serie 10 años), estaciones fluviométricas sector Proyecto	3-4
4	Mapa geológico esquemático regional Área Proyecto Los Pumas (1:175.000)	4-5
5	Mapa geológico esquemático local Área Proyecto Los Pumas (1.50.000)	4-5
6a	Perfil geológico-hidrogeológico interpretativo A-A'	12-13
6b	Perfil geológico-hidrogeológico interpretativo B-B'	12-13
7	Sitios de muestreo de agua	18-19
	En ANEXOS:	
A-1	Columna sondaje RCLPA-1	
A-2	Columna sondaje RCLPA-1	
	Tabla	
1	Estaciones Pluviométricas y Meteorológicas Área de Estudio	2-3
2	Precipitación Media Mensual, Estaciones Pluviométricas Área de Estudio	3-4

3	Caudales Medios Mensuales Estaciones Pluviométricas	3-4
4	Análisis hidroquímicos	18-19

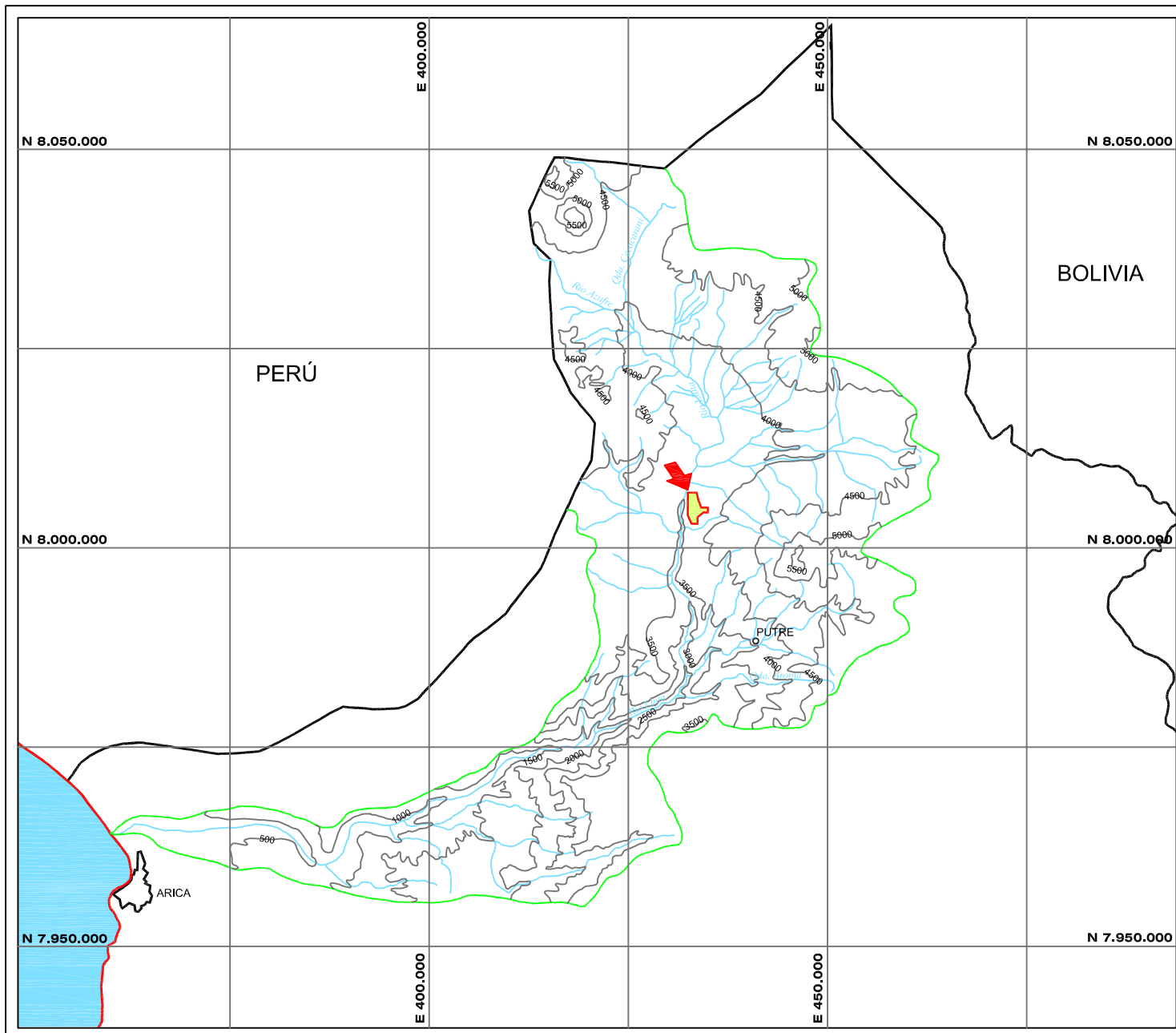
1. INTRODUCCIÓN

La compañía Minera Hemisferio Sur (MHS) es propietaria del Proyecto de Manganeso “Los Pumas”, situado unos 20 km al nor-noreste de la localidad de Putre, Provincia de Parinacota, XV Región de Arica y Parinacota, extremo norte de Chile (**Fig. 1a**). El área del Proyecto Los Pumas se encuentra en las estribaciones occidentales del Altiplano, en un rango de cota de 3.500 a 4.000 m snm. El sector donde se ha definido la ubicación de la mina e infraestructura minera para la producción de Manganeso se halla al interior de propiedades mineras de MHS, al oeste del Río Lluta (**Fig. 1b**).



El proceso de presentación y aprobación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), desarrollado por la empresa Minería y Medio Ambiente Ltda. (M&MA), ha requerido una caracterización hidrogeológica del Área Proyecto basada en los antecedentes actualmente disponibles. Aquaconsult Cía. Ltda. (AQUACONSULT) ha sido contratada para elaborar dicha caracterización. El presente documento presenta los resultados de la descripción hidrogeológica. Los objetivos específicos de este trabajo han sido definidos en los siguientes términos por M&MA:

- Describir la existencia, disponibilidad y caracterización del comportamiento de las aguas subterráneas presentes en la zona de emplazamiento del proyecto (en especial depósito de desechos, embalse de lamas, botadero de estériles.)
- Establecer la influencia, efectos o impactos sobre aguas subterráneas debido de las actividades contempladas en el Proyecto.

En el texto expuesto a continuación, se utiliza el término “Área Proyecto” para indicar el sector donde se prevé la construcción de infraestructura minera para la futura producción del Proyecto Los Pumas. El “sector del Proyecto” se amplía a las zonas aledañas al Área Proyecto, con la extensión incluida en la **Fig. 5**.

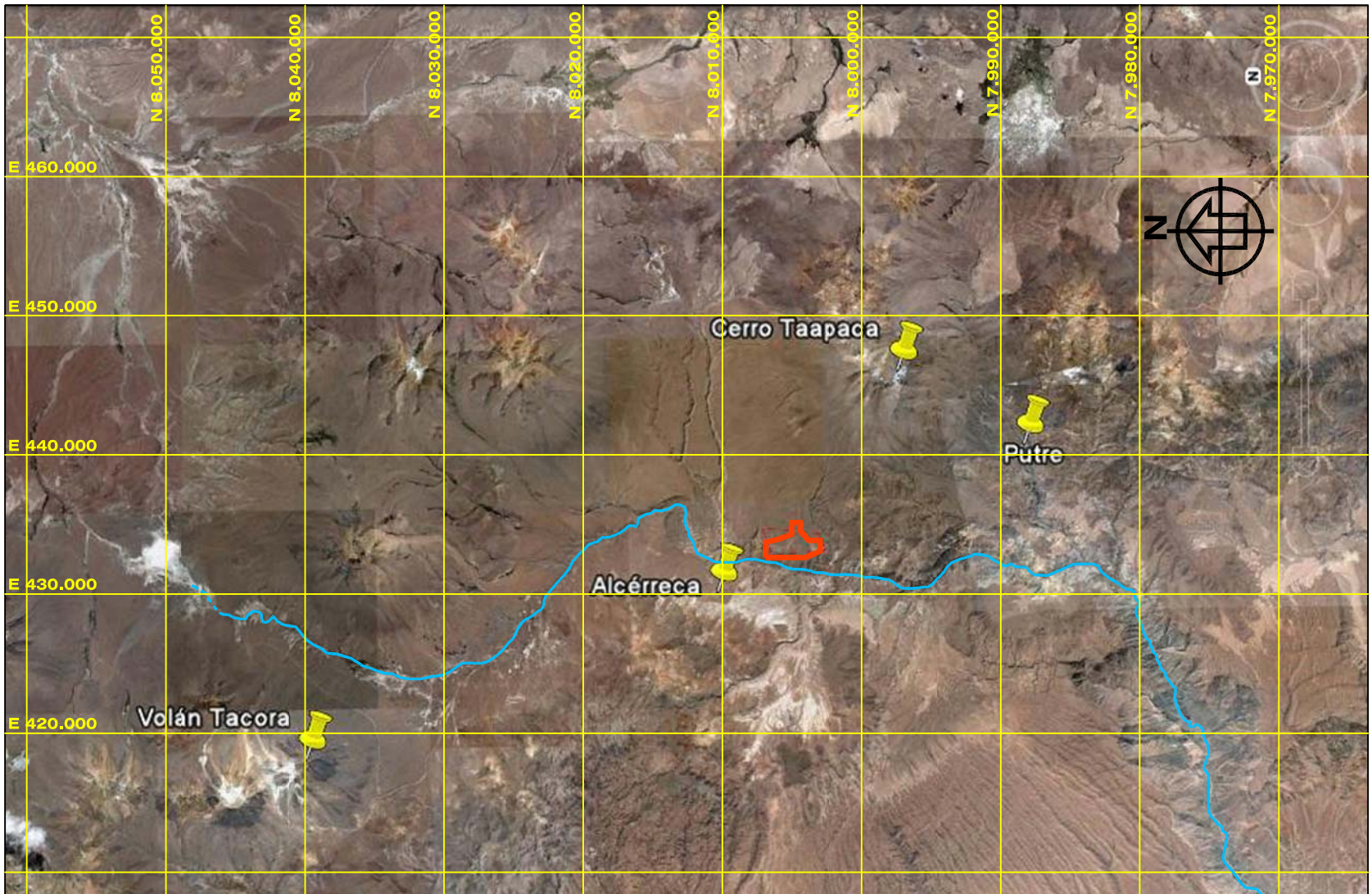


SIMBOLOGÍA



-  Área de rajo e infraestructura minera
-  Límite Cuenca Río Lluta

Fuente de información: DATUM PSAD 1956

PREPARADO POR: <i>Aquaconsult</i>
PREPARADO PARA: MINERA HEMISFERIO SUR (MHS)
PROYECTO: LOS PUMAS
MAPA UBICACIÓN REGIONAL PROYECTO LOS PUMAS EN CUENCA RÍO LLUTA
ESCALA : 1 : 750.000
EJECUCIÓN : AQUACONSULT
DIBUJO : C. RIVERA
V B : P. BEVACQUA
FECHA: Octubre 2010
Fig. 1 a



SIMBOLOGÍA

-  Área de rajo e infraestructura minera
-  Río Lluta

Nota: Georeferenciación aproximada



PREPARADO POR: Aquaconsult	
PREPARADO PARA: MINERA HEMISFERIO SUR (MHS)	
PROYECTO: LOS PUMAS	
UBICACIÓN LOCAL PROYECTO LOS PUMAS SOBRE IMAGEN SATELITAL	
ESCALA : GRÁFICA	FECHA: Octubre 2010
EJECUCION : AQUACONSULT	Fig. 1b
DIBUJO : C. RIVERA	
V B : P. BEVACQUA	

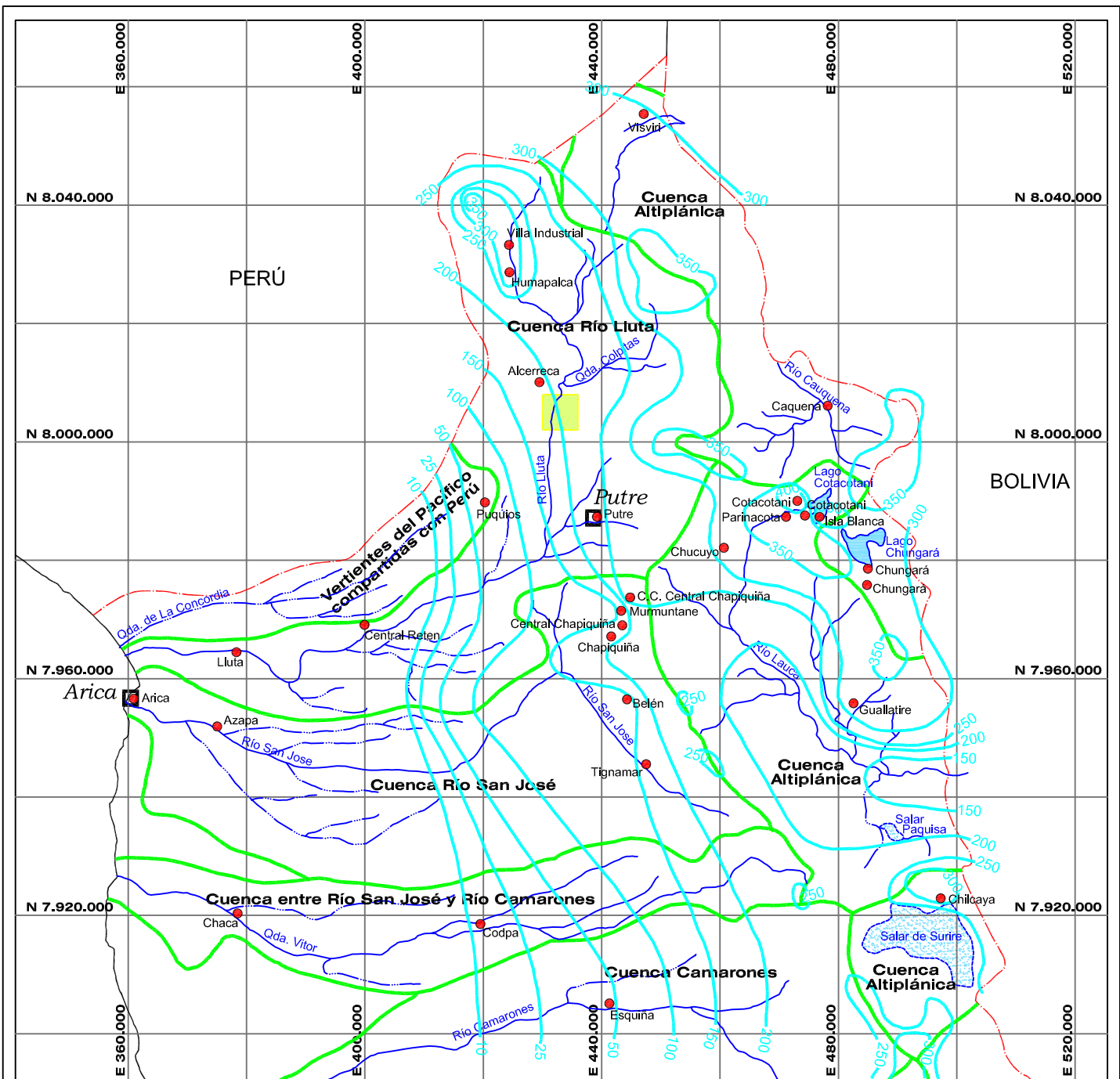
2. CONTEXTO MORFOLÓGICO-HIDROLÓGICO

El área del Proyecto Los Pumas se encuentra inserta en la cuenca del Río Lluta, la cual posee una superficie de aproximadamente 3.400 km², extendiéndose entre la Alta Cordillera –incluyendo el límite fronterizo con Perú– hasta su desembocadura en el Océano Pacífico unos 3 km al norte de la ciudad de Arica. La elevación máxima de la cuenca del Río Lluta sobrepasa los 5.500 m snm., representando el Volcán Tacora su máxima cota.

En el área del Proyecto Los Pumas, el Río Lluta recibe las aguas de un tributario importante: el Río Allane. En el Río Allane aguas arriba del Lluta, existe una estación pluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA).

El clima del área de estudio se define como estepa de altura húmeda. La pluviometría y la temperatura son controladas en gran medida por la variación altimétrica. La temperatura media anual varía entre 0 y 9°C (**Tabla 1**). La **Fig. 2a** muestra a escala 1:1.000.000 las curvas isoyetas (expresadas en mm/año), basado en información DGA (1987). Se observa que el Área Proyecto estaría cruzada por la isoyeta 200 mm/año y que aguas arriba en la cuenca, las isoyetas alcanzan hasta 350 mm/año.

