Sociedad Contractual Minera
El Abra

Operada por
Freeport-McMoRan
Copper & Gold

San José de El Abra, 27 de Febrero de 2014

GMA-011/2014

SEÑORA
LILIANA PASTEN GONZALEZ
DIRECTORA REGIONAL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
SECRETARIA COMISIÓN DE EVALUACIÓN
REGIÓN DE ANTOFAGASTA
PRESENTE

SEA ANTOF

12 MAR '14 16:44

Ref.: Solicita pronunciamiento pendiente solicitud GMA-0065/2011 de 18 de abril de 2011, propuesta de Optimización de programa de monitoreo proyecto Sulfolix

De mi consideración:

Con fecha 18 de abril de 2011, SCM El Abra presentó ante su servicio una propuesta de Optimización de programa de monitoreo proyecto Sulfolix, aprobado mediante RCA N°114/2008 que aprobó el proyecto "Lixiviación de Sulfuros, Sulfolix".

Su servicio mediante Ord 337/2011 de 28 de abril de 2011 reenvió a la DGA Región de Antofagasta y al Sernageomin Región de Antofagasta nuestra solicitud para su pronunciamiento. El Sernageomin procedió a formular observaciones mediante Ord 5366/2011 de 01 de junio de 2011 y la DGA Región de Antofagasta procedió a formular observaciones mediante Ord 597 de 12 de julio de 2011.

Por su parte, SCM El Abra procedió a responder las observaciones formuladas por el Sernageomin y la DGA mediante carta GMA-0018/2012 de 20 de enero de 2012 dirigida al SEA Región de Antofagasta, con copia a los servicios involucrados.

Cabe indicar que de acuerdo al artículo 27 de la Ley N° 19.880 que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos, salvo caso fortuito o fuerza mayor, los procedimientos administrativos no podrán exceder de 6 meses, desde su iniciación hasta la fecha en que se emita la decisión final.

Sociedad Contractual Minera
El Abra

Operada por
FREEPORT-MCMORAN
COPPER & GOLD

Es del caso que el presente procedimiento ha excedido con creces este plazo legal, habiendo transcurrido desde la solicitud de la referencia más de **2 años y 10 meses** desde nuestra presentación. De acuerdo a lo expuesto, y habiendo SCM El Abra dado respuesta a la observaciones formuladas, se solicita a su servicio que resuelva la solicitud pendiente que se indica en la referencia.

Saluda atentamente a usted.

Cristhian De la Piedra Ravanal
Gerente de Medio Ambiente
SCM El Abra

C.c.: Gerencia de Medio Ambiente SCM El Abra

Sociedad Contractual Minera
El Abra
Casa Matriz: Av. Apoquindo 4499, Piso 4
Las Condes, Santiago - Chile.
+56 (02) 873 1200 Teléfono
+56 (02) 873 1209 Fax

Planta: Camino Conchi Viejo, Km. 75 S/N
San José de El Abra S/N, Casilla 79, Calama - Chile
+56 (55) 818 300 Teléfono
+56 (55) 818 700 Fax

OF DE PARTES II REGION
19 ABR 2011
SEA

San José de El Abra, 18 de Abril de 2011

GMA-0065/2011

SEÑOR
JOSE ADOLFO MORENO CORREA
DIRECTOR REGIONAL DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
SEGUNDA REGIÓN DE ANTOFAGASTA
PRESENTE

REF.: Formula proposición de optimización de programa monitoreo proyecto Sulfolix

De nuestra consideración:

Mediante la presente carta, adjuntamos un informe técnico mediante el cual formulamos una proposición para optimizar el programa de monitoreo aprobado mediante la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) contenida en Resolución Exenta N°0114 de fecha 25 de Marzo de 2008, por intermedio de la cual se aprobó nuestro proyecto "Lixiviación de Sulfuros, SULFOLIX".

En la referida RCA, Sociedad Contractual Minera El Abra (SCM El Abra) asumió el compromiso de implementar un plan de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas en los sectores Planta, Mina y Ascotán, cuyo objetivo es cumplir con los requisitos que forman parte del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de nuestro proyecto SULFOLIX.