La **Tabla 1** identifica las 29 estaciones pluviométricas más cercanas al área de estudio, sus coordenadas y cota y las medias anuales de precipitación y temperatura. Se incluyen 6 estaciones al interior de la Cuenca del Río Lluta, de las cuales tres estaciones se hallan a mayor elevación que el Proyecto Los Pumas; otras 9 estaciones se sitúan a <20 km del perímetro de la cuenca. La **Fig. 2b** muestra una interpretación de la relación cota–precipitación, interpretándose una línea de tendencia que ha sido extrapolada hasta alcanzar las altitudes incluidas en el área de estudio. A partir de esta línea de regresión



Fuente de información de Isoyetas y estaciones pluviométricas: DGA 1987

SIMBOLOGÍA

- Isoyetas
- Perímetro aprox. Cuencas hidrológicas
- Estaciones pluviométrica
- Área de interés

PREPARADO POR:	
PREPARADO PARA: MINERA HEMISFERIO SUR (MHS)	
PROGRAMA: LOS PUMAS	
MAPA ISOYETAS Y ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	
ESCALA : 1 : 1.000.000	FECHA : Octubre 2010
EJECUCIÓN: AQUACONSULT	Fig. 2a
DIBUJO : C. RIVERA	
V B : P. BEVACQUA	

Fig. 2b: RELACIÓN COTA - PRECIPITACIÓN

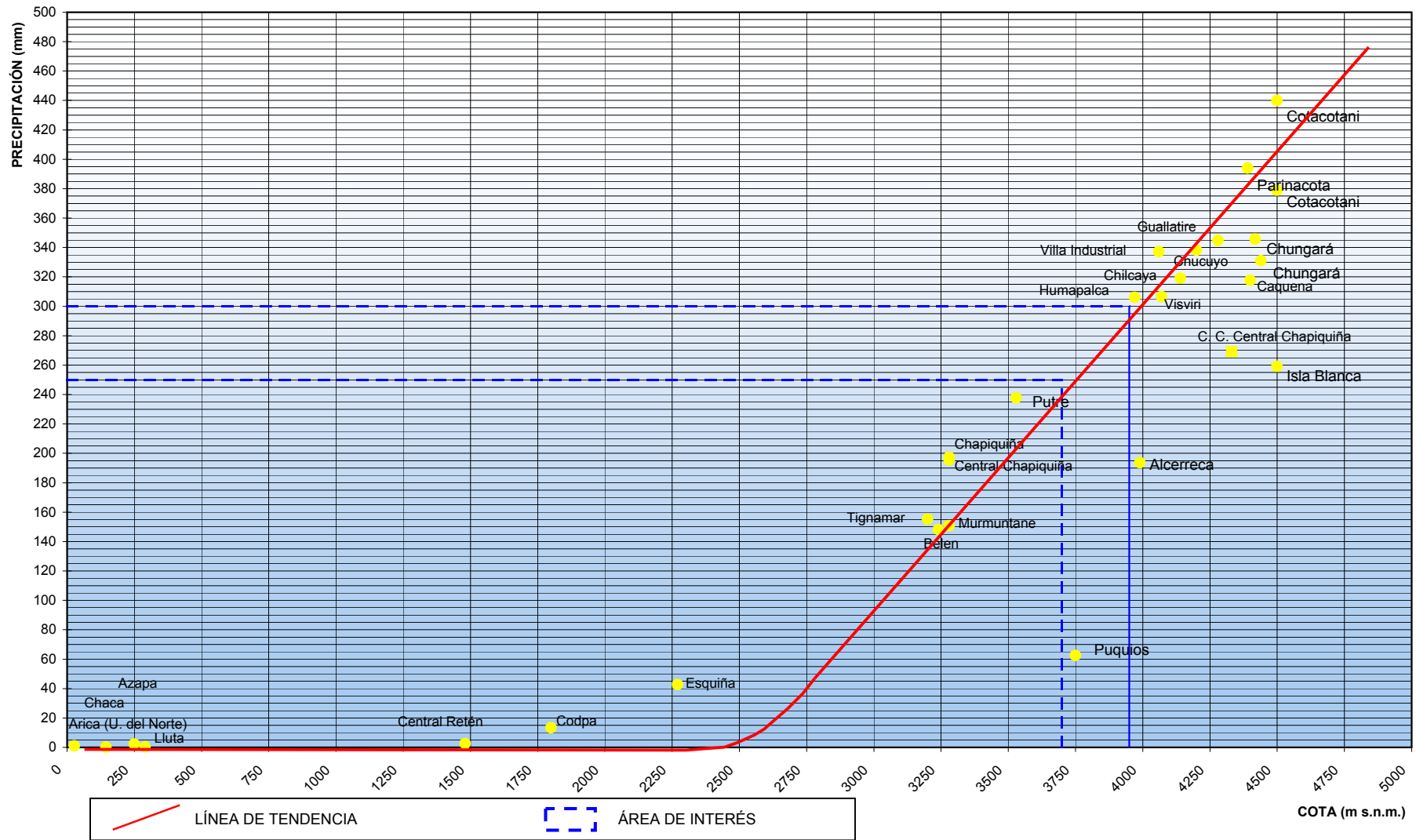


TABLA 1 : ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS Y METEOROLÓGICAS ÁREA DE ESTUDIO

ESTACIÓN	ROL	COORDENADAS UTM		COTA m s.n.m.	PLUVIOMETRÍA mm/año	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)
		ESTE	NORTE			
Visviri	010-00-050	447098	8055406	4070	306,6	
Caquena	010-01-050	478190	8006108	4400	317,6	2,4
Chungará	010-10-050	484975	7978576	4440	331,0	
Chungará	010-10-053	484823	7975831	4418	345,6	
Isla Blanca	010-20-050	476807	7987332	4500	259,1	
Cotacotani	010-20-051	474351	7987555	4500	378,9	1,9
Chucuyo	010-20-053	460647	7982106	4200	338,2	1,1
Parinacota	010-20-054	471149	7987342	4390	394	1,5
Cotacotani	010-20-098	473046	7990032	4500	439,9	
Guallatire	010-21-050	482551	7955843	4280	344,8	4,2
Chilcaya	010-30-050	497275	7922882	4140	319,1	2,7
Puquios	011-10-050	420283	7989783	3750	62,4	
Villa Industrial	012-00-050	424339	8033282	4060	337,1	
Humapalca	012-00-051	424427	8028662	3970	306,0	
Alcerreca	012-01-050	429491	8010099	3990	193,6	
Putre	012-02-051	439202	7987343	3530	237,7	8,4
Central Retén	012-10-098	399935	7969089	1481	2,6	
Lluta	012-11-050	378303	7964472	290	0,4	19,1
Murmuntane	013-00-050	443296	7971469	3280	150,7	8,8
Central Chapiquiña	013-00-052	443477	7969011	3280	195,5	
Belen	013-00-053	444272	7956494	3240	148,2	
Tignamar	013-00-054	447512	7945533	3200	155,1	
C. C. Central Chapiquiña	013-00-055	444813	7973720	4330	269,2	5,1
Chapiquiña	013-00-098	441608	7967129	3280	197,3	
Azapa	013-10-051	375046	7951920	250	2,3	19,2
Arica (U. del Norte)	013-10-053	360953	7956600	27	1,1	20,0
Chaca	014-10-050	378495	7920331	145	0,1	19,8
Codpa	014-10-051	419519	7918544	1800	13,4	16,0
Esquiña	015-02-051	441301	7905120	2270	42,6	

Fuente de Información: DGA, 1987.

Datum: UTM PSAD 56.

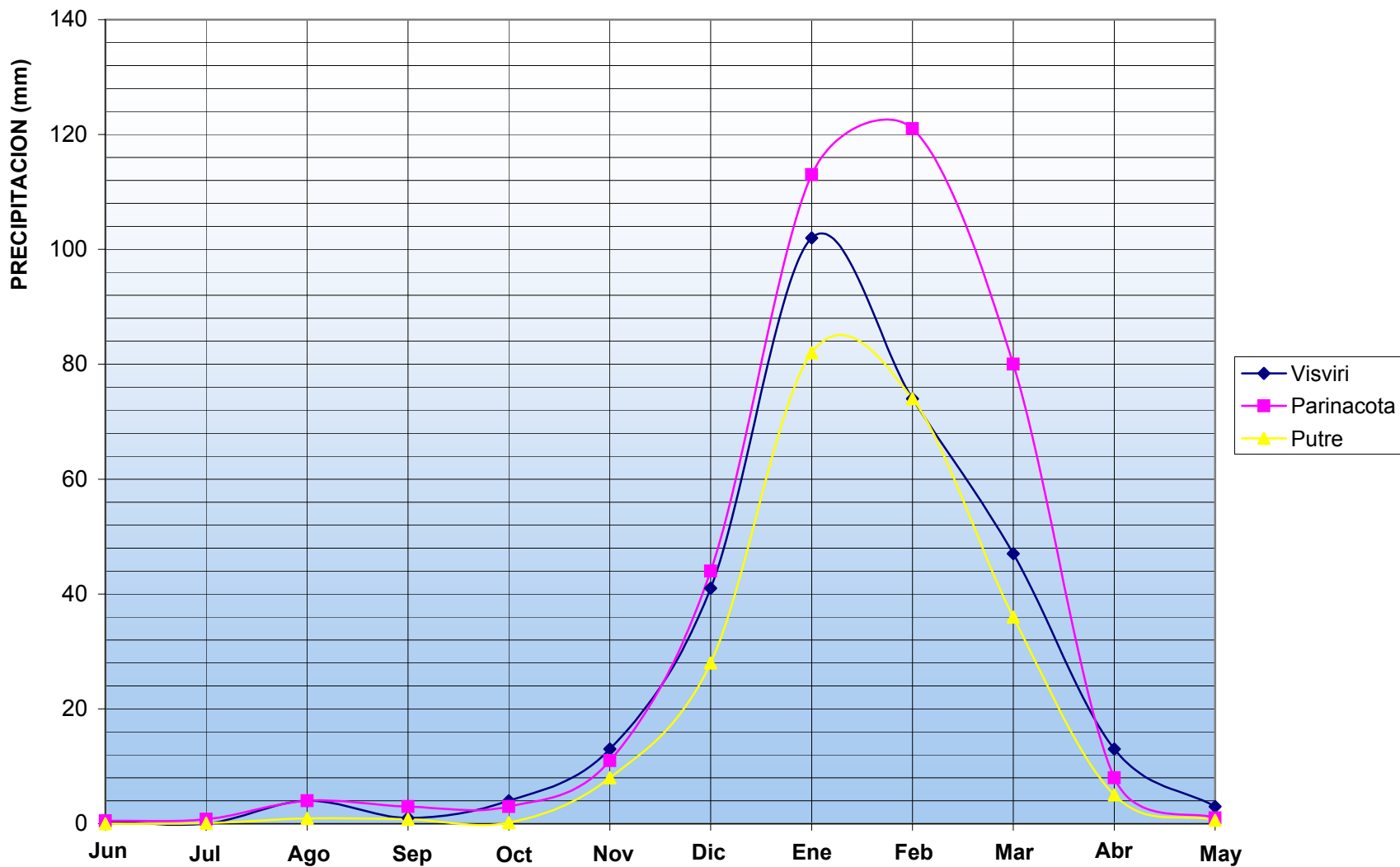
se ha asignado los siguientes valores de precipitación a los intervalos topográficos cercanos a la cota del área de estudio.

Cuadro: Tasa de precipitación para rangos de elevación topográfica	
Elevación (m snm)	Media de precipitación anual (mm/año)
<2.500	81
2.500 a 3.000	103
3.000 a 3.500	157
3.500 a 4.000	255
4.000 a 4.500	366
4.500 a 5.000	456
> 5.000	500

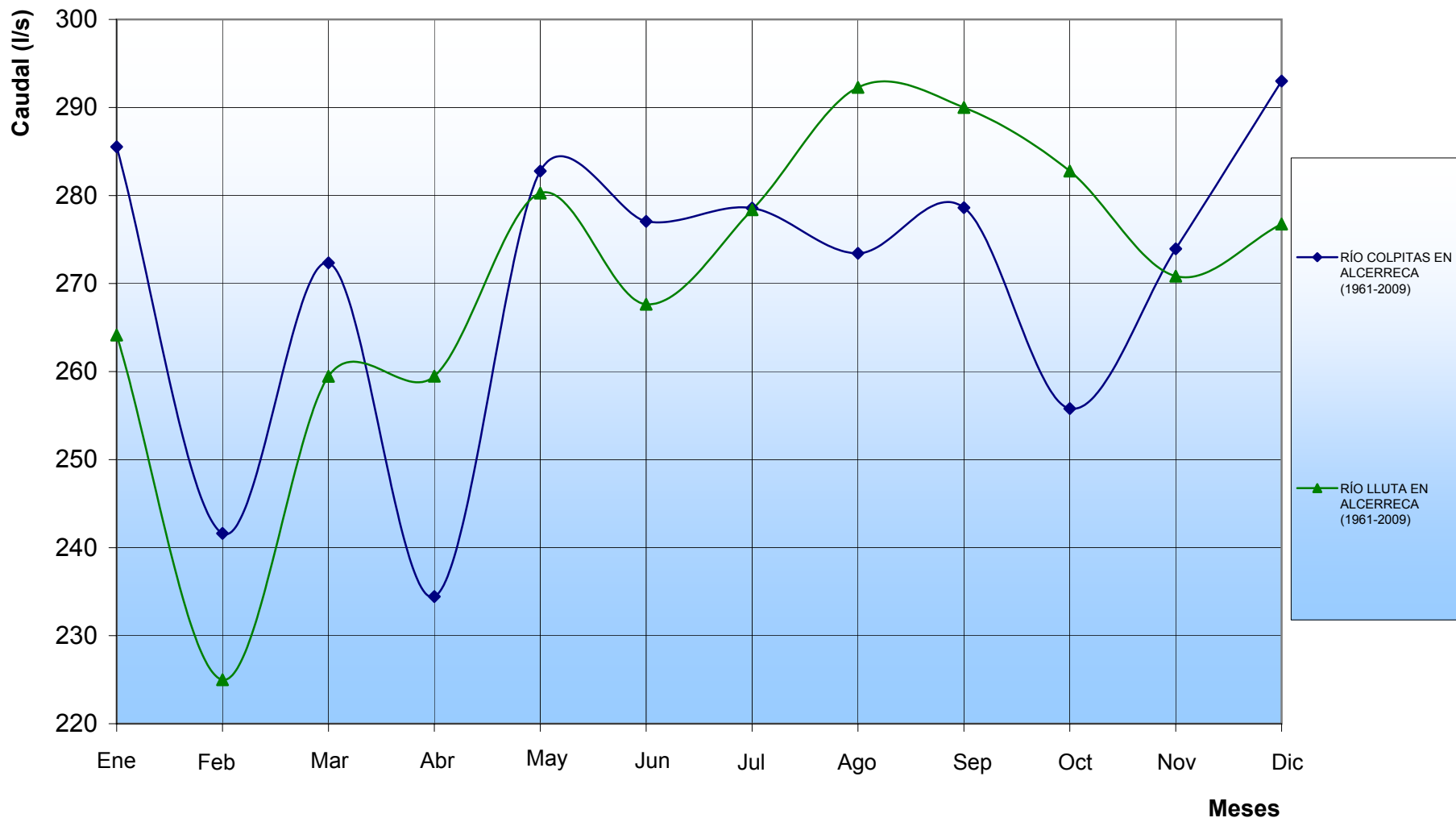
El gráfico de la **Fig. 2c** muestra las medias mensuales de precipitación para tres estaciones pluviométricas de la DGA: las estaciones Putre (3.530 m snm), Embalse Visviri (4.070 m snm) y Parinacota (4.390 m snm). Se reconoce un muy marcado patrón estacional de lluvias, con un período de estío de Mayo a Octubre, con un porcentaje acumulado de precipitaciones que representa aproximadamente el 15% del total pluviométrico; las lluvias se concentran entre Noviembre y Abril (**Tabla 2**).

Para el sector del Proyecto se han identificado datos de monitoreo de dos estaciones pluviométricas: (i) Río Colpitas en Alcerreca; y, (ii) Río Lluta en Alcerreca. Para cada una de estas estaciones (**Tabla 3**) se han elaborado gráficos de los promedios mensuales (**Fig. 3a**) y promedios anuales (**Fig. 3b**). No existe una estacionalidad muy marcada, sin embargo hay una tendencia a registrarse mayores caudales en el período Julio a Septiembre.

Fig. 2c: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL



**Fig. 3a: CAUDALES PROMEDIO MENSUALES, ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS
ÁREA DE ESTUDIO**



**Fig. 3b: CAUDALES ANUALES PROMEDIOS MÓVILES (SERIE 10 AÑOS)
ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS ÁREA DE ESTUDIO**

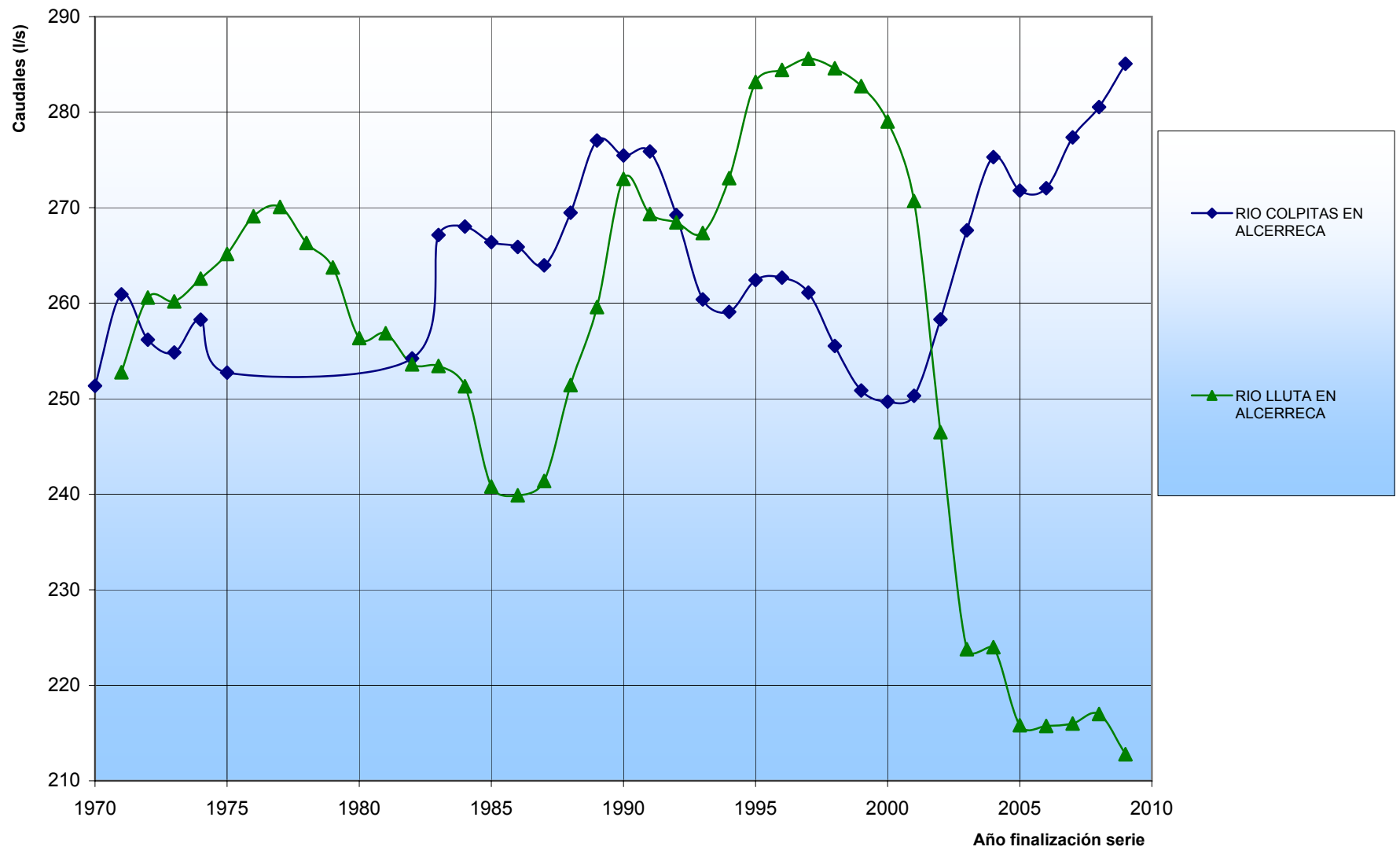


TABLA 2 :PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL, ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS ÁREA DE ESTUDIO.