En base a la revisión de la información existente y de los nuevos antecedentes recopilados en terreno, todo ello según se especifica en detalle en el informe técnico adjunto, formulamos esta proposición de optimización del programa de monitoreo aprobado en dicha RCA, para cuyo efecto nuestra proposición se enmarca en lo señalado en el resuelvo N°4 de la RCA antes individualizada.

Saluda atentamente a usted,

Boris Medina Kirsten
Gerente de Medio Ambiente
SCM El Abra

c.c.: - Gerencia de Medio Ambiente SCMEA

Operada por

FREEPORT-MCMORAN COPPER & GOLD

INFORME TÉCNICO

OPTIMIZACIÓN PLAN DE MONITOREO DEL PROYECTO SULFOLIX, SECTORES PLANTA, MINA Y ASCOTÁN

SOCIEDAD CONTRACTUAL MINERA EL ABRA
Abril de 2011

OPTIMIZACIÓN PLAN DE MONITOREO DEL PROYECTO SULFOLIX, SECTORES PLANTA, MINA Y ASCOTÁN

Índice

1. INTRODUCCIÓN 1

2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO APROBADO EN EL PROYECTO SULFOLIX 1

2.1. Compromisos de monitoreo, sector Planta 1

2.1.1 Ubicación y cantidad de puntos de monitoreo 1

2.1.2 Frecuencia y Variables de medición 2

2.1.3 Informes 3

2.2. Compromisos de monitoreo, sector Mina 4

2.2.1 Cantidad y ubicación de puntos de monitoreo 4

2.2.2 Frecuencia y Variables de medición 6

2.2.3 Informes 8

2.3. Compromisos de monitoreo, sector Ascotán 10

2.3.1 Cantidad y ubicación de pozos de monitoreo 10

2.3.2 Frecuencia y Variables de medición 10

2.3.3 Informes 11

3. OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MONITOREO 12

3.1. Sector Planta 12

3.1.1 Justificación técnica de la optimización 12

3.1.2 Ubicación y cantidad de pozos 16

3.1.3 Frecuencia y variables de medición 21

3.1.4 Informes 21

3.1.5 Especificaciones técnicas de los pozos 22

3.1.6 Monitoreo adicional, perfiles de tomografía 22

3.2. Sector Mina 22

3.2.1 Justificación técnica para las modificaciones 22

3.2.2 Ubicación y cantidad de pozos 24

3.2.3 Frecuencia y Variables de medición 29

3.2.4 Informes 30

3.2.5 Especificaciones técnicas de los pozos 30

3.3. Sector Ascotán 31
3.3.1 Cantidad y ubicación de pozos de monitoreo 31
3.3.2 Frecuencia y Variables de medición 32
3.3.3 Informes 33
3.4. Conclusión General 33

ANEXOS

Anexo A: Plan de Seguimiento Original Adenda 3

Anexo B: Figuras Tomografía

Anexo C: Versión Corregida Plan de Seguimiento

TABLAS

Tabla 1: Pozos de monitoreo, Sector Planta

Tabla 2: Pozos de monitoreo y punteras, Sector Mina

Tabla 3: Pozos de monitoreo, Sector Salar de Ascotán

FIGURAS

Figura 1: Pozos de monitoreo propuestas originales, EIA de Sulfolix, sector Pila Permanente

Figura 2: Pozos de monitoreo propuestas originales, EIA de Sulfolix, sector mina

Figura 3: Pozos de monitoreo propuestas, sector Pila Permanente

Figura 4: Ubicaciones de los pozos superficiales ('punteras') sector vertientes mina y planta

Figura 5: Desarrollo del cono de depresión, sector rajo

Figura 6: Pozos de monitoreo sector rajo y ROM

Figura 7: Pozo de monitoreo, ROM II

OPTIMIZACIÓN PLAN DE MONITOREO DEL PROYECTO SULFOLIX, SECTORES PLANTA, MINA Y ASCOTÁN

1. Introducción

Sociedad Contractual Minera El Abra (SCM El Abra) tiene el compromiso de implementar un plan de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas en los sectores Planta, Mina y Ascotán, con el objetivo de cumplir con los requisitos que forman parte del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de lixiviación de sulfuros ('Sulfolix') aprobado ambientalmente en la RCA N°114/08.