ESTACION	ROL	COORDENADAS UTM		COTA m s.n.m.	PLUVIOMETRIA (mm)											
		ESTE	NORTE		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Visviri	010-00-050	447098	8055406	4070	0,4	0	4	1	4	13	41	102	74	47	13	3
Parinacota	010-20-054	471149	7987342	4390	0,5	0,8	4	3	3	11	44	113	121	80	8	1
Putre	012-02-051	439202	7987343	3530	0	0,1	0,9	0,8	0,2	8	28	82	74	36	5	0,6

TABLA 3 :CAUDALES MEDIOS MENSUALES ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS

ESTACIÓN	ROL	CAUDALES (m ³ /s)											
		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
RIO COLPITAS EN ALCERRECA	01201001-K	277	279	273	279	256	274	293	286	242	272	234	283
RIO LLUTA EN ALCERRECA	01201003-6	268	278	292	290	283	271	277	264	225	259	259	280

3. CONTEXTO GEOLÓGICO

3.1 INTRODUCCIÓN

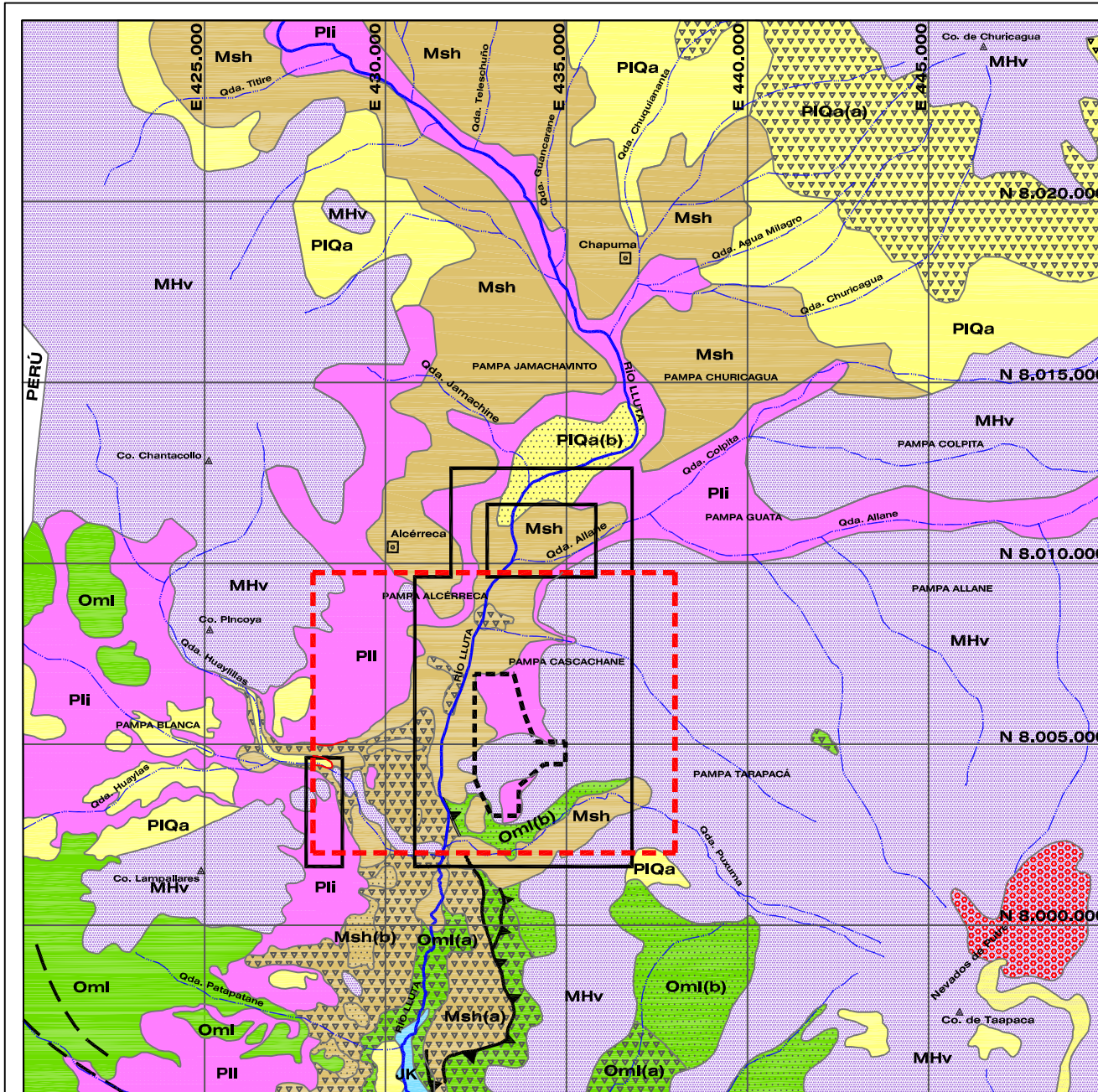
En el sector del Proyecto e inmediaciones (**Fig. 4** y **Fig. 5**) afloran principalmente rocas estratificadas y depósitos semiconsolidados; en una proporción muy secundaria se presentan depósitos sedimentarios no consolidados.

Más del 50% de las rocas y depósitos semiconsolidados corresponden a depósitos de flujos piroclásticos, lavas y tobas ignimbríticas, mayoritariamente originados por la actividad volcánica Plio-Pleistocena; 5 km al oeste y unos 15 km al este del área del Proyecto afloran rocas volcánicas más antiguas, del Mioceno.

Las demás rocas y depósitos semiconsolidados corresponden a dos secuencias terciarias de origen continental, pertenecientes a las formaciones Lupica y Huaylas.

En forma muy subordinada se presentan sedimentos no consolidados de origen aluvial, fluvial y coluvial. En el fondo de la quebrada del Río Lluta, a más de 4 km al norte del Área Proyecto, se disponen depósitos de remoción en masa y a unos 15 km al noreste se disponen depósitos fluvioglaciales y morrénicos.

A continuación se describen sintéticamente las características de las unidades geológicas (“UG-“) que afloran en el Área Proyecto, ordenados de más antiguo a más reciente. Se ha utilizado la nomenclatura de definiciones aplicadas por el levantamiento geológico del Sernageomin (García et al., 2004).



LEYENDA GEOLÓGICA

- UG-6: Depósitos Aluviales, Coluviales Remoción en masa y Salino-Detrítico PIQa
- UG-6b: Remoción en masa PIQa(b)
- UG-6a: Depósitos Fluvio-glaciales y Morrénicos PIQa(a)
- UG-5: Volcánes y Centros Eruptivos Menores MHv
- UG-4: Ignimbrita Lauca Pli
- UG-3: Formación Huaylas Indiferenciado Msh
- UG-3b: Formación Huaylas-Miembro Superior Msh(b)
- UG-3a: Formación Huaylas-Miembro Inferior Msh(a)
- UG-2: Formación Lupica (+Fm. Oxaya), Indiferenciado Oml
- UG-2b: Formación Lupica-Miembro Superior Sedimentario Oml(b)
- UG-2a: Formación Lupica-Miembro Medio Volcánico-Sedimentario Oml(a)
- UG-1: Basamento Mesozoico JK

SIMBOLOGÍA

- Falla (inversa)
- Drenaje
- Límite propiedad minera MHS
- Área de rajo e infraestructura minera
- Perímetro área de detalle
- Alteración hidrotermal

Fuente de información geológica:

- Modificado de García et al (2004)
- Modificado de SERNAGEOMIN (2002)
- DATUM PSAD 1956
- Propiedad minera: MHS (comunicación escrita MHS)

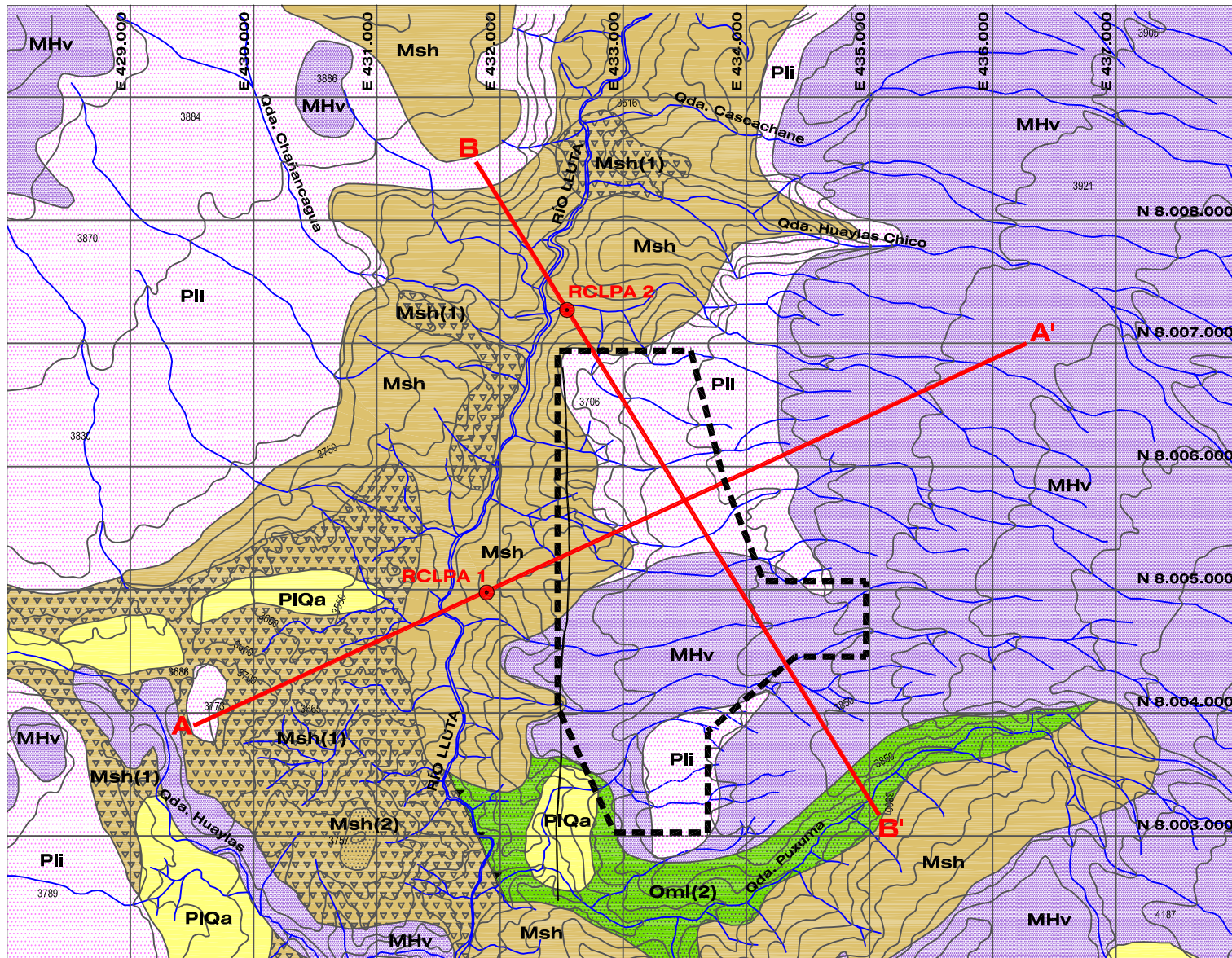
PREPARADO POR: **Aquaconsult**

PREPARADO PARA: MINERA HEMISFERIO SUR (MHS)

PROGRAMA: LOS PUMAS

MAPA GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO REGIONAL ÁREA PROYECTO LOS PUMAS

ESCALA: 1 : 175.000	FECHA: Octubre 2010
EJECUCIÓN: AQUACONSULT	Fig. 4
DIBUJO: C. RIVERA	
V B: P. BEVACQUA	



LEYENDA GEOLÓGICA

- | | | | |
|--|---|--|--|
| | UG-6 Depósitos Aluviales, Coluviales Remoción en masa y Salino-Detrítico PIQa | | UG-2 Formación Luplca (+Fm. Oxaya), indiferenciado Oml |
| | UG-6b Remoción en masa PIQa (b) | | UG-2b Formación Luplca-Miembro Superior Sedimentario Oml(2) |
| | UG-6a Depósitos Fluvio-glaciales y Morrénicos PIQa(a) | | UG-2a Formación Luplca-Miembro Medio Volcánico-Sedimentario Oml(1) |
| | UG-5 Volcánes y Centros Eruptivos Menores MHv | | UG-1: Basamento Mesozoico JK |
| | UG-4: Ignimbrita Lauca Pli | | Sondaje |
| | UG-3 Formación Huaylas Indiferenciado Msh | | Trazado perfil geológico |
| | UG-3b Formación Huaylas-Miembro Superior Msh(2) | | Área de rajo e infraestructura minera |
| | UG-3a Formación Huaylas-Miembro Inferior Msh(1) | | |

Fuente de información:
 - Modificado de Garcia et al (2004)
 - Modificado de SERNAGEOMIN (2002)

PREPARADO POR: Aquaconsult	
PREPARADO PARA: MINERA HEMISFERIO SUR (MHS)	
PROYECTO: LOS PUMAS	
MAPA GEOLÓGICO ESQUEMATICO LOCAL ÁREA PROYECTO LOS PUMAS	
ESCALA :	1:50.000
EJECUCION :	AQUACONSULT
DIBUJO :	C. RIVERA
V B :	P. BEVACQUA
FECHA:	Octubre 2010

Fig. 5

3.2 UNIDADES GEOLÓGICAS

UG-1: Basamento Mesozoico (JK)

La unidad de Basamento Mesozoico (UG-1) se compone de rocas sedimentarias e intrusivos y aflora en el fondo de la quebrada del Río Lluta, unos 6 km al sur del Área Proyecto. Las rocas sedimentarias son de origen marino y pertenecen a la Formación Livilcar; los afloramientos más cercanos pertenecen al Miembro Superior, cuya litología está compuesta por calizas, lutitas areniscas con yeso y coquinas (García et al., 2004). Los intrusivos son del Cretácico Superior-Paleoceno y se componen de granodioritas y monzodioritas.

UG-2: Formación Lupica; Oligoceno Superior-Mioceno Inferior (OMI)

La Formación Lupica (UG-2) corresponde a una secuencia de rocas volcánico-sedimentarias, de variada litología y muy amplia distribución en la Precordillera y franja occidental de la Alta Cordillera al norte del paralelo 19°S. Esta unidad se encuentra moderada a intensamente plegada. Aflora al sur del Área Proyecto, tanto en la Quebrada del Río Lluta, como en las partes altas aledañas al valle. A más de 10 km al suroeste del Área Proyecto (**Fig. 4**) se ha integrado a la UG-2 afloramientos de la Formación Oxaya, debido a que esta formación posee un rango de edad similar a la Formación Lupica (es decir, Oligoceno Superior-Mioceno Inferior).

En el Área Proyecto, la UG-2 aflora en el extremo sur, a lo largo de la Quebrada Puxuma (**Fig. 5**). Dichos afloramientos están compuestos por rocas sedimentarias, principalmente areniscas y fangolitas, con intercalaciones volcánicas; pertenecen a las partes media y superior de la Formación Lupica.

UG-3: Formación Huaylas; Mioceno Superior (Msh)

La Formación Huaylas (UG-3) corresponde a una secuencia sedimentaria de disposición subhorizontal, con afloramientos tanto en los sectores de menor elevación del Área Proyecto, como en los sectores circundantes, con una distribución fuertemente controlada por la topografía. De hecho, se expone ampliamente en la parte media-baja de la quebrada del Río Lluta.

Un espesor máximo de 240 m ha sido reconocido en el sector del Proyecto (García et al., 2004). Está compuesta por gravas, ripios finos a medios, areniscas, fangolitas, diatomitas y calizas.

UG-4: Ignimbrita Lauca; Plioceno Superior (Pli)

La Ignimbrita Lauca (UG-4) corresponde a flujos piroclásticos de tobas, de cementación leve a moderada. Posee una gran extensión en la Alta Cordillera y Precordillera, mediante numerosos afloramientos, en parte aislados. En el sector del Proyecto también presenta una amplia cobertura mediante afloramientos dispuestos a lo largo del valle del Río Lluta y en sectores aledaños de media elevación, exceptuándose los sectores más altos. En el área del Proyecto su distribución es muy significativa. La mineralización de Manganeso está mayoritariamente asociada a esta unidad geológica; de hecho, representa la roca caja principal del yacimiento de Manganeso del Proyectos Los Pumas.

A nivel regional, su espesor ha sido observado en hasta 150 m. En la cuenca del Río Lauca -unos 30 km al este del Área Proyecto- se intercala en la secuencia sedimentario-continental pliocena de la Formación Lauca. Su edad ha sido radiométricamente determinada en 2,6 a 2,8 M.a.

UG-5: Volcanes y Centros Eruptivos Menores (MHv)

La unidad de Volcanes y Centros Eruptivos Menores (UG-5) corresponde a un gran conjunto de aparatos volcánicos y sus depósitos asociados, incluyendo coladas de lava, depósitos de flujos piroclásticos, depósitos de avalanchas de detritos y domos. En el sector Lluta-Allane cubre grandes extensiones en los sectores de topografía media-alta situados a ambos lados de la quebrada del Río Lluta; en el Área Proyecto también posee una amplia presencia en una posición estratigráfica sobreyacente a la Ignimbrita Lauca. También presenta mineralización de Manganeso.

Las litologías predominantes de la UG-5 son andesitas y dacitas, existiendo también riolitas. Asociado a estas rocas, localmente se han desarrollado varios sectores con alteración hidrotermal y depósitos de azufre.

Las edades de las subunidades que conforman la UG-5 han sido mapeadas por García et al. (2004), siendo éstas del Mioceno Inferior, Mioceno Medio, Mioceno Superior, Plioceno, Pleistoceno y Holoceno. Dichas edades se basan en numerosas dataciones radiométricas y correlaciones geomorfológicas, en parte importante basadas en el grado de erosión de los aparatos y coladas volcánicas. Varios volcanes que integran esta unidad, presentan los efectos erosivos de los glaciares pleistocénicos. Las coladas de lava de estos volcanes muchas veces son individualizables.

UG-6: Depósitos aluviales, fluviales, coluviales, remoción en masa y salino-detríticos; Plioceno-Holoceno (PIQa)

En el sector del Proyecto se han descrito los depósitos no consolidados (UG-6) enumerados a continuación en orden de importancia decreciente según su presencia en el Área Proyecto. Basado en sus características morfológicas y origen, los seis tipos de

depósitos descritos son de edad cuaternaria (Pleistoceno al Holoceno). Corresponden a unidades informales (no a formaciones geológicas).

- *Depósitos Aluviales*

Los Depósitos Aluviales se encuentran predominantemente compuestos por arenas con matriz de arena fina; también existen sectores con clastos de tamaño grava. Su extensión es muy reducida y el rango de espesor estimativo no supera los 10 m.

- *Depósitos Fluviales*

Los Depósitos Fluviales se localizan principalmente a lo largo de los cauces de los ríos Lluta, Allane y sus tributarios. Sus espesores llegan a tener hasta un máximo estimativo de 15 m.

- *Depósitos Coluviales*

Los Depósitos Coluviales se distribuyen sobre laderas de cerros formados por las unidades de roca y depósitos semiconsolidados. En el Área Proyecto su distribución es poco abundante; se distribuyen principalmente en el sector de pendientes intermedias -no en los escarpes- orientadas hacia el Río Lluta. Su espesor es muy reducido, siendo su máximo unos 5 m.

- *Depósitos Salino-Detríticos*

En áreas muy restringidas del sector del Proyecto, existen Depósitos Salino-Detríticos, compuestos por: (i) sedimentos detríticos: arena fina, limos y arcilla, y, (ii) sedimentos evaporíticos: boratos, cloruros, sulfatos y carbonatos, mezclados con detritos. Se hallan en sectores situados unos 15 km al noreste del Área Proyecto, en hoyas tributarias aportantes al Río Lluta aguas arriba.

- *Depósitos de Remoción en Masa (PIQa (b))*

Los Depósitos de Remoción en Masa corresponden a deslizamientos y avalanchas gravitacionales, presentes en bordes de laderas, en escarpes y quebradas profundas. Sus afloramientos cubren en general algunas decenas de metros y su potencia puede alcanzar hasta 20 m.

- *Depósitos Fluvioglaciales y Morrénicos (PIQa (a))*

Unos 15 km al nor-noreste del Área Proyecto se extienden depósitos de origen glaciar, compuestos por brechas sedimentarias, gravas y limos; su grado de selección es pobre y la matriz arenosa-limosa. Corresponden mayoritariamente a mantos estratificados, y en menor proporción a morrenas laterales y/o frontales.

4. ANTECEDENTES APORTADOS POR PERFORACIONES

En el Área Proyecto e inmediaciones (cobertura de la **Fig. 4**), no existen antecedentes de pozos con fines hidrogeológicos de ningún tipo (exploración, monitoreo, producción u otro).