El objetivo del presente informe técnico es presentar una propuesta para optimizar el programa de monitoreo aprobado en dicha RCA, sobre la base de la revisión de la información existente y de nuevos antecedentes recopilados en terreno. Esta optimización del plan de monitoreo se enmarca en lo señalado en el resuelvo N°4 de la Resolución Exenta N°0114 de fecha de 25 de marzo de 2008.

2. Descripción del programa de monitoreo aprobado en el proyecto Sulfolix

2.1. Compromisos de monitoreo, sector Planta

El plan de monitoreo original para el sector Planta fue presentado en el Capítulo 8 del EIA "Plan de Seguimiento" y modificado en la Adenda 3 en cuyas Tablas AD-3-1 y AD-3-2 se presentó el plan de seguimiento definitivo para las etapas de construcción y operación del proyecto. En el Anexo A del presente documento se presentan las Tablas AD-3-1 y AD-3-2.

2.1.1 Ubicación y cantidad de puntos de monitoreo

<u>a. Calidad del agua subterránea - pozos</u>

Los puntos de monitoreo propuestos en el sector Planta están presentados en la Figura SE-1 del capítulo 8 del "Plan de Seguimiento" (Figura 1 del presente documento) y corresponden a lo siguiente:

- 10 pozos existentes de la serie SMW (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 11).
- 14 pozos existentes de la serie XW (11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28 y 29).
- 3 pozos existentes PW (11, 21 y 22).
- 13 pozos someros propuestos de 20 m de profundidad en el borde este y norte de la pila (MW-1 a MW-13).

- 3 pozos profundos propuestos (de 150 m) aguas abajo de la pila permanente (MW-14 a MW-16) como se muestra en la Figura SE-1.

b. Calidad de las aguas - vertientes

- 2 punteras para vertientes del sector Planta, área del pueblo Conchi Viejo (V15 y V16).

2.1.2 Frecuencia y Variables de medición

a. Calidad del agua subterránea

En la Tabla AD-3-2 Adenda 3 del Plan de Seguimiento del EIA se mencionan los puntos de monitoreo, los parámetros de monitoreo y su frecuencia. La frecuencia de monitoreo para evaluar la calidad y el nivel de las aguas subterráneas de los pozos del sector Planta se debe realizar de la siguiente manera:

- Mediciones semanales en los 10 pozos del serie SMW (SMW-1 a 9 y SMW-11), los 14 pozos XW (XW-11 a 16, 21 a 25, 27, 28 y 29), los 3 pozos PW (PW-11, 21 y 22), 13 pozos someros propuestos (MW-1 a MW-13) y 3 pozos profundos propuestos (MW-14 a MW-16)
- Mediciones semanales in situ para determinar conductividad, pH, salinidad, sólidos totales disueltos, temperatura y nivel freático de los pozos. Además, se deben tomar muestras semanales para realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos, (según línea de base), a saber:

PARÁMETROS		
Aceite y Grasas	Coliforme Total	pH
Alcalinidad Bicarbonato	Conductividad	Plata Total
Alcalinidad Carbonato	Cromo Hexavalente	Plomo Total
Alcalinidad Hidróxica	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Potasio Total
Alcalinidad Total	Fenol	Razón de Absorción
Arsénico Total	Fluoruro	Salinidad
Arsénico Disuelto	Fósforo	Selenio Total
Arsénico disuelto pH natural	Hidrocarburos Fijos	Sílice
Bario Total	Hierro Total	Sodio Porcentual
Berilio Total	Litio Total	Sodio Total
Boro Total	Magnesio Total	Sólidos Disueltos Totales
Cadmio Total	Manganesio Total	Sólidos Sedimentables
Calcio Total	Mercurio Total	Sólidos Suspendidos Totales
Carbón Orgánico Total	Molibdeno Total	Sulfato
Cianuro Total	Níquel Total	Súlfuro
Cloruro Cobalto Total	Nitrógeno Kjeldahi	Triclorometano
Cobre Total	Nitrógeno Nitrato	Vanadio Total
Coliforme Fecal	Nitrógeno Nitrito	Zinc Total

- Los umbrales deben ser acordados con la autoridad.

b. Calidad de las aguas - vertientes

En los puntos de monitoreo propuestos para el sector Planta se compromete la siguiente frecuencia y variables de monitoreo:

- Mediciones mensuales en 2 vertientes del sector Planta (V15 y V16).
- Mediciones para determinar niveles, pH, temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad total y principales iones disueltos (calcio, cloruro, magnesio, potasio, sodio, sulfato, sólidos totales disueltos, cobre, hierro disuelto y aluminio).

2.1.3 Informes

Se entregarán informes según lo establecido en el Resuelvo 10 de la RCA N° 0114/08, que indica que "*...El titular deberá remitir los informes de monitoreo y seguimiento en forma directa a los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental en la materia, dentro de los 15 días hábiles siguientes de concluido el mes respectivo o de realizada la actividad, con copia a la Secretaria de la Comisión Regional del Medio Ambiente, Región de Antofagasta, adjuntando copia de los informes en archivo electrónico o digital o magnético...*"

Además, según las tablas incluidas en el considerando 10 Plan de Seguimiento Ambiental de la RCA N°0114/08, se establece lo siguiente:

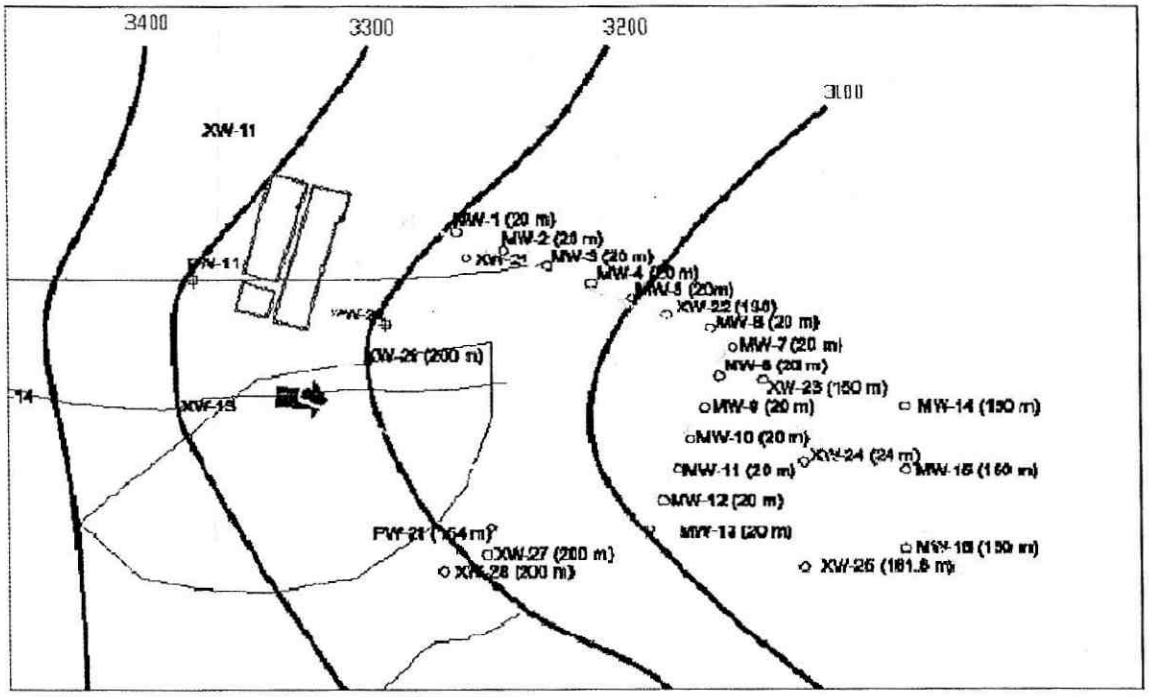
a. Calidad del agua subterránea - pozos

Se compromete un informe anual.

b. Calidad de las aguas - vertientes

Se comprometen informes semestrales.