Un total de más de 340 sondajes mineros de aire reverso han sido perforados por MHS entre Diciembre-2008 y Marzo-2010, para la exploración y evaluación de los recursos de Manganeso. Dos de estos sondajes habrían interceptado agua (Igor Collado, geólogo MHS, comunicación verbal), los únicos perforados a una elevación en superficie inferior a 3.600 m snm. Se trata de los sondajes RCLPA-1 y -2 (**Fig. A-1 y A-2**), distantes del Río Lluta 270 m y 150 m respectivamente (**Fig. 5**). No fueron entubados al término de los trabajos; sólo se habrían instalado una cañería de un par de metros en superficie para sostener la “boca del sondaje”.

La estratigrafía de los sondajes se resume como sigue (Igor Collado, comunicación escrita):

- RCLPA-1
 - 0 a 37 m: Arena gruesa
 - 37 a 69 m: Predominio de limo y arcilla, con intercalaciones de arena fina
 - 69 a 82 m: Arena gruesa (>82 m: intercalación o “techo de un paquete” de arena fina-limo)

- RCLPA-2
 - 0 a 56 m: Arena gruesa
 - 56 a 77 m: Arcilla

El cuadro siguiente resume las características más relevantes de ambos sondajes, respecto a parámetros hídricos:

CUADRO: Características generales de sondajes que interceptaron agua			
PARÁMETRO	RCLPA-1	RCLPA-2	Observaciones
Cota superficie (m snm)	3.579	3.563	
Profundidad total (m)	83	77	
Prof. intercepción de agua (m) (*)	66	6	
Cota intercepción de agua (m) (*)	3.513	3.557	
Cota aprox. del Río Lluta frente sondaje (m snm)	3.510	3.559	Cota obtenida mediante curvas de nivel
Diferencia entre cota intercepción agua en sondaje y cota Río Lluta (m)	3	2	

(*) No debe considerarse como la cota del nivel de agua, ya que no hubo monitoreo posterior a la perforación.

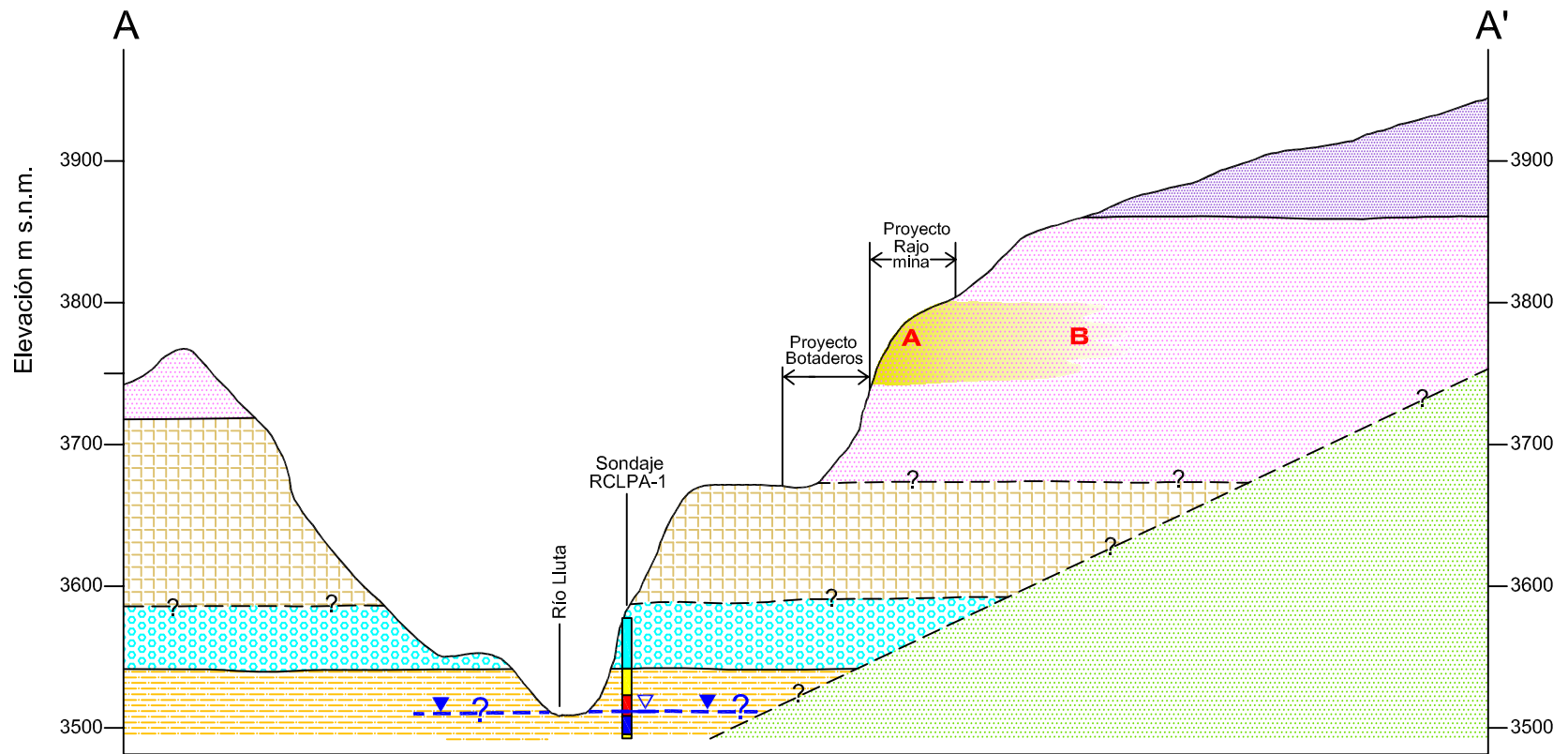
5. INTERPRETACIONES HIDROGEOLÓGICAS ÁREA PROYECTO

A continuación se exponen interpretaciones generales relativas a la geometría local y estimaciones de rangos de conductividad hidráulica para cada una de las unidades geológicas previamente definidas. Los perfiles A-A' y B-B' (**Fig. 6a** y **Fig. 6b**) muestran interpretaciones relativas a la disposición de las unidades geológicas presentes en el Área Proyecto e implicancias hidrogeológicas.

Basamento Mesozoico (UG-1)

El Basamento Mesozoico no aflora en el Área Proyecto; las rocas más cercanas se localizan unos 6 km al sur -a una cota de aproximadamente 3.250 m snm- donde su presencia se extiende ampliamente a lo largo del valle del Río Lluta aguas abajo. En consecuencia, no se conoce la profundidad a la cual se emplaza esta unidad en el Área Proyecto. En este sector, es altamente probable que su geometría se encuentra fuertemente controlada por la presencia de un sistema estructural de escala regional: la Falla Copaquilla-Tignamar. Esta falla presenta una exposición a lo largo de más de 70 km, hasta alcanzar -por el norte- el Área Proyecto (**Fig. 4**), en la afluencia de la Quebrada Puxuma en el Río Lluta. Su trazo NNW-SSE en el Área Proyecto y su carácter inverso, generaría el alzamiento del bloque oeste, en el cual se halla el Área Proyecto.

En el caso que el Basamento Mesozoico estuviese situado en el Área Proyecto a la misma cota que los afloramientos más cercanos, entonces su techo se localizaría a unos 420 m bajo los Botaderos (cota aproximada, 3.670 m snm); sin embargo, es probable que la Falla Copaquilla-Tignamar genera un alzamiento de esta unidad disponiendo su techo a una elevación significativamente superior.



Escala VT 1:5.000
Escala Hz 1:40.000

LEYENDA GEOLÓGICA

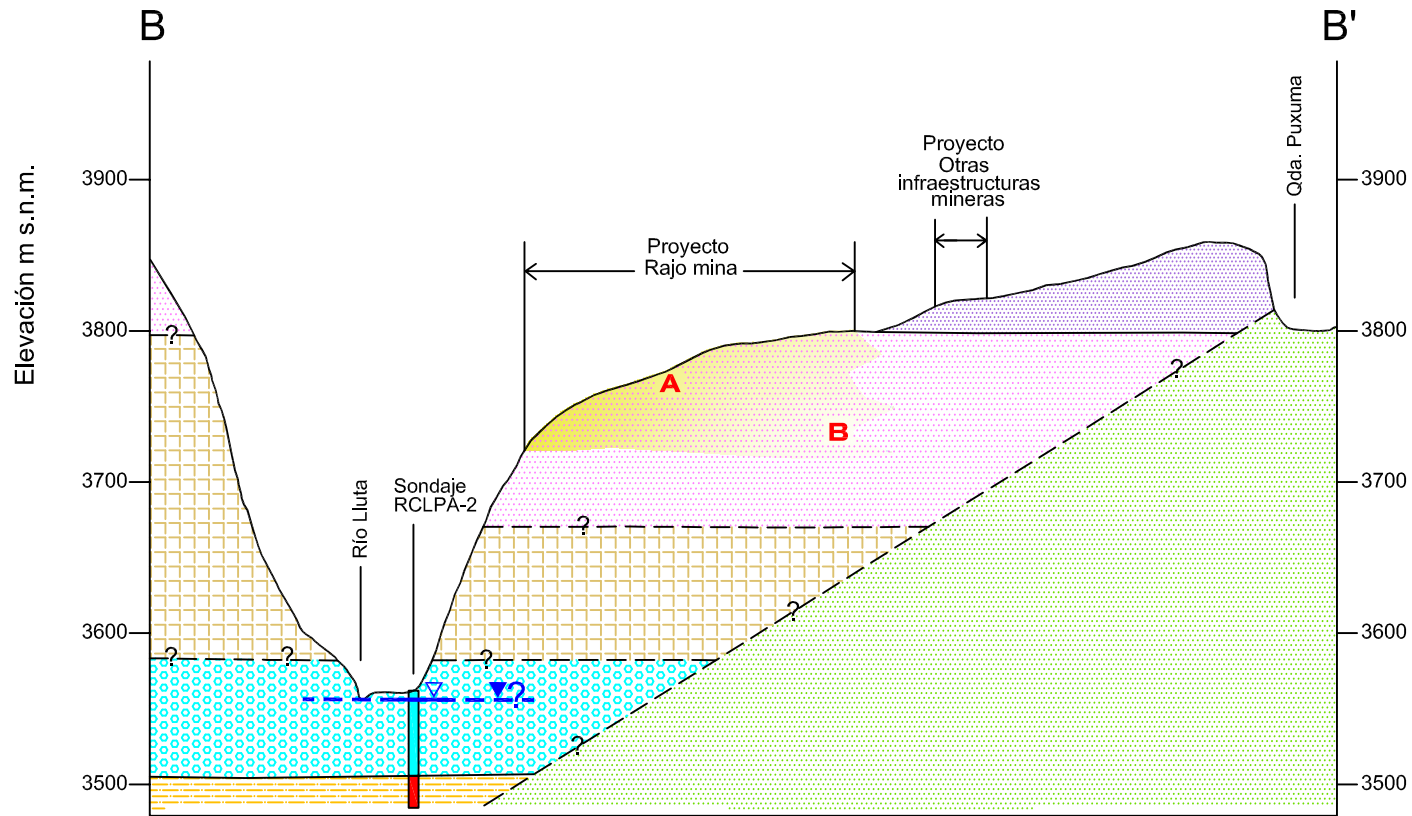
- UG-5 Volcánes y Centros Eruptivos Menores
- UG-4 Ignimbrita Lauca
- Mineralización de Manganeso
 - A:** Alta ley
 - B:** Baja ley
- UG-2 Formación Lupica (+Fm. Oxaya), indiferenciado OmI

- UG-3 Formación Huaylas Indiferenciado
 - b:** Sección no saturada de K media-baja
 - a:** Sección saturada y parcialmente saturada
 - 1: Secuencia de K media-alta
 - 2: Secuencia de K baja
- K:** Conductividad hidráulica (permeabilidad)

LITOLÓGIA SIMPLIFICADA DE SONDAJE

- Arena gruesa
- Arena fina
- Limo
- Arcilla
- Intercepción de agua en sondaje
- Extrapolación de nivel de agua probable

PREPARADO POR: Aquaconsult	
PREPARADO PARA: MINERA HEMISFERIO SUR (MHS)	
PROYECTO: LOS PUMAS	
PERFIL GEOLÓGICO-HIDROGEOLÓGICO INTERPRETATIVO A - A'	
ESCALA :	INDICADAS
EJECUCION :	AQUACONSULT
DIBUJO :	C. RIVERA
V B :	P. BEVACQUA
FECHA: Octubre 2010	
Fig. 6a	



Escala VT 1:5.000
Escala Hz 1:40.000

LEYENDA GEOLÓGICA

- UG-5 Volcánes y Centros Eruptivos Menores
- UG-4 Ignimbrita Lauca
- A** **B** Mineralización de Manganeso
A: Alta ley
B: Baja ley
- UG-2 Formación Lupica (+Fm. Oxaya), indiferenciado OmI
- UG-3 Formación Huaylas Indiferenciado
 - b b: Sección no saturada de K media-baja
 - a a: Sección saturada y parcialmente saturada
 - 1: Secuencia de K media-alta
 - 2: Secuencia de K baja

LITOLOGÍA SIMPLIFICADA DE SONDAJE

- Arena gruesa
- Arena fina
- Limo
- Arcilla
- Intercepción de agua en sondaje
- Extrapolación de nivel de agua probable

PREPARADO POR:	<i>Aquaconsult</i>	
PREPARADO PARA:	MINERA HEMISFERIO SUR (MHS)	
PROYECTO:	LOS PUMAS	
PERFIL GEOLÓGICO-HIDROGEOLÓGICO INTERPRETATIVO B - B'		
ESCALA :	INDICADAS	FECHA: Octubre 2010
EJECUCION :	AQUACONSULT	Fig. 6b
DIBUJO :	C. RIVERA	
V B :	P. BEVACQUA	

La conductividad hidráulica (K) primaria de estas rocas es estimada como baja a muy baja, del orden de 10^{-9} a 10^{-5} m/día. Permeabilidades secundarias de distribución muy local, provocadas por fallas y fracturas, pueden generar rangos probables de 10^{-5} a 1 m/día (Sanders, 1998); sin embargo esta es una condición muy poco frecuente. Para efectos prácticos esta unidad puede considerarse como impermeable y, por lo tanto, no presenta condiciones para generar acuíferos.

Formación Lupica (UG-2)

Los afloramientos de la Formación Lupica se emplazan en el sector sur del Área Proyecto a una cota mínima de aproximadamente 3.500 m snm, específicamente en el sector de afluencia de la Quebrada Puxuma en el valle del Río Lluta; su cota mayor alcanza unos 3.950 m snm en la parte alta de la Qda. Puxuma. Al igual que lo descrito para la UG-1, esta geometría de los afloramientos de la UG-2 permite suponer un alzamiento provocado por la Falla Copaquilla-Tignamar. Por lo tanto, es altamente probable que -en el Área Proyecto- el techo de la UG-2 se sitúa a una profundidad de entre aproximadamente 180 y 250 m (**Fig. 6a** y **Fig. 6b**).

La UG-2 presenta una amplia variedad litológica; sin embargo, los afloramientos más cercanos al Área Proyecto están compuestos por rocas sedimentarias, principalmente correspondientes a areniscas y fangolitas, con intercalaciones volcánicas; pertenecen a las partes media y superior de la Formación Lupica. Los afloramientos señalados permiten suponer una conductividad hidráulica (K) baja, estimativamente en el orden de 10^{-5} a 10^{-1} m/día; localmente (al igual que para la UG-1) pueden presentarse valores más altos condicionado por altos grados de fracturamiento. Su potencialidad como albergante de acuíferos en el Área Proyecto es muy baja a nula, debido a su alto grado de cementación y compactación.

Formación Huaylas (UG-3)

La Formación Huaylas (UG-3) presenta una amplia distribución en el Área Proyecto, donde se emplazan inmediatamente bajo la Ignimbrita Lauca. Ha sido observada tanto en los sondajes de prospección minera construidos en las áreas elevadas, como en los afloramientos del escarpe de la quebrada del Río Lluta que bordea el Área Proyecto.

Los sondajes describen una secuencia subhorizontal compuesta por sedimentos finos correspondientes a limos y arcillas con intercalaciones de arenas finas y un estrato de diatomita en la parte superior; el espesor de esta secuencia de sedimentos finos ha sido descrita en unos 30 m (Igor Collado, geólogo MHS, comunicación verbal). Bajo los primeros 30 m se alternan estratos de limos y arenas, predominantemente finos, hasta completar un espesor de unos 80 m. Esta parte de la secuencia no evidencia presencia de agua. Más abajo se extiende una secuencia de unos 50 a 70 m de espesor formada principalmente por arenas gruesas, parcialmente saturadas, descritas mediante los sondajes RCLPA-1 /-2 (**Fig. A-1** y **Fig. A-2**). Más abajo, ambos sondajes describen una nueva secuencia predominantemente formada por sedimentos finos, aparentemente saturados. Esta descripción estratigráfica es representada en el perfil A-A' (**Fig. 6a**) y el perfil B-B' (**Fig. 6b**).

El bajo grado de cementación y paquetes con matriz arenosa genera un amplio rango de conductividad hidráulica (K), estimada entre 10^{-2} y 10^2 m/día. Considerando la sección expuesta entre la Ignimbrita Lauca y el lecho del Río Lluta, se concluye la presencia de tres unidades definidas en base a la estimación de sus K y la presencia o ausencia de saturación (**Fig. 6a** y **Fig. 6b**) . Bajo una

cota cercana al Río Lluta se prevé la posible presencia de acuíferos en esta unidad.

Ignimbrita Lauca (UG-4)

La Ignimbrita Lauca (UG-4) se emplaza estratigráficamente sobre la Formación Huaylas (UG-3) y bajo la unidad Volcanes y Centros Eruptivos Menores (UG-5). Posee una amplia presencia en el Área Proyecto, siendo la roca caja principal de la mineralización de Manganeso del yacimiento Los Pumas.

Tanto la unidad en general como específicamente en el Área Proyecto, su litología corresponde esencialmente a tobas soldadas. Los numerosos sondajes del Proyecto Los Pumas no han interceptado aguas subterráneas en esta unidad geológica. Por lo tanto, puede suponerse la inexistencia de niveles de saturación en esta unidad.

Su conductividad hidráulica se estima -en base a la observación de las rocas aflorantes- en 10^{-3} a 1 m/día. En el Área Proyecto, la Ignimbrita Lauca se localiza en una posición topográfica muy por encima de posibles niveles de agua subterránea.

Volcanes y Centros Eruptivos Menores (UG-5)

La unidad de Volcanes y Centros Eruptivos Menores (UG-5) tiene una amplia presencia en el Área Proyecto. Se dispone estratigráficamente sobre la Ignimbrita Lauca -por lo tanto se sitúa en general a mayor cota- extendiéndose hacia el este.

Esta unidad no presenta otras formaciones sobreyacientes. Son rocas de edad relativamente recientes; su composición corresponde a rocas volcánicas y subvolcánicas. Sus permeabilidades primarias se califican estimativamente como bajas a medias (10^{-2} a 1 y 1 a 10^1 m/día respectivamente). Sin embargo, es característico que las permeabilidades secundarias -en parte provocada por fracturas de diaclasamiento del proceso de enfriamiento- sean significativamente mayores, estimativamente en el rango de una permeabilidad media a alta (10^1 a 10^2 m/día).

Los sondajes de exploración minera no interceptaron agua en la UG-5; además su posición topográfica elevada respecto a los niveles de saturación identificados en los sondajes mineros, no generan condiciones favorables a la formación de acuíferos. Sin embargo, en sectores exteriores al Área Proyecto puede generar acuíferos donde esta unidad de rocas se encuentra saturada. De hecho, existen sitios fuera del Área Proyecto donde afloramientos de rocas de la UG-5 presentan vertientes en superficie; esto es indicativo de la circulación de agua subterránea en ciertos sectores de esta unidad.

Depósitos no consolidados (UG-6)

Los depósitos no consolidados presentan permeabilidades únicamente de carácter primaria (debido a su condición de “no consolidado” y la consecuente inexistencia de fracturas), con un rango muy amplio de valores condicionado por la variedad de empaques y granulometrías. En el Área Proyecto, los depósitos no consolidados poseen muy escasa presencia, sumado a espesores estimados de hasta sólo unos 3 m. Son de carácter coluvial y aluvial. Por lo tanto, se puede descartar la presencia de acuíferos intergranulares en el Área Proyecto.

Fuera del Área Proyecto, en la sección del Río Lluta dispuesta inmediatamente al oeste, los depósitos fluviales también poseen espesores estimados en hasta unos

3 m, condicionados por la estrecha garganta labrada por el río. Este tipo de depósitos fluviales pueden generar acuíferos, hidráulicamente conectados con los cauces superficiales. Sin embargo, en la cercanía del Proyecto su geometría (extensión horizontal y espesor) es excesivamente limitada para crear acuíferos.

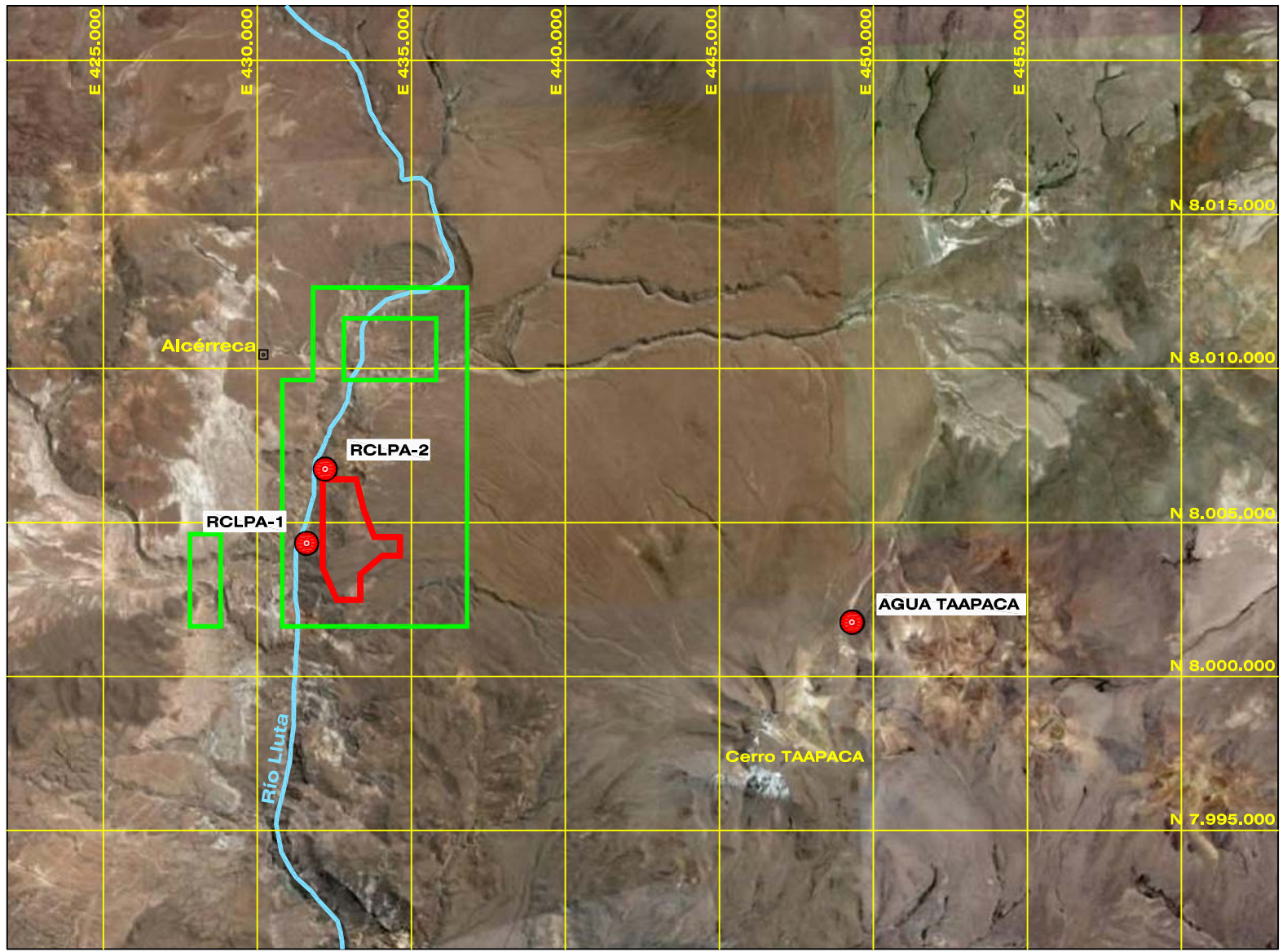
6. CALIDAD DE AGUAS

La fuente de agua que el Proyecto dispone para su consumo industrial, corresponde a una vertiente situada en los faldeos del Volcán Taapaca. Según observaciones de personal de MHS y lugareños, dicha vertiente se infiltra totalmente unos 3 km aguas abajo del punto de muestreo denominado “Vertiente Taapaca en Corral”. En este punto, donde MHS prevé captar el agua para su abastecimiento (**Fig. 7**), se han obtenido muestras de agua en Julio y Septiembre 2010, cuyos análisis han sido realizados por el Laboratorio ALS (**Anexo B**). Un segundo sitio denominado “Vertiente Taapaca en Azufrera” fue muestreado en Sep-2010.




Otras dos muestras de agua han sido obtenidas por MHS desde los sondajes RCLPA-1 y RCLPA-2 (**Fig. A-1** y **Fig. A-2**) y analizados en el mismo laboratorio (**Anexo B**). La **Tabla 4** detalla los resultados de las cinco análisis. Los resultados de estas dos muestras pueden haber sido afectadas por haber sido obtenidas desde sondajes mineros no habilitados como pozos de agua y, por lo tanto, sin un proceso de desarrollo y lavado. En todo caso, las muestras fueron obtenidas mediante “air lift” (inyección de aire a presión), mecanismo que forma parte de la perforación con el método aire reverso, también aplicado a la perforación de pozos de agua. El único aditivo que debió ser utilizado en algunos tramos de las perforaciones fue yeso (Igor Collado, geólogo MHS, comunicación verbal).


El total de sólidos disueltos (TSD) presenta rangos muy diferentes para ambos tipos de aguas, siendo sus promedios:

- Sondajes: 30.735 ppm. Clasificación: Agua salada
- Vertiente Taapaca: 178 ppm. Clasificación: Agua dulce



SIMBOLOGÍA

-  Sitio de muestreo de agua
-  Área de rajo e infraestructura minera
-  Límite propiedad minera SHM

PREPARADO POR: 	
PREPARADO PARA: MINERA HEMISFERIO SUR (MHS)	
PROGRAMA: LOS PUMAS	
SITIOS DE MUESTREO DE AGUA	
ESCALA : 1:200.000 aprox.	FECHA: Octubre 2010
EJECUCIÓN: AQUACONSULT	Fig. 7
DIBUJO: C. RIVERA	
V B : P. BEVACQUA	

Nota: Georeferenciación aproximada

TABLA 4: ANÁLISIS HIDROQUÍMICOS

NATURALEZA DEL SITIO					AGUAS SUBTERRÁNEAS		AGUAS SUPERFICIALES		
IDENTIFICACIÓN SITIO					RCLPA 001	RCLPA 002	VERTIENTE TAAPACA EN CORRAL	VERTIENTE TAAPACA EN AZUFRERA	VERTIENTE TAAPACA EN CORRAL
PARÁMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	NORMA A.P. NCh409/1. Of2005	NORMA A.R. NCh1333. Of2005					
Nombre Sondaje - Predio - Identificación					MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	SEA-1	SEA-2
Profundidad Perforada		m	-	-	83	77			
Fecha		dd/mm/aaaa	-	-	Julio /2010	Julio / 2010	Julio / 2010	Septiembre / 2010	Septiembre / 2010
Hora		hh:mm	-	-	S/1	S/l	S/l	S/l	S/l
Lugar		-	-	-					
Naturaleza del agua:			-	-					
Tipo Sitio			-	-	G	G	S	S	S
Prof. Toma de muestra			-	-	S/l	S/l	S/l	S/l	S/l
Ubicación UTM:		m	-	-	S/l	S/l	S/l	S/l	S/l
Este*		m	-	-	431.892,38	432.544,21	450980,00	448.923,00	450980,00
Norte*		m	-	-	8.004.977,27	8.007.271,62	8005634,00	8.002.000,00	8005634,00
m s.n.m.*		m	-	-	3.578,69	3.562,72	4376,00	4735,00	4376,00
Código del Laboratorio			-	-	SE1000565-1	SE1000565-2	SE-1000629-1	SE1000879-001	SE1000879-002
Muestra obtenida por:			-	-	Minera Hemisferio Sur SCM	Minera Hemisferio Sur SCM	Minera Hemisferio Sur SCM	Minera Hemisferio Sur SCM	Minera Hemisferio Sur SCM
Muestra analizada por:			-	-	ALS ENVIROMENTAL	ALS ENVIROMENTAL	ALS ENVIROMENTAL	ALS ENVIROMENTAL	ALS ENVIROMENTAL
I. PARÁMETROS METALES TOTALES									
ALUMINIO TOTAL	Al	mg/l	-	5,00	1,34	0,85	10,2	8,70	9,75
ANTIMONIO TOTAL	Sb	mg/l	-	-	<0,0002	<0,0002	<0,00050	<0,00050	<0,00050
ARSENICO TOTAL	As	mg/l	0,01	0,10	1,32	1,25	0,00191	0,00213	<0,00050
BARIO TOTAL	Ba	mg/l	-	4,00	<0,1	<0,1	0,0158	0,018	0,0166
BERILIO TOTAL	Be	mg/l	-	0,10	<0,050	<0,050	<0,0025	<0,0025	<0,0025
BISMUTO TOTAL	Bi	mg/l	-	-	<0,050	<0,050	<0,0025	<0,0025	<0,0025
BORO TOTAL	B	mg/l	-	0,75	14,4	14,7	0,067	0,056	<0,050
CADMIO TOTAL	Cd	mg/l	0,01	0,01	0,0071	<0,0050	<0,00025	<0,00025	<0,00025
CALCIO TOTAL	Ca	mg/l	-	-	593	605	14,1	10	17,1
COBALTO TOTAL	Co	mg/l	-	0,05	<0,50	<0,50	0,00883	0,00673	0,021
COBRE TOTAL	Cu	mg/l	2,0	0,20	0,007	0,008	0,00646	0,00504	0,0218
CROMO TOTAL	Cr	mg/l	0,05	0,10	<0,050	<0,050	<0,0025	<0,0025	<0,0025
HIERRO TOTAL	Fe	mg/l	0,3	5,00	1,32	1,48	0,19	0,225	0,224
ESTAÑO TOTAL	Sn	mg/l	-	-	0,142	0,042	<0,00050	<0,00050	<0,00050
ESTRONCIO TOTAL	Sr	mg/l	-	-	8,58	8,51	0,0792	0,0629	0,0978
POTASIO TOTAL	K	mg/l	-	-	<100	<100	5,6	6,3	3,7
LITIO TOTAL	Li	mg/l	-	2,50	1,68	1,73	0,011	0,0092	0,0069
MAGNESIO TOTAL	Mg	mg/l	125	-	15,1	16,0	2,48	1,88	3,02
MANGANESO TOTAL	Mn	mg/l	0,10	0,20	0,271	0,248	0,167	0,113	0,280
MERCURIO TOTAL	Hg	mg/l	0,001	0,001	0,00052	0,0006	<0,00005	<0,00005	<0,00005
MOLIBDENO TOTAL	Mo	mg/l	-	0,010	0,0069	0,0068	<0,00025	<0,00025	<0,00025
SODIO TOTAL	Na	mg/l	-	-	527	574	7	6,2	8,6
NIQUEL TOTAL	Ni	mg/l	-	0,20	<0,02	<0,02	0,0109	0,009	0,025
FÓSFORO	P	mg/l	-	-	<15	<15	<0,30	<0,30	<0,30
PLATA TOTAL	Ag	mg/l	-	0,20	<0,0010	<0,0010	<0,000050	<0,000050	<0,000050
PLOMO TOTAL	Pb	mg/l	0,05	5,00	0,0708	0,0151	<0,00025	<0,00025	<0,00025
SELENIO TOTAL	Se	mg/l	0,01	0,020	0,0005	<0,0005	<0,00050	<0,00050	<0,00050
SILICIO	Si	mg/l	-	-	42,2	43,3	21,9	21,6	27,9
TALIO	Tl	mg/l	-	-	<0,010	<0,010	0,0009	0,0015	<0,00050
TITANIO	Ti	mg/l	-	-	<0,50	<0,50	<0,010	<0,010	<0,010
URANIO	U	mg/l	-	-	<0,0010	<0,0010	0,000185	0,000214	0,000124
VANADIO TOTAL	V	mg/l	-	0,10	<0,10	<0,10	<0,0050	<0,0050	<0,0050
ZINC TOTAL	Zn	mg/l	3,0	2,00	0,041	0,046	0,0728	0,102	0,0796

TABLA 4: ANÁLISIS HIDROQUÍMICOS

NATURALEZA DEL SITIO					AGUAS SUBTERRÁNEAS		AGUAS SUPERFICIALES		
IDENTIFICACION SITIO					RCLPA 001	RCLPA 002	VERTIENTE TAAPACA EN CORRAL	VERTIENTE TAAPACA EN AZUFRERA	VERTIENTE TAAPACA EN CORRAL
PARÁMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	NORMA A.P. NCh409/1. Of2005	NORMA A.R. NCh1333. Of2005					
II. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS									
ALCALINIDAD TOTAL	-	mg/l CaCO ₃	-	-	364	194	<1	<1	<1
CONDUCTIVIDAD	-	µs/cm	-	<750(**)	43700	44000	292	312	281
COLOR	-	UC Pt-Co	20	20	1	1	1	1	1
DUREZA TOTAL	-	mg/l	-	-	-	-	-	32,7	55,1
pH	-	pH	6,5-8,5	5,5-9,0	7,03	7,06	3,78	3,57	4,06
RAS	-	mg/l	-	-	-	-	0,5	0	1
SODIO PORCENTUAL	-	%	-	-	-	-	22	25	24
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	-	mg/l	1500(**)	<500(**)	32680	28790	172	198	184
III. PARÁMETROS INORGÁNICOS									
CLORUROS	Cl	mg/l	400(**)	200 (**)	1644	1809	<2	<0,5	<0,5
CIANURO TOTAL	Cn	mg/l	0,05	0,20	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002	<0,002
DUREZA TOTAL	-	mg/l CaCO ₃	-	-	1542	1576	45	-	-
FLUORURO	F	mg/l	1,5	1,00	2,9	2,6	0,2	0,27	0,27
AMONIACO	N-NH3	mg/l	1,5	-	-	-	-	<0,01	<0,01
NITRÓGENO AMONIAICAL	N-NH4	mg/l	-	-	0,12	0,13	0,05	-	-
NITRÓGENO NITRITO	N-NO2	mg/l	3	-	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NITRÓGENO NITRATO	N-NO3	mg/l	50	-	<0,01	0,01	0,04	<0,01	<0,01
RAZÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO	RAS	-	-	-	5,8	6,3	0,5	-	-
SÍLICE TOTAL	SiO ₂	mg/l	-	-	14	94	51	-	-
SILICATO	SiO ₄	mg/l	-	-	-	-	-	<0,002	<0,002
SULFATOS	SO ₄	mg/l	500(**)	250,00	989	965	128	149	139
SODIO PORCENTUAL	Na%	%	-	35,00	43	44	22	-	-
IV. PARÁMETROS ORGÁNICOS									
ACEITES Y GRASAS	-	mg/l	-	-	<10	<10	<10	-	-
COMPUESTOS FENÓLICOS	-	mg/l	2	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
DETERGENTES	-	mg/l SAAM	-	-	<0,06	<0,06	0,07	<0,06	<0,06
HIDROCARBUROS FIJOS	-	mg/l	-	-	<10	<10	<10	-	-
V. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS									
COLIFORMES FECALES	Colif. Fecales	NMP/100mL	-	1000	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
COLIFORMES TOTALES	Colif. Totales	NMP/100mL	-	1000	<1,8	<1,8	<2	<1,8	<1,8
OBSERVACIONES:									
<p> :Valores exceden la norma Nch 409/1. Of2005 En Rojo : Valores exceden la norma Nch 1333 Of2005 </p> <p> * : m. s. n. m. según Carta Topográfica IGM. </p> <p> (**) : El Ministerio de Salud puede aceptar un contenido mayor de estas sustancias </p> <p> (-) : No incluido en Nch 409/1 . Of2005 o Nch 1333, Of2005. </p> <p> - : No analizado S/: Sin Información </p> <p> Todos los valores corresponden a totales, salvo que se indique lo contrario </p> <p> Norma A.P. : Norma de Agua Potable NCh 409/1. Of2005 </p> <p> Norma A. R.: Norma de Agua para Riego NCh 1333, Of2005. </p>									

Para las aguas muestreadas en los sondajes, los parámetros y respectivas concentraciones que exceden la Norma chilena de agua potable, NCh 409 (INN, 2005), son los siguientes:

- TSD (Norma: 400 ppm): 32.680 ppm (RCLPA-1) y 28.790 ppm (RCLPA-2)
- Arsénico (Norma: 0,01 ppm): 1,32 ppm (RCLPA-1) y 1,25 ppm (RCLPA-2)
- Hierro (Norma: 0,3 ppm): 1,32 ppm (RCLPA-1) y 1,48 ppm (RCLPA-2)
- Manganeseo (Norma: 0,1 ppm): 0,271 ppm (RCLPA-1) y 0,248 ppm (RCLPA-2)
- Cloruros (Norma: 400 ppm): 1.644 ppm (RCLPA-1) y 1.809 ppm (RCLPA-2)
- Fluoruros (Norma: 1,5 ppm): 2,9 ppm (RCLPA-1) y 2,6 ppm (RCLPA-2)
- Sulfatos (Norma: 500 ppm): 989 ppm (RCLPA-1) y 965 ppm (RCLPA-2)

Para las aguas muestreadas en Sep-2010 en la Vertiente Taapaca, los parámetros y respectivas concentraciones que exceden la Norma chilena de agua potable NCh 409 son los siguientes:

- Manganeseo (Norma: 0,1 ppm): 0,113 ppm (en Azufrera) y 0,280 ppm (en Corral)
- pH (Norma: 6,5 a 8,5): 3,57 (en Azufrera) y 4,06 ppm (en Corral)

Observación: El pH registrado en laboratorio no es igual al que se registra in situ.

Se concluye que las aguas de la Vertiente Taapaca son de una calidad muy superior a las aguas subterráneas muestreadas en los sondajes.

7. CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones relativas a los objetivos principales del presente trabajo.

1. Existencia, disponibilidad y caracterización del comportamiento de las aguas subterráneas presentes en la zona de emplazamiento del proyecto (en especial depósito de desechos, embalse de lamas, botadero de estériles.)