Figura 1
Pozos de monitoreo propuestas originales, EIA de Sulfolix, sector Pila Permanente



2.2. Compromisos de monitoreo, sector Mina

El plan de monitoreo original para el sector Mina fue presentado en el Capítulo 8 del EIA "Plan de Seguimiento" y modificado en la Adenda 3, en cuyas Tablas AD-3-1 y AD-3-2 se presentó el plan de seguimiento definitivo para las etapas de construcción y operación del proyecto Sulfolix. En el Anexo A del presente documento se presentan las Tablas AD-3-1 y AD-3-2.

2.2.1 Cantidad y ubicación de puntos de monitoreo

a. Calidad del agua subterránea (vertientes)

Los puntos de monitoreo propuestos en el sector Mina están presentados en la Figura SE-2 (Figura 2 del presente documento) del capítulo 8 del "Plan de Seguimiento" y corresponden a lo siguiente:

- Pozos propuestos asociados a las vertientes del sector Mina de la serie MW (V6, V5, V4, V7, V9, V1, V2, V8, V3).

b. Calidad del agua subterránea (pozos)

Los puntos de monitoreo propuestos en el sector Mina para este compromiso corresponden a lo siguiente:

- 5 pozos existentes en el fondo del rajo (99-001, 99-002, EAR03-78, EAR03-81, DD0-142).
- Sector de depósito de material estéril. Cabe hacer presente que la obra en cuestión es el Lastre 04, el cual aún no se ha construido. En este sentido, este seguimiento corresponde al estado de la obra, que consiste en canales perimetrales de desvío de aguas lluvias y piscinas de evaporación, no siendo este monitoreo directamente relacionado a cuerpos de agua.

c. Hidrogeología (nivel del fondo de rajo)

Los puntos de monitoreo propuestos en el sector Mina para este compromiso corresponden a:

- 5 pozos existentes en fondo del rajo (99-001, 99-002, EAR03-78, EAR03-81, DD0-142).

d. Hidrogeología (flujo extraído desde el fondo del rajo)

El monitoreo propuesto en el sector Mina para este compromiso corresponde a:

- Medición del flujo extraído desde el fondo del rajo.

e. Calidad de las aguas (vertientes)

Los puntos de monitoreo propuestos en el sector Mina para este compromiso corresponden a:

- 8 vertientes del sector Mina (V6, V8, V10, V11, V12, 14, 17, L11).

2.2.2 *Frecuencia y Variables de medición*

a. Calidad del agua subterránea (vertientes)

Según la Tabla SE-2 del Capítulo 8 del EIA, la frecuencia de monitoreo para evaluar este compromiso se debe realizar de la siguiente manera:

- Mediciones semanales en los pozos asociados a las vertientes del sector Mina (MW-V6, 5, 4, 7, 9, 1, 2, 8, 3)
- Mediciones semanales in situ para determinar conductividad, pH, salinidad, sólidos totales disueltos, temperatura y nivel freático de los pozos. Además, se deben tomar muestras semanales para realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos, (línea de base), a saber:

PARÁMETROS		
Aceite y Grasas	Coliforme Total	pH
Alcalinidad Bicarbonato	Conductividad	Plata Total
Alcalinidad Carbonato	Cromo Hexavalente	Plomo Total
Alcalinidad Hidróxica	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Potasio Total
Alcalinidad Total	Fenol	Razón de Absorción
Arsénico Total	Fluoruro	Salinidad
Arsénico Disuelto	Fósforo	Selenio Total
Arsénico disuelto pH natural	Hidrocarburos Fijos	Sílice
Bario Total	Hierro Total	Sodio Porcentual
Berilio Total	Litio Total	Sodio Total
Boro Total	Magnesio Total	Sólidos Disueltos Totales
Cadmio Total	Manganesio Total	Sólidos Sedimentables
Calcio Total	Mercurio Total	Sólidos Suspendidos Totales
Carbón Orgánico Total	Molibdeno Total	Sulfato
Cianuro Total	Níquel Total	Súlfuro
Cloruro Cobalto Total	Nitrógeno Kjeldahi	Triclorometano
Cobre Total	Nitrógeno Nitrato	Vanadio Total
Coliforme Fecal	Nitrógeno Nitrito	Zinc Total