Las unidades geológicas que contienen el yacimiento de Manganeso Los Pumas en el Área Proyecto (**Fig. 4** y **Fig. 5**) no presentan acuíferos. Las evidencias obtenidas a través de los sondajes de exploración minera permiten suponer la inexistencia de agua subterránea saturando la mineralización de Manganeso. Este concepto incluye a las unidades geológicas UG-5 (Volcanes y Centros Eruptivos Menores) y UG-4 (Ignimbrita Lauca), la primera sobreyacente a la segunda (**Fig. 6a** y **Fig. 6b**). Por otra parte, no existen pozos de agua de ningún tipo en el Área Proyecto y sus alrededores, incluyendo pozos de exploración, monitoreo y/o bombeo.

Bajo el piso de mineralización del Manganeso sólo existe información de sondajes situados fuera del Área Proyecto. MHS ha registrado la existencia de agua subterránea a una cota de entre aproximadamente 3.510 y 3.560 m snm mediante dos sondajes de exploración minera: RCLP-1 y RCLP-2 (**Fig. A-1** y **Fig. A-2**). Ambos interceptaron agua a una profundidad similar a la cota de agua en los puntos respectivamente más cercanos del Río Lluta; Por lo tanto, se puede suponer que las aguas subterráneas interceptadas se hallan hidráulicamente conectadas con el río. Otras características del medio saturado interceptado por los sondajes RCLP-1 y RCLP-2 no son conocidas, incluyendo su geometría

(extensión lateral y potencia), parámetros hidráulicos (conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento y otros), piezometría y recarga-descarga.

2. Influencia, efectos o impactos sobre aguas subterráneas debido de las actividades contempladas en el Proyecto

No existen pruebas acerca del comportamiento de las unidades de roca y depósitos no consolidados situadas del Área Proyecto respecto a los procesos de percolación y capacidad de absorción. Sin embargo, se ha podido establecer que entre el medio saturado interceptado por los sondajes RCLP-1 y RCLP-2 y la secuencia mineralizada por Manganeso, existe un medio no saturado de baja conductividad hidráulica (K) que dificultaría el escurrimiento de líquidos hacia el medio saturado. Corresponde a una parte de la Formación Huaylas, que en la **Fig. 6a** y **Fig. 6b** se ha denominado “Sección no saturada de K media-baja”. Está principalmente compuesta por limos y arcillas. La diferencia de cota entre la secuencia mineralizada y la cota de agua es de aproximadamente 140 m.

Las aguas que abastecerán las necesidades mineras provendrán de la Vertiente Taapaca. Esta agua presenta una calidad significativamente mejor que las aguas subterráneas interceptadas por los sondajes RCLPA-1 y -2. Estas últimas sobrepasan en muchas veces la Norma de agua potable respecto a los siguientes siete parámetros: Total de sólidos disueltos, Arsénico, Hierro, Manganeso, Cloruros, Fluoruros y sulfatos. Las aguas de la Vertiente Taapaca sólo sobrepasan la Norma en sus contenidos de Manganeso y pH.

REFERENCIAS

DGA (Dirección General de Aguas), 1987. Balance hídrico de Chile. Ministerio de Obras Públicas. Santiago

Domenico, P. y Schwartz, F., 1998. Physical and chemical hydrogeology. 2° edición. John Wiley and Sons.

García, M., Gardeweg, M., Clavero J., Erial, G., 2004. Hoja Arica, Región de Tarapacá. Carta geológica de Chile, Serie geología básica N° 84, Escala 1:250.000. Servicio Nacional de Geología y Minería. Santiago.

IGM (Instituto Geográfico Militar), 2003. Cartografía de la hoja Putre (1800-6930); escala 1:50.000. 3° edición. Santiago.

IGM (Instituto Geográfico Militar), 2004. Cartografía de la hoja Villa Industrial (1745-6930); escala 1:50.000. 3° edición. Santiago.

INN (Instituto Nacional de Normalización), 1978. Norma Chilena "NCh 1.333-1978": "Requisitos de calidad de agua para diferentes usos". Aplicable para riego, recreación y estética, y vida acuática.

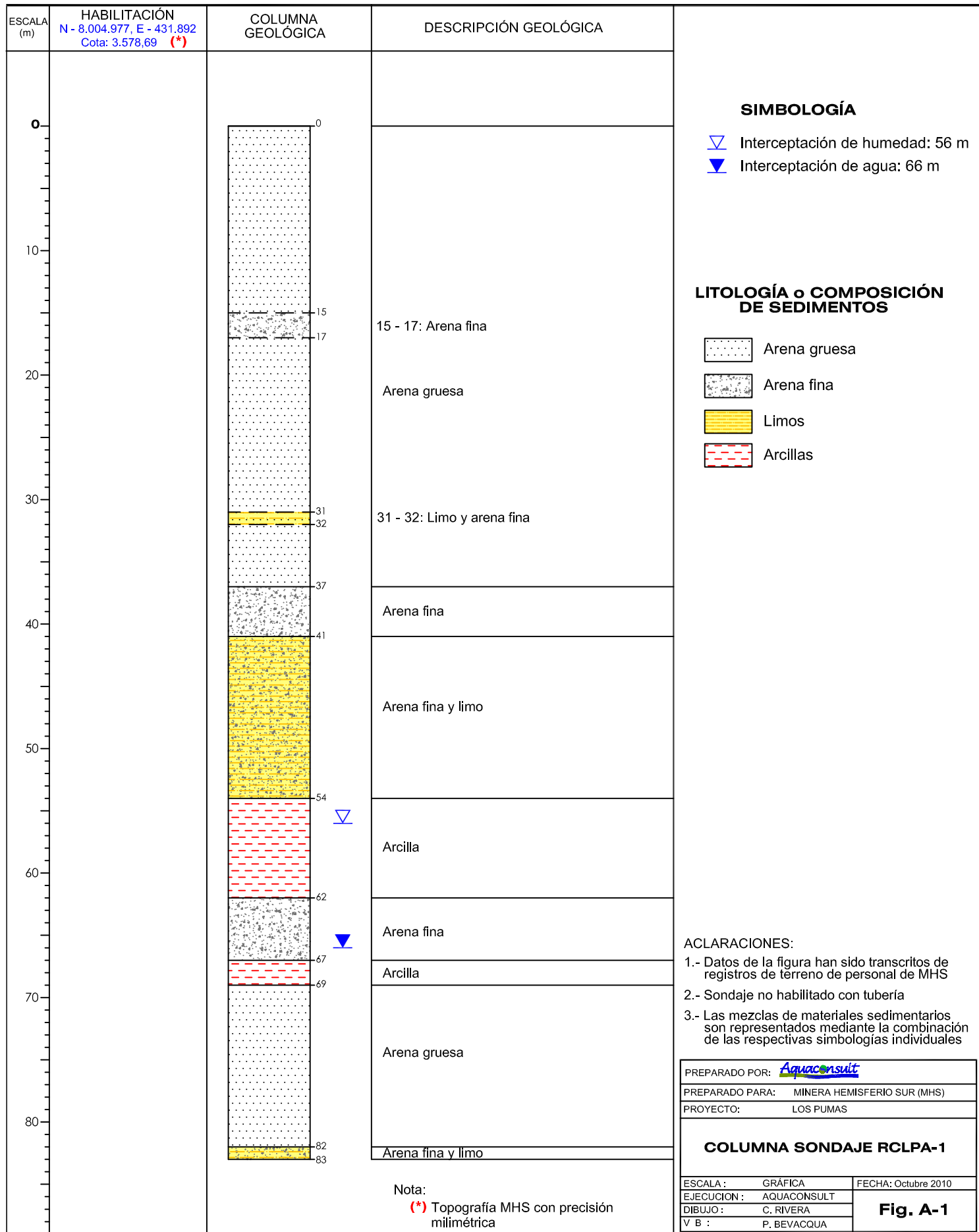
INN (Instituto Nacional de Normalización), 2005. Norma Chilena Oficial "NCh 409/1.Of2005"; Agua Potable. Parte 1, Requisitos. Santiago; 9 p.

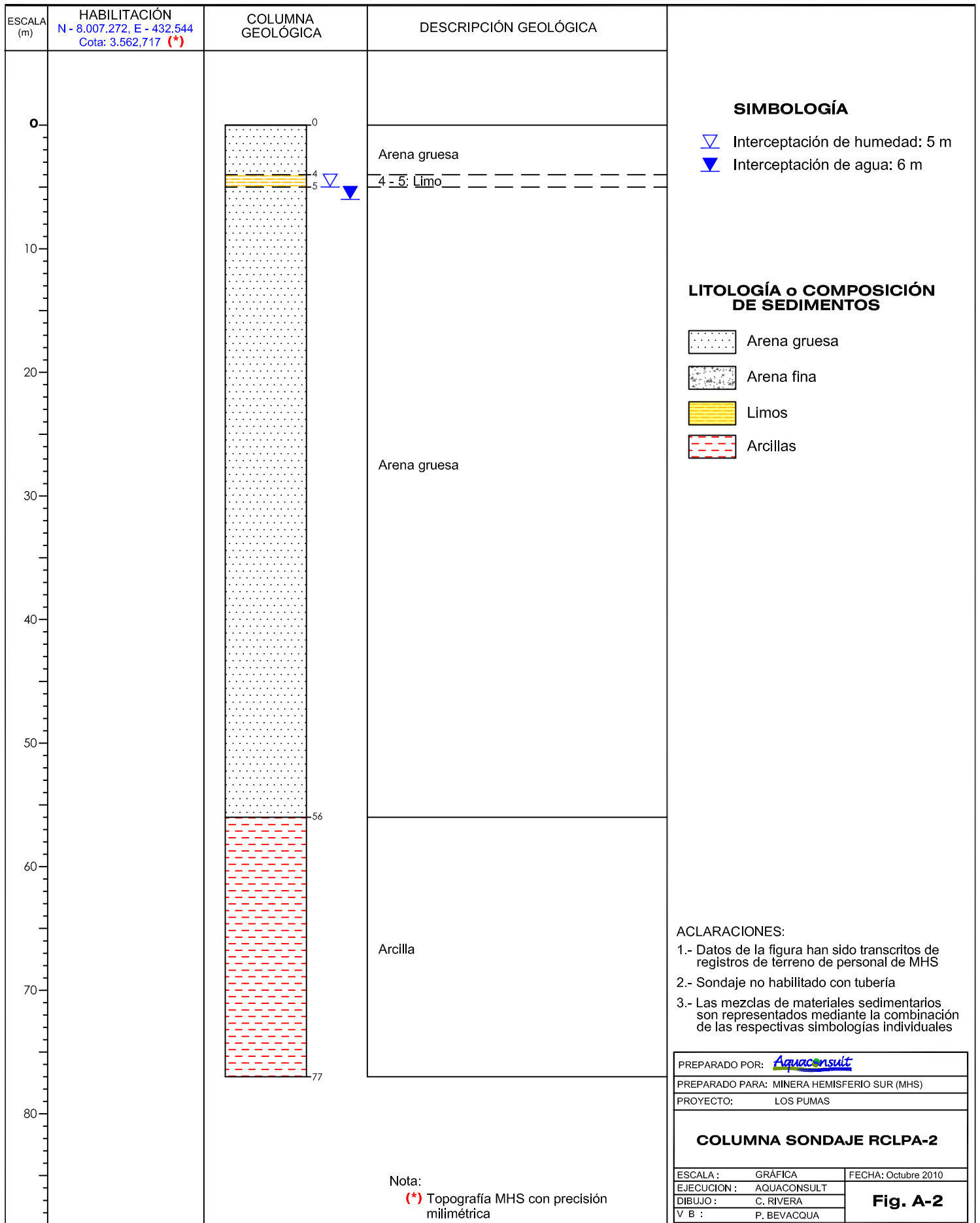
Sanders, L., 1998. Manual of field hydrogeology. Prentice Hall., USA.

ANEXOS:

ANEXO A:

Columnas geológicas de sondajes





ANEXO B:

Certificados de análisis Físico-Químicos



INFORME DE ENSAYO

SE1000565

Informe a: Minera Hemisferio Sur SCM
Dirección: Roger de Flor 2907 OF 1103 Las Condes-Santiago
Atención: Sr. Alfonso Quintana
Fecha Certificado: 30-Jul-10
Fecha Recepción: 6-Jul-10
Muestreado por: Minera Hemisferio Sur SCM
Proyecto: ---

Rodrigo Parra R.
Laboratory Manager
ALS Environmental



Informe N° SE1000565
Resultados de Análisis

Identificación			A	B
Matriz			Agua	Agua
Fecha de Muestreo			---	---
Hora de Muestreo			---	---
Código de ALS		Fecha de análisis	SE1000565-1	SE1000565-2
Parámetros	Unidades		Resultados	Resultados
Metales Total				
Plata Total (Ag)	mg/L	27-Jul-10	<0.0010	<0.0010
Aluminio Total (Al)	mg/L	27-Jul-10	1.34	0.85
Arsénico Total (As)	mg/L	27-Jul-10	1.32	1.25
Boro Total (B)	mg/L	27-Jul-10	14.4	14.7
Bario Total (Ba)	mg/L	27-Jul-10	<0.1	<0.1
Berilio Total (Be)	mg/L	27-Jul-10	<0.050	<0.050
Bismuto Total (Bi)	mg/L	27-Jul-10	<0.050	<0.050
Calcio Total (Ca)	mg/L	27-Jul-10	593	605
Cadmio Total (Cd)	mg/L	27-Jul-10	0.0071	<0.0050
Cobalto Total (Co)	mg/L	27-Jul-10	<0.50	<0.50
Cromo Total (Cr)	mg/L	27-Jul-10	<0.050	<0.050
Cobre Total (Cu)	mg/L	27-Jul-10	0.007	0.008
Hierro Total (Fe)	mg/L	27-Jul-10	1.32	1.48
Potasio Total (K)	mg/L	27-Jul-10	<100	<100
Litio Total (Li)	mg/L	27-Jul-10	1.68	1.73
Magnesio Total (Mg)	mg/L	27-Jul-10	15.1	16.0
Manganeso Total (Mn)	mg/L	27-Jul-10	0.271	0.248
Molibdeno Total (Mo)	mg/L	27-Jul-10	0.0069	0.0068
Sodio Total (Na)	mg/L	27-Jul-10	527	574
Niquel Total (Ni)	mg/L	27-Jul-10	<0.02	<0.02
Fósforo Total (P)	mg/L	27-Jul-10	<15	<15
Plomo Total (Pb)	mg/L	27-Jul-10	0.0708	0.0151
Antimonio Total (Sb)	mg/L	27-Jul-10	<0.0002	<0.0002
Selenio Total (Se)	mg/L	27-Jul-10	0.0005	<0.0005
Silicio Total (Si)	mg/L	27-Jul-10	42.2	43.3
Estaño Total (Sn)	mg/L	27-Jul-10	0.142	0.042
Estroncio Total (Sr)	mg/L	27-Jul-10	8.58	8.51
Titanio Total (Ti)	mg/L	27-Jul-10	<0.50	<0.50
Talio Total (Tl)	mg/L	27-Jul-10	<0.010	<0.010
Uranio Total (U)	mg/L	27-Jul-10	<0.0010	<0.0010
Vanadio Total (V)	mg/L	27-Jul-10	<0.10	<0.10
Zinc Total (Zn)	mg/L	27-Jul-10	0.041	0.046
Mercurio Total (Hg)	mg/L	26-Jul-10	0.00052	0.00060



Identificación			A	B
Matriz			Agua	Agua
Fecha de Muestreo			---	---
Hora de Muestreo			---	---
Código de ALS		Fecha de análisis	SE1000565-1	SE1000565-2
Parámetros	Unidades		Resultados	Resultados
Parámetros Físico Químicos				
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	14-Jul-10	364	194
Conductividad	μs/cm	09-Jul-10	43700	44000
Color	UC Pt-Co	07-Jul-10	1	1
pH	pH	07-Jul-10	7.03	7.06
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	13-Jul-10	32680	28790
Parámetros Inorgánicos				
Cloruro (Cl)	mg/L	15-Jul-10	1644	1809
Cianuro Total (CN)	mg/L	08-Jul-10	<0.01	<0.01
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	30-Jul-10	1542	1576
Fluoruro (F)	mg/L	12-Jul-10	2.9	2.6
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄)	mg/L	13-Jul-10	0.12	0.13
Nitrogeno Nitrito (N-NO ₂)	mg/L	09-Jul-10	<0.01	0.01
Nitrogeno Nitrato (N-NO ₃)	mg/L	09-Jul-10	<0.01	0.01
Razón de Absorción de Sodio (RAS)	---	30-Jul-10	5.8	6.3
Sílice Total	mg/L	21-Jul-10	14	94
Sulfato (SO ₄)	mg/L	14-Jul-10	989	965
Sodio Porcentual	%	30-Jul-10	43	44
Parámetros Orgánicos				
Aceites y Grasas	mg/L	12-Jul-10	<10	<10
Compuestos Fenólicos	mg/L	15-Jul-10	<0.002	<0.002
Detergentes	mg/L SAAM	09-Jul-10	<0.06	<0.06
Hidrocarburos Fijos	mg/L	13-Jul-10	<10	<10
Parámetros Microbiológicos				
Coliformes Fecales	NMP/100mL	06-Jul-10	<1.8	<1.8
Coliformes Totales	NMP/100mL	06-Jul-10	<1.8	<1.8

Comentarios:

pH y Conductividad medidos en laboratorio a 25°C
 Temperatura de recepción de muestra: 11.3°C

Fecha y Hora de análisis parámetros críticos:

Bacteriología:	6-Jul-10	18:22	hrs
Nitritos:	9-Jul-10	17:39	hrs
Nitratos:	9-Jul-10	17:39	hrs
Detergentes:	9-Jul-10	14:00	hrs

Comentarios Análisis Subcontratados:

Análisis de Coliformes es Subcontratado en Laboratorio Acreditado por ISO 17025.
 Análisis de metales totales y/o Disueltos es Subcontratado en ALS Externo

ALS ENVIRONMENTAL

Los Ebanistas 8521, La Reina Santiago
 Fono: 2 654 61 09 Fax: 2 654 61 30



Metodología

- Aceites y grasas, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method. APHA 5520-B, page 5-37 to 5-38, 21st ed.2005 (1)
 - Alcalinidad Bicarbonato, Carbonato, Hidróxido y Total, Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.2005 (1)
 - Cianuro Total, Total Cyanide after distillation by Flow Injection Analysis .APHA 4500 CN- C y 4500 CN- N, page 4-39 to 4-40-page 4-53 to 4-54, 21st ed.2005 (1)
 - Cloruro, Argentometric Method. APHA 4500-CI-B, page 4-70 to 4-71, 21st ed.2005 (1)
 - Coliformes Totales, Standard Total Coliform Fermentation Technique. APHA 9221-B, page 9-49 to 9-52, 21st ed.2005 (1)
 - Coliformes Fecales, Fecal Coliform Procedure. APHA 9221-E, page 9-56 to 9-59, 21st ed.2005 (1)
 - Color, Visual Comparison Method. APHA 2120-B, page 2-2 to 2-3, 21st ed.2005 (1)
 - Compuestos Fenólicos, Chloroform Extraction Method. APHA 5530-C, page 5-45 to 5-46, 21st ed.2005 (1)
 - Conductividad, Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.2005 (1)
 - Dureza Total, Hardness by Calculation. APHA 2340-B, page 2-37, 21st ed.2005 (1)
 - Fluoruro, Ion-Selective Electrode Method. APHA 4500-F-C, page 4-84 - 4-85, 21st ed.2005 (1)
 - Hidrocarburos Fijos, Hydrocarbons. APHA 5520-F, page 5-41 to 5-42, 21st ed.2005 (1)
 - Mercurio Total y/o Disuelto, Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method. APHA 3112-B, page 3-23 to 3-24, 21st ed.2005 (1)
 - Nitrógeno Amoníaco, Flow Injection Analysis. APHA 4500-NH₃-H, page 4-116 - 4-117, 21st ed.2005 (1)
 - Nitrógeno Nitrato-Nitrito, Cadmium Reduction Flow Injection Method. APHA 4500-NO₃-I, page 4-127 - 4-129, 21st ed.2005 (1)
 - pH, Electrometric Method, APHA 4500-H⁺-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.2005 (1)
 - Sílice, Molybdosilicate Method, APHA 4500-SiO₂-B, page 4-165 to 4-167, 21st ed.2005 (1)
 - Sólidos Disueltos Totales, Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.2005 (1)
 - Sulfato, Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO₄-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005 (1)
 - Surfactantes Aniónicos, Anionic Surfactants as MBAS. APHA 5540-C, page 5-50 to 5-53, 21st ed.2005 (1)
- Determinación de Metales Totales ICPMS, los procedimientos involucran el tratamiento preliminar de la muestra por digestión ácida, usando tanto Hotblock como Horno Micronda o Filtración (EPA Method 3005A). El análisis instrumental es por Inducción de Plasma acoplado - Espectrofotometría de emisión óptica (EPA Method 6010B) y por inducción Plasma acoplado - espectrofotometría de masa (EPA Method 6020A) (1)(5)

Referencia

- ¹ "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" 21th Ed. 2005 APHA WWA.
- ⁵ "EPA Methods SW-846 December 1997 Version 2.0

Observaciones

1. La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
2. Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
3. La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.



INFORME DE ENSAYO

SE1000629

Informe a: Minera Hemisferio Sur SCM
Dirección: Roger de Flor 2907 OF 1103 Las Condes-Santiago
Atención: Sr. Alfonso Quintana
Fecha Certificado: 10-Aug-10
Fecha Recepción: 23-Jul-10
Muestreado por: Minera Hemisferio Sur SCM
Proyecto: ---

Rodrigo Parra R.
Laboratory Manager
ALS Environmental

Informe N° SE1000629
Resultados de Análisis

Identificación			A
Matriz			Agua
Fecha de Muestreo			---
Hora de Muestreo			---
Código de ALS		Fecha de análisis	SE1000629-1
Parámetros	Unidades		Resultados
Metales Total			
Plata Total (Ag)	mg/L	03-Aug-10	<0.000050
Aluminio Total (Al)	mg/L	03-Aug-10	10.2
Arsénico Total (As)	mg/L	03-Aug-10	0.00191
Boro Total (B)	mg/L	03-Aug-10	0.067
Bario Total (Ba)	mg/L	03-Aug-10	0.0158
Berilio Total (Be)	mg/L	03-Aug-10	<0.0025
Bismuto Total (Bi)	mg/L	03-Aug-10	<0.0025
Calcio Total (Ca)	mg/L	03-Aug-10	14.1
Cadmio Total (Cd)	mg/L	03-Aug-10	<0.00025
Cobalto Total (Co)	mg/L	03-Aug-10	0.00883
Cromo Total (Cr)	mg/L	03-Aug-10	<0.0025
Cobre Total (Cu)	mg/L	03-Aug-10	0.00646
Hierro Total (Fe)	mg/L	03-Aug-10	0.190
Potasio Total (K)	mg/L	03-Aug-10	5.6
Litio Total (Li)	mg/L	03-Aug-10	0.0110
Magnesio Total (Mg)	mg/L	03-Aug-10	2.48
Manganeso Total (Mn)	mg/L	03-Aug-10	0.167
Molibdeno Total (Mo)	mg/L	03-Aug-10	<0.00025
Sodio Total (Na)	mg/L	03-Aug-10	7.0
Niquel Total (Ni)	mg/L	03-Aug-10	0.0109
Fósforo Total (P)	mg/L	03-Aug-10	<0.30
Plomo Total (Pb)	mg/L	03-Aug-10	<0.00025
Antimonio Total (Sb)	mg/L	03-Aug-10	<0.00050
Selenio Total (Se)	mg/L	03-Aug-10	<0.0050
Silicio Total (Si)	mg/L	03-Aug-10	21.9
Estaño Total (Sn)	mg/L	03-Aug-10	<0.00050
Estroncio Total (Sr)	mg/L	03-Aug-10	0.0792
Titanio Total (Ti)	mg/L	03-Aug-10	<0.010
Talio Total (Tl)	mg/L	03-Aug-10	0.00090
Uranio Total (U)	mg/L	03-Aug-10	0.000185
Vanadio Total (V)	mg/L	03-Aug-10	<0.0050
Zinc Total (Zn)	mg/L	03-Aug-10	0.0728
Mercurio Total (Hg)	mg/L	30-Jul-10	<0.00005



Identificación			A
Matriz			Agua
Fecha de Muestreo			---
Hora de Muestreo			---
Código de ALS		Fecha de análisis	SE1000629-1
Parámetros	Unidades		Resultados
Parámetros Físico Químicos			
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	25-Jul-10	<1
Conductividad	µs/cm	27-Jul-10	292
Color	UC Pt-Co	23-Jul-10	1
pH	pH	23-Jul-10	3.78
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	27-Jul-10	172
Parámetros Inorgánicos			
Cloruro (Cl)	mg/L	02-Aug-10	<2
Cianuro Total (CN)	mg/L	03-Aug-10	<0.01
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	03-Aug-10	45
Fluoruro (F)	mg/L	28-Jul-10	0.2
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄)	mg/L	26-Jul-10	0.05
Nitrogeno Nitrito (N-NO ₂)	mg/L	23-Jul-10	<0.01
Nitrogeno Nitrato (N-NO ₃)	mg/L	23-Jul-10	0.04
Razón de Absorción de Sodio (RAS)	---	03-Aug-10	0.5
Sílice Total	mg/L	02-Aug-10	51
Sulfato (SO ₄)	mg/L	28-Jul-10	128
Sodio Porcentual	%	03-Aug-10	22
Parámetros Orgánicos			
Aceites y Grasas	mg/L	01-Aug-10	<10
Compuestos Fenólicos	mg/L	26-Jul-10	<0.002
Detergentes	mg/L SAAM	04-Aug-10	0.07
Hidrocarburos Fijos	mg/L	01-Aug-10	<10
Parámetros Microbiológicos			
Coliformes Fecales	NMP/100mL	13-Jul-10	<1.8
Coliformes Totales	NMP/100mL	13-Jul-10	<2

Comentarios:

pH y Conductividad medidos en laboratorio a 25°C
 Temperatura de recepción de muestra: 11.0°C

Fecha y Hora de análisis parámetros críticos:

Bacteriología: 13-Jul-10 19:11 hrs
 Nitritos: 23-Jul-10 10:51 hrs
 Nitratos: 23-Jul-10 10:51 hrs

Comentarios Análisis Subcontratados:

Análisis de Coliformes es Subcontratado en Laboratorio Acreditado por ISO 17025.
 Análisis de metales totales y/o Disueltos es Subcontratado en ALS Externo



Metodología

- Aceites y grasas, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method. APHA 5520-B, page 5-37 to 5-38, 21st ed.2005 (1)
- Alcalinidad Bicarbonato, Carbonato, Hidróxido y Total, Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.2005 (1)
- Cianuro Total, Total Cyanide after distillation by Flow Injection Analysis .APHA 4500 CN- C y 4500 CN- N, page 4-39 to 4-40-page 4-53 to 4-54, 21st ed.2005 (1)
- Cloruro, Argentometric Method. APHA 4500-CI-B, page 4-70 to 4-71, 21st ed.2005 (1)
- Coliformes Totales, Standard Total Coliform Fermentation Technique. APHA 9221-B, page 9-49 to 9-52, 21st ed.2005 (1)
- Coliformes Fecales, Fecal Coliform Procedure. APHA 9221-E, page 9-56 to 9-59, 21st ed.2005 (1)
- Color, Visual Comparison Method. APHA 2120-B, page 2-2 to 2-3, 21st ed.2005 (1)
- Compuestos Fenólicos, Chloroform Extraction Method. APHA 5530-C, page 5-45 to 5-46, 21st ed.2005 (1)
- Conductividad, Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.2005 (1)
- Dureza Total, Hardness by Calculation. APHA 2340-B, page 2-37, 21st ed.2005 (1)
- Fluoruro, Ion-Selective Electrode Method. APHA 4500-F-C, page 4-84 - 4-85, 21st ed.2005 (1)
- Hidrocarburos Fijos, Hydrocarbons. APHA 5520-F, page 5-41 to 5-42, 21st ed.2005 (1)
- Mercurio Total y/o Disuelto, Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method. APHA 3112-B, page 3-23 to 3-24, 21st ed.2005 (1)
- Nitrógeno Amoníaco, Flow Injection Analysis. APHA 4500-NH₃-H, page 4-116 - 4-117, 21st ed.2005 (1)
- Nitrógeno Nitrato-Nitrito, Cadmium Reduction Flow Injection Method. APHA 4500-NO₃-I, page 4-127 - 4-129, 21st ed.2005 (1)
- pH, Electrometric Method, APHA 4500-H⁺-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.2005 (1)
- Sílice, Molybdosilicate Method, APHA 4500-SiO₂-B, page 4-165 to 4-167, 21st ed.2005 (1)
- Sólidos Disueltos Totales, Total Dissolved Solids Dried at 180°C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.2005 (1)
- Sulfato, Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO₄-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005 (1)
- Surfactantes Aniónicos, Anionic Surfactants as MBAS. APHA 5540-C, page 5-50 to 5-53, 21st ed.2005 (1)
- Determinación de Metales Totales ICPMS, los procedimientos involucran el tratamiento preliminar de la muestra por digestión ácida, usando tanto Hotblock como Horno Micronda o Filtración (EPA Method 3005A). El análisis instrumental es por Inducción de Plasma acoplado - Espectrofotometría de emisión óptica (EPA Method 6010B) y por inducción Plasma acoplado - espectrofotometría de masa (EPA Method 6020A) (1)(5)

Referencia

- ¹ "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" 21th Ed. 2005 APHA WWA.
- ⁵ "EPA Methods SW-846 December 1997 Version 2.0

Observaciones

1. La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
2. Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
3. La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.

INFORME DE ENSAYO

SE1000879

Informe para : **Minera Hemisferio Sur SCM**
Dirección : Roger de Flor 2907 Of 1103 Las Condes
Santiago
Atención : **José Alfredo Tapia**
Fecha de Informe : 19-Oct-10
Fecha de Recepción : 11-Sep-10
Muestreado por : Minera Hemisferio Sur SCM
Referencia : ----
Proyecto : ----

ALS ENVIRONMENTAL



Rodrigo Parra
Laboratory Manager

Los Ebanistas 8521 La Reina Santiago Chile
Tel.: (56 2) 6546109

SE1000879

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				SEA-1	SEA-2
Fecha de Muestreo				---	---
Hora de Muestreo				---	---
Código ALS				SE1000879-001	SE1000879-002
Tipo de Muestra				AG	AG
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

Otros

ECE-POT401 / 2	CE	μS/cm	11-Sep-10	312	281
EDURT-CAL756 / 0.5	Dur Total	mg/L	05-Oct-10	32.7	55.1
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	16-Sep-10	198	184
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg/L CaCO3	22-Sep-10	<1	<1
ECOLV-COL124	Color Ver	Pt-Co	11-Sep-10	1	1
EOA-CAL767 /	RAS	mg/L	05-Oct-10	0	1
EOA-CAL781 / 10	Sodio Por.	%	05-Oct-10	25	24
EPH-POT403 / 0.01	pH		11-Sep-10	3.57	4.06

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	13-Sep-10	<0.5	<0.5
EF-POT405 / 0.02	F	mg/L	23-Sep-10	0.27	0.27
ESO4-GRA205c / 20	SO4	mg/L	15-Sep-10	149	139

Cianuros

ECNT-COL144 / 0.002	CN-T	mg/L	28-Sep-10	<0.002	<0.002
---------------------	------	------	-----------	--------	--------

Nitrógeno

ENH3-COL143 / 0.01	N-NH3	mg/L	16-Sep-10	<0.01	<0.01
ENO2-COL145 / 0.01	N-NO2	mg/L	13-Sep-10	<0.01	<0.01
ENO3-COL147 / 0.01	N-NO3	mg/L	13-Sep-10	<0.01	<0.01

PARAMETROS ORGANICOS

Otros

EA&G-GRA218 / 10	AyG	mg/L	23-Sep-10	<10	<10
EHF-GRA215 / 10	Hid Fijos	mg/L	23-Sep-10	<10	<10

PARAMETROS SUB CONTRATADOS

ESUBC-513 / 1.8	Colif Fec	NMP/100 mL	11-Sep-10	<1.8	<1.8
ESUBC-514 / 1.8	Colif Tot	NMP/100 mL	11-Sep-10	<1.8	<1.8

<= Menor que el límite de detección Indicado
AG (Agua)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

SE1000879

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				SEA-1	SEA-2
Fecha de Muestreo				---	---
Hora de Muestreo				---	---
Código ALS				SE1000879-001	SE1000879-002
Tipo de Muestra				AG	AG
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
METALES TOTALES					
EHG-VF82 / 0.00005	Hg	mg/L	27-Sep-10	<0.00005	<0.00005
EMA-MS681Ag / 0.000050	Ag	mg/L	27-Sep-10	<0.000050	<0.000050
EMA-MS681Al / 0.0050	Al	mg/L	27-Sep-10	8.70	9.75
EMA-MS681As / 0.00050	As	mg/L	27-Sep-10	0.00213	<0.00050
EMA-MS681B / 0.050	B	mg/L	27-Sep-10	0.056	<0.050
EMA-MS681Ba / 0.00025	Ba	mg/L	27-Sep-10	0.0180	0.0166
EMA-MS681Be / 0.0025	Be	mg/L	27-Sep-10	<0.0025	<0.0025
EMA-MS681Bi / 0.0025	Bi	mg/L	27-Sep-10	<0.0025	<0.0025
EMA-MS681Ca / 0.050	Ca	mg/L	27-Sep-10	10.0	17.1
EMA-MS681Cd / 0.00025	Cd	mg/L	27-Sep-10	<0.00025	<0.00025
EMA-MS681Co / 0.00050	Co	mg/L	27-Sep-10	0.00673	0.0210
EMA-MS681Cr / 0.0025	Cr	mg/L	27-Sep-10	<0.0025	<0.0025
EMA-MS681Cu / 0.00050	Cu	mg/L	27-Sep-10	0.00504	0.0218
EMA-MS681Fe / 0.030	Fe	mg/L	27-Sep-10	0.225	0.224
EMA-MS681K / 2.0	K	mg/L	27-Sep-10	6.3	3.7
EMA-MS681Li / 0.0050	Li	mg/L	27-Sep-10	0.0092	0.0069
EMA-MS681Mg / 0.10	Mg	mg/L	27-Sep-10	1.88	3.02
EMA-MS681Mn / 0.00025	Mn	mg/L	27-Sep-10	0.113	0.280
EMA-MS681Mo / 0.00025	Mo	mg/L	27-Sep-10	<0.00025	<0.00025
EMA-MS681Na / 2.0	Na	mg/L	27-Sep-10	6.2	8.6
EMA-MS681Ni / 0.0025	Ni	mg/L	27-Sep-10	0.0090	0.0250
EMA-MS681P / 0.30	P	mg/L	27-Sep-10	<0.30	<0.30
EMA-MS681Pb / 0.00025	Pb	mg/L	27-Sep-10	<0.00025	<0.00025
EMA-MS681Sb / 0.00050	Sb	mg/L	27-Sep-10	<0.00050	<0.00050
EMA-MS681Se / 0.0050	Se	mg/L	27-Sep-10	<0.0050	<0.0050
EMA-MS681Si / 0.050	Si	mg/L	27-Sep-10	21.6	27.9
EMA-MS681Sn / 0.00050	Sn	mg/L	27-Sep-10	<0.00050	<0.00050
EMA-MS681Sr / 0.00050	Sr	mg/L	27-Sep-10	0.0629	0.0978
EMA-MS681Ti / 0.010	Ti	mg/L	27-Sep-10	<0.010	<0.010
EMA-MS681Tl / 0.00050	Tl	mg/L	27-Sep-10	0.00150	<0.00050
EMA-MS681U / 0.000050	U	mg/L	27-Sep-10	0.000214	0.000124
EMA-MS681V / 0.0050	V	mg/L	27-Sep-10	<0.0050	<0.0050
EMA-MS681Zn / 0.0050	Zn	mg/L	27-Sep-10	0.102	0.0796

<= Menor que el límite de detección Indicado
 AG (Agua)
 NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

SE1000879

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				SEA-1	SEA-2
Fecha de Muestreo				---	---
Hora de Muestreo				---	---
Código ALS				SE1000879-001	SE1000879-002
Tipo de Muestra				AG	AG
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		

PARAMETROS INORGANICOS

ESIL-COL121 / 1	Silicato	mg/L	15-Sep-10	49	56
-----------------	----------	------	-----------	----	----

PARAMETROS ORGANICOS

EFEN-COL107 / 0.002	Fenoles	mg/L	22-Sep-10	<0.002	<0.002
ESAAM-COL117 / 0.06	SAAM	mg/L	16-Sep-10	<0.06	<0.06

PARAMETRO CRITICO

Detergente Hora análisis: 13:00

SE1000879

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación					SEA-2	
Fecha de Muestreo					---	
Hora de Muestreo					---	
Código ALS					SE1000879-002	
Tipo de Muestra					AG	
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>						
<u>Otros</u>						
ECE-POT401 / 2	CE	µS/cm	11-Sep-10	281		280
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	16-Sep-10	184		198
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg/L CaCO3	22-Sep-10	<1		<1
ECOLV-COL124	Color Ver	Pt-Co	11-Sep-10	1		1
EPH-POT403 / 0.01	pH		11-Sep-10	4.06		4.05
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	13-Sep-10	<0.5		<0.5
EF-POT405 / 0.02	F	mg/L	23-Sep-10	0.27		0.23
ESO4-GRA205c / 10	SO4	mg/L	15-Sep-10	139		149
<u>Cianuros</u>						
ECNT-COL144 / 0.002	CN-T	mg/L	28-Sep-10	<0.002		<0.002
<u>Nitrógeno</u>						
ENH3-COL143 / 0.01	N-NH3	mg/L	16-Sep-10	<0.01		<0.01
ENO2-COL145 / 0.01	N-NO2	mg/L	13-Sep-10	<0.01		<0.01
ENO3-COL147 / 0.01	N-NO3	mg/L	13-Sep-10	<0.01		<0.01
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>						
<u>Otros</u>						
EA&G-GRA218 / 10	AyG	mg/L	23-Sep-10	<10		NA
EHF-GRA215 / 10	Hid Fijos	mg/L	23-Sep-10	<10		NA

<= Menor que el límite de detección Indicado
AG (Agua)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

SE1000879

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación					SEA-2	
Fecha de Muestreo					---	
Hora de Muestreo					---	
Código ALS					SE1000879-002	
Tipo de Muestra					AG	
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AG	DUPL
METALES TOTALES						
EHG-VF82 / 0.00005	Hg	mg/L	27-Sep-10	<0.00005		<0.00005
EMA-MS681Ag / 0.000050	Ag	mg/L	27-Sep-10	<0.000050		<0.000050
EMA-MS681Al / 0.0050	Al	mg/L	27-Sep-10	9.75		10.0
EMA-MS681As / 0.00050	As	mg/L	27-Sep-10	<0.00050		<0.00050
EMA-MS681B / 0.050	B	mg/L	27-Sep-10	<0.050		<0.050
EMA-MS681Ba / 0.00025	Ba	mg/L	27-Sep-10	0.0166		0.0169
EMA-MS681Be / 0.0025	Be	mg/L	27-Sep-10	<0.0025		<0.0025
EMA-MS681Bi / 0.0025	Bi	mg/L	27-Sep-10	<0.0025		<0.0025
EMA-MS681Ca / 0.050	Ca	mg/L	27-Sep-10	17.1		16.4
EMA-MS681Cd / 0.00025	Cd	mg/L	27-Sep-10	<0.00025		<0.00025
EMA-MS681Co / 0.00050	Co	mg/L	27-Sep-10	0.0210		0.0206
EMA-MS681Cr / 0.0025	Cr	mg/L	27-Sep-10	<0.0025		<0.0025
EMA-MS681Cu / 0.00050	Cu	mg/L	27-Sep-10	0.0218		0.0216
EMA-MS681Fe / 0.030	Fe	mg/L	27-Sep-10	0.224		0.236
EMA-MS681K / 2.0	K	mg/L	27-Sep-10	3.7		3.4
EMA-MS681Li / 0.0050	Li	mg/L	27-Sep-10	0.0069		0.0067
EMA-MS681Mg / 0.10	Mg	mg/L	27-Sep-10	3.02		2.90
EMA-MS681Mn / 0.00025	Mn	mg/L	27-Sep-10	0.280		0.273
EMA-MS681Mo / 0.00025	Mo	mg/L	27-Sep-10	<0.00025		<0.00025
EMA-MS681Na / 2.0	Na	mg/L	27-Sep-10	8.6		8.1
EMA-MS681Ni / 0.0025	Ni	mg/L	27-Sep-10	0.0250		0.0244
EMA-MS681P / 0.30	P	mg/L	27-Sep-10	<0.30		<0.30
EMA-MS681Pb / 0.00025	Pb	mg/L	27-Sep-10	<0.00025		<0.00025
EMA-MS681Sb / 0.00050	Sb	mg/L	27-Sep-10	<0.00050		<0.00050
EMA-MS681Se / 0.0050	Se	mg/L	27-Sep-10	<0.0050		<0.0050
EMA-MS681Si / 0.050	Si	mg/L	27-Sep-10	27.9		26.8
EMA-MS681Sn / 0.00050	Sn	mg/L	27-Sep-10	<0.00050		<0.00050
EMA-MS681Sr / 0.00050	Sr	mg/L	27-Sep-10	0.0978		0.0973
EMA-MS681Ti / 0.010	Ti	mg/L	27-Sep-10	<0.010		<0.010
EMA-MS681Tl / 0.00050	Tl	mg/L	27-Sep-10	<0.00050		<0.00050
EMA-MS681U / 0.000050	U	mg/L	27-Sep-10	0.000124		0.000113
EMA-MS681V / 0.0050	V	mg/L	27-Sep-10	<0.0050		<0.0050
EMA-MS681Zn / 0.0050	Zn	mg/L	27-Sep-10	0.0796		0.0793

<= Menor que el límite de detección Indicado
 AG (Agua)
 NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

SE1000879

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación					SEA-2	
Fecha de Muestreo					---	
Hora de Muestreo					---	
Código ALS					SE1000879-002	
Tipo de Muestra					AG	
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AG	DUPL
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
ESIL-COL121 / 1	Silicato	mg/L	15-Sep-10	56		56
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>						
EFEN-COL107 / 0.002	Fenoles	mg/L	22-Sep-10	<0.002		<0.002
ESAAM-COL117 / 0.06	SAAM	mg/L	16-Sep-10	<0.06		<0.06

SE1000879

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	13-Sep-10	<75-125>	102.0	SE1000879-001
EF-POT405 / 0.02	F	mg/L	23-Sep-10	<80-120>	100.0	SE1000879-001
<u>Cianuros</u>						
ECNT-COL144 / 0.002	CN-T	mg/L	28-Sep-10	<80-120>	112.2	SE1000879-001
<u>Nitrógeno</u>						
ENH3-COL143 / 0.01	N-NH3	mg/L	16-Sep-10	<80-120>	100.0	SE1000879-001
ENO2-COL145 / 0.01	N-NO2	mg/L	13-Sep-10	<80-120>	85.0	SE1000879-001
ENO3-COL147 / 0.01	N-NO3	mg/L	13-Sep-10	<80-120>	NA	SE1000879-001
<u>METALES TOTALES</u>						
EHG-VF82 / 0.00005	Hg	mg/L	27-Sep-10	<85-115>	104	LE1001634-001
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
ESIL-COL121 / 1	Silicato	mg/L	15-Sep-10	<75-125>	100.0	AE1001465-002
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>						
EFEN-COL107 / 0.002	Fenoles	mg/L	22-Sep-10	<75-125>	75.0	AE1001465-001
ESAAM-COL117 / 0.06	SAAM	mg/L	16-Sep-10	<75-125>	120.0	AE1001465-002

SE1000879

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
<u>Otros</u>									
ECE-POT401 / 2	CE	µS/cm	11-Sep-10	<2	1400	1413	99	80-120	Pt-CE-1-4
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	16-Sep-10	<10	298	293	102	80-120	Pt-STD-1-7
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg/L CaCO3	22-Sep-10	----	91	100	91	80-120	Pt-Alc-1-5
ECOLV-COL124	Color Ver	Pt-Co	11-Sep-10	----	10	10	100	80-120	Pt-Col-1-3
EPH-POT403 / 0.01	pH		11-Sep-10	----	3.99	4.00	100	80-120	Pt-pH-1-1
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>									
<u>Aniones</u>									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	13-Sep-10	<0.5	100.8	100.0	101	80-120	Pt-Cl-1-4
EF-POT405 / 0.02	F	mg/L	23-Sep-10	<0.02	0.47	0.50	94	80-120	Pt-F-1-4
ESO4-GRA205c / 20	SO4	mg/L	15-Sep-10	<20	95	100	95	80-120	Pt-SO4-1-8
<u>Cianuros</u>									
ECNT-COL144 / 0.002	CN-T	mg/L	28-Sep-10	<0.002	0.530	0.500	106	80-120	Pt-CN-1-6
<u>Nitrógeno</u>									
ENH3-COL143 / 0.01	N-NH3	mg/L	16-Sep-10	<0.01	0.49	0.50	98	80-120	Pt-NH3-1-1
ENO2-COL145 / 0.01	N-NO2	mg/L	13-Sep-10	<0.01	0.53	0.50	106	80-120	Pt-NO2-1-6
ENO3-COL147 / 0.01	N-NO3	mg/L	13-Sep-10	<0.01	0.54	0.50	108	80-120	Pt-NO3-1-7
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>									
<u>Otros</u>									
EA&G-GRA218 / 10	AyG	mg/L	23-Sep-10	<10	26	25	104	80-120	Pt-Gra-1-5
EHF-GRA215 / 10	Hid Fijos	mg/L	23-Sep-10	<10	25	25	100	80-120	Pt-HF-1-1

<= Menor que el límite de detección Indicado

SE1000879

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
METALES TOTALES									
EHG-VF82 / 0.00005	Hg	mg/L	27-Sep-10	<0.00005	0.00184	0.00202	91	91-109	Pt-Hg-1-1
EMA-MS681Ag / 0.000050	Ag	mg/L	27-Sep-10	<0.000050	0.0198	0.0200	99	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Al / 0.0050	Al	mg/L	27-Sep-10	<0.0050	0.434	0.400	108	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681As / 0.00050	As	mg/L	27-Sep-10	<0.00050	0.410	0.400	102	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681B / 0.050	B	mg/L	27-Sep-10	<0.050	0.414	0.400	104	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Ba / 0.00025	Ba	mg/L	27-Sep-10	<0.00025	0.0500	0.0500	100	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Be / 0.0025	Be	mg/L	27-Sep-10	<0.0025	0.0210	0.0200	105	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Bi / 0.0025	Bi	mg/L	27-Sep-10	<0.0025	0.199	0.200	100	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Ca / 0.050	Ca	mg/L	27-Sep-10	<0.050	47.5	50.0	95	90-110	Pt-MT-1-10
EMA-MS681Cd / 0.00025	Cd	mg/L	27-Sep-10	<0.00025	0.0193	0.0200	96	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Co / 0.00050	Co	mg/L	27-Sep-10	<0.00050	0.0526	0.0500	105	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Cr / 0.0025	Cr	mg/L	27-Sep-10	<0.0025	0.0543	0.0500	109	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Cu / 0.00050	Cu	mg/L	27-Sep-10	0.00076	0.0502	0.0500	100	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Fe / 0.030	Fe	mg/L	27-Sep-10	<0.030	1.01	1.00	101	90-110	Pt-MT-1-10
EMA-MS681K / 2.0	K	mg/L	27-Sep-10	<2.0	50.8	50.0	102	90-110	Pt-MT-1-10
EMA-MS681Li / 0.0050	Li	mg/L	27-Sep-10	<0.0050	0.0535	0.0500	107	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Mg / 0.10	Mg	mg/L	27-Sep-10	<0.10	48.4	50.0	97	90-110	Pt-MT-1-10
EMA-MS681Mn / 0.00025	Mn	mg/L	27-Sep-10	<0.00025	0.0542	0.0500	108	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Mo / 0.00025	Mo	mg/L	27-Sep-10	<0.00025	0.104	0.100	104	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Na / 2.0	Na	mg/L	27-Sep-10	<2.0	50.7	50.0	101	90-110	Pt-MT-1-10
EMA-MS681Ni / 0.0025	Ni	mg/L	27-Sep-10	<0.0025	0.103	0.100	103	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681P / 0.30	P	mg/L	27-Sep-10	<0.30	4.97	5.00	99	90-110	Pt-MT-1-10
EMA-MS681Pb / 0.00025	Pb	mg/L	27-Sep-10	<0.00025	0.0984	0.100	98	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Sb / 0.00050	Sb	mg/L	27-Sep-10	<0.00050	0.428	0.400	107	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Se / 0.0050	Se	mg/L	27-Sep-10	<0.0050	0.389	0.400	97	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Si / 0.050	Si	mg/L	27-Sep-10	<0.050	1.99	2.00	100	90-110	Pt-MT-1-10
EMA-MS681Sn / 0.00050	Sn	mg/L	27-Sep-10	<0.00050	0.185	0.200	92	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Sr / 0.00050	Sr	mg/L	27-Sep-10	<0.00050	0.0495	0.0500	99	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Ti / 0.010	Ti	mg/L	27-Sep-10	<0.010	0.490	0.500	98	90-110	Pt-MT-1-10
EMA-MS681Tl / 0.00050	Tl	mg/L	27-Sep-10	<0.00050	0.197	0.200	98	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681U / 0.000050	U	mg/L	27-Sep-10	<0.000050	0.00101	0.00100	101	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681V / 0.0050	V	mg/L	27-Sep-10	<0.0050	0.102	0.100	102	90-110	Pt-MT-1-11
EMA-MS681Zn / 0.0050	Zn	mg/L	27-Sep-10	<0.0050	0.100	0.100	100	90-110	Pt-MT-1-11

<= Menor que el límite de detección Indicado

SE1000879

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>									
ESIL-COL121 / 1 1-1	Silicato	mg/L	15-Sep-10	<1	15	15	100	80-120	Pt-SiO2COL-
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>									
EFEN-COL107 / 0.002	Fenoles	mg/L	22-Sep-10	<0.002	0.007	0.008	88	80-120	Pt-Fen-1-8
ESAAM-COL117 / 0.06	SAAM	mg/L	16-Sep-10	<0.06	0.14	0.15	93	80-120	Pt-SAAM-1-3

SE1000879

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Muestras fueron recibidas en ALS Environmental con Temperatura de recepción de 8.9°C.
- ✚ Medida del parámetro pH y Conductividad fue realizado en ALS Environmental a 25°C.
- ✚ Medida del parámetro Metal Total fue realizado en ALS Environmental Externo.
- ✚ Medida del parámetro Coliformes Totales y Fecales fue Subcontratado en Laboratorio Acreditado.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **EA&G-GRA218 (AyG)** : Partition-Gravimetric Method. APHA 5520-B, page 5-37 to 5-38, 21st ed.2005.
- ✚ **EALCT-VOL304 (Aic Total)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (CI)** : Argentometric Method. APHA 4500-CI-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **ECNT-COL144 (CN-T)** : Total Cyanide after Distillation. APHA 4500-CN-C, page 4-39 to 4-40, 21st ed. Colorimetric Method, APHA 4500-CN-E, page 4-41 to 4-43, 21st ed.2005., APHA 4500-CN-N, page 4-53 to 4-54, 21 st ed. 2005. APHA 4500-CN-C: Preliminary Distillation Step.
- ✚ **ECOLV-COL124 (Color Ver)** : Visual Comparison Method. APHA 2120-B, page 2-2 to 2-3, 21st Ed.2005.
- ✚ **EDURT-CAL756 (Dur Total)** : Hardness by Calculation. APHA 2340-B, page 2-37, 21st ed.
- ✚ **EF-POT405 (F)** : Ion-Selective Electrode Method. APHA 4500-F-C, page 4-84 to 4-85, 21st ed.
- ✚ **EHF-GRA215 (Hid Fijos)** : Hydrocarbons, APHA 5520-F, page 2-41to 2-42, 21st ed.2005. .
- ✚ **ENH3-COL143 (N-NH3)** : APHA 4500-NH3-H, page 4-116 to 4-117, 21 st ed. 2005.
- ✚ **ENO2-COL145 (N-NO2)** : APHA 4500-NO3-I, page 4-127 to 4-129, 21 st ed. 2005.
- ✚ **ENO3-COL147 (N-NO3)** : APHA 4500-NO3-I, page 4-127 to 4-129, 21 st ed. 2005.
- ✚ **EOA-CAL767 (RAS)** : Cálculo de RAS. NCh 1333 Of. 1978 Modif. 1987.
- ✚ **EOA-CAL781 (Sodio Por.)** : Cálculo de Sodio Porcentual. NCh 1333 Of. 1978 Modif. 1987.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205c (SO4)** : Método Gravimétrico con Secado de Residuos, SISS ME-30-2007, pág. 222 - 227, 2da versión 2007., Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO4-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.

Referencias de Métodos - Parámetros Subcontratados

- ✚ **ESUBC-513 (Colif Fec)** : Fecal Coliform Procedure. APHA 9221-E, page 9-56 to 9-57, 21st ed.2005..
- ✚ **ESUBC-514 (Colif Tot)** : Standard Total Coliform Fermentation Technique, APHA 9221-B, page 9-49 to 9-52, 21st ed. 2005.

- ✚ **EMA-MS681(Metales Totales, ICPMS):** ALS-MET-TOT-ICPMS (Based on APHA 3120B:2005 y EPA SW-846 3005A / 6020 A : 1994) (validated).ALS-MET-TOT-ICPOES (Based on APHA 3120B:2005 y EPA SW-846 3005A / 6010B : 1994) (validated).This analysis is carried out using procedures adapted from "SMEWW" by APHA, and from SW-846 by EPA. The procedures may involve preliminary sample treatment by acid digestion, using either hotblock or microwave oven or filtration (EPA Method 3005A) and Instrumental analysis is by ICP-MS (EPA Method 6020A) and Instrumental analysis is by ICP-OES (EPA Method 6010B).
- ✚ **EHG-VF82 (Hg) :** Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method. APHA 3112-B, page 3-23 to 3-24, 21st ed.2005, Cold
- ✚ **EFEN-COL107 (Fenoles) :** Cloroform Extraction Method, APHA 5530-C, page 5-45 to 5-46, 21st ed. 2005.
- ✚ **ESAAM-COL117 (SAAM) :** Anionic Surfactants as MBAS. APHA 5540-C, page 5-50 to 5-52, 21st ed.2005.
- ✚ **ESIL-COL121 (Silicato) :** Molybdosilicate Method . APHA 4500-SiO2-C, page 4-165 to 4-167, 21st ed.2005.

SE1000879

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EA&G-GRA218	Aceites y Grasas, Gravimetría
EALCT-VOL304	Alcalinidad Total, volumetría
ECE-POT401	Conductividad electrica, potenciometría
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetría
ECNT-COL144	Cianuro Total
ECOLV-COL124	Color verdadero, colorimetría
EDURT-CAL756	Dureza Total, calculo
EF-POT405	Fluoruro por Potenciometría
EHF-GRA215	Hidrocarburos Fijos
ENH3-COL143	Nitrógeno Amoniacal
ENO2-COL145	Nitrógeno Nitrito
ENO3-COL147	Nitrógeno Nitrato
EOA-CAL767	Razón de Absorción (RAS) Cálculo
EOA-CAL781	Sodio Porcentual Cálculo
EPH-POT403	pH por potenciometría
ESO4-GRA205c	Sulfato por gravimetría
ESTD-GRA203	Sólidos Disueltos Totales, Gravimetría
ESUBC-513	Coliformes Fecales por Tubos Multiples
ESUBC-514	Coliformes Totales por Tubos Multiples
EHG-VF82	Mercurio total por CVAAS
EMA-MS681Ag	Plata total, ICPMS
EMA-MS681Al	Aluminio total, ICPMS
EMA-MS681As	Arsénico total, ICPMS
EMA-MS681B	Boro total, ICPMS
EMA-MS681Ba	Bario total, ICPMS
EMA-MS681Be	Berilio total, ICPMS
EMA-MS681Bi	Bismuto total, ICPMS
EMA-MS681Ca	Calcio total, ICPOES
EMA-MS681Cd	Cadmio total, ICPMS
EMA-MS681Co	Cobalto total, ICPMS
EMA-MS681Cr	Cromo total, ICPMS
EMA-MS681Cu	Cobre total, ICPMS
EMA-MS681Fe	Hierro total, ICPOES
EMA-MS681K	Potasio total, ICPOES
EMA-MS681Li	Litio total, ICPMS
EMA-MS681Mg	Magnesio total, ICPOES
EMA-MS681Mn	Manganeso total, ICPMS
EMA-MS681Mo	Molibdeno total, ICPMS
EMA-MS681Na	Sodio total, ICPOES
EMA-MS681Ni	Níquel total, ICPMS
EMA-MS681P	Fósforo total, ICPOES
EMA-MS681Pb	Plomo total, ICPMS
EMA-MS681Sb	Antimonio total, ICPMS
EMA-MS681Se	Selenio total, ICPMS
EMA-MS681Si	Silicio total, ICPOES
EMA-MS681Sn	Estaño total, ICPMS
EMA-MS681Sr	Estroncio total, ICPMS

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EMA-MS681Ti	Titanio Total, ICPOES
EMA-MS681TI	Talio total, ICPMS
EMA-MS681U	Uranio total, ICPMS
EMA-MS681V	Vanadio total, ICPMS
EMA-MS681Zn	Zinc total, ICPMS
EFEN-COL107	Fenoles por Colorimetría
ESAAM-COL117	Surfactantes Aniónicos por Colorimetría
ESIL-COL121	Silicato por colorimetría