- Los umbrales deben ser acordados con la autoridad.

b. Calidad del agua subterránea (pozos)

Según las Tablas SE-1 y SE-2 del Capítulo 8 del EIA, la frecuencia de monitoreo para evaluar este compromiso se debe realizar de la siguiente manera:

- Mediciones mensuales en 5 pozos existentes en el fondo del rajo (99-001, 99-002, EAR03-78, EAR03-81, DD0-142) de la calidad fisicoquímica del agua subterránea, a saber:

PARÁMETROS		
Aceite y Grasas	Coliforme Total	pH
Alcalinidad Bicarbonato	Conductividad	Plata Total
Alcalinidad Carbonato	Cromo Hexavalente	Plomo Total
Alcalinidad Hidróxica	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Potasio Total
Alcalinidad Total	Fenol	Razón de Absorción
Arsénico Total	Fluoruro	Salinidad
Arsénico Disuelto	Fósforo	Selenio Total
Arsénico disuelto pH natural	Hidrocarburos Fijos	Sílice
Bario Total	Hierro Total	Sodio Porcentual
Berilio Total	Litio Total	Sodio Total
Boro Total	Magnesio Total	Sólidos Disueltos Totales
Cadmio Total	Manganesio Total	Sólidos Sedimentables
Calcio Total	Mercurio Total	Sólidos Suspendidos Totales
Carbón Orgánico Total	Molibdeno Total	Sulfato
Cianuro Total	Níquel Total	Súlfuro
Cloruro Cobalto Total	Nitrógeno Kjeldahi	Triclorometano
Cobre Total	Nitrógeno Nitrato	Vanadio Total
Coliforme Fecal	Nitrógeno Nitrito	Zinc Total

- Evaluación semestral del estado de las obras de la construcción de canales perimetrales y piscinas de evaporación del depósito de material estéril Lastre 04.

c. Hidrogeología (nivel del fondo del rajo)

Según las Tablas SE-1 y SE-2 del Capítulo 8 del EIA, la frecuencia de monitoreo para evaluar este compromiso se debe realizar de la siguiente manera:

- Mediciones mensuales en 5 pozos existentes en el fondo del rajo (99-001, 99-002, EAR03-78, EAR03-81, DD0-142) para medir niveles en ese sector

d. Hidrogeología (flujo extraído desde el fondo del rajo)

Según las Tablas SE-1 y SE-2 del Capítulo 8 del EIA, la frecuencia de monitoreo para evaluar este compromiso se debe realizar de la siguiente manera:

- Mediciones mensuales del flujo de agua extraído desde el fondo del rajo.

e. Calidad de las aguas (vertientes)

- Mediciones mensuales de niveles, pH, temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad total y principales iones disueltos (alcalinidad total, calcio, cloruro, magnesio, potasio, sodio, sulfato, sólidos totales disueltos, cobre, hierro disuelto y aluminio).

2.2.3 Informes

Se entregarán informes según lo establecido en el Resuelvo 10 de la RCA N° 0114/08, que indica que "*...El titular deberá remitir los informes de monitoreo y seguimiento en forma directa a los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental en la materia, dentro de los 15 días hábiles siguientes de concluido el mes respectivo o de realizada la actividad, con copia a la Secretaria de la Comisión Regional del Medio Ambiente, Región de Antofagasta, adjuntando copia de los informes en archivo electrónico o digital o magnético...*"

a. Calidad del agua subterránea (vertientes)

Se compromete un informe anual.

b. Calidad del agua subterránea (pozos)

No se compromete entrega de informes.

c. Hidrogeología (nivel del fondo del rajo)

No se compromete entrega de informes.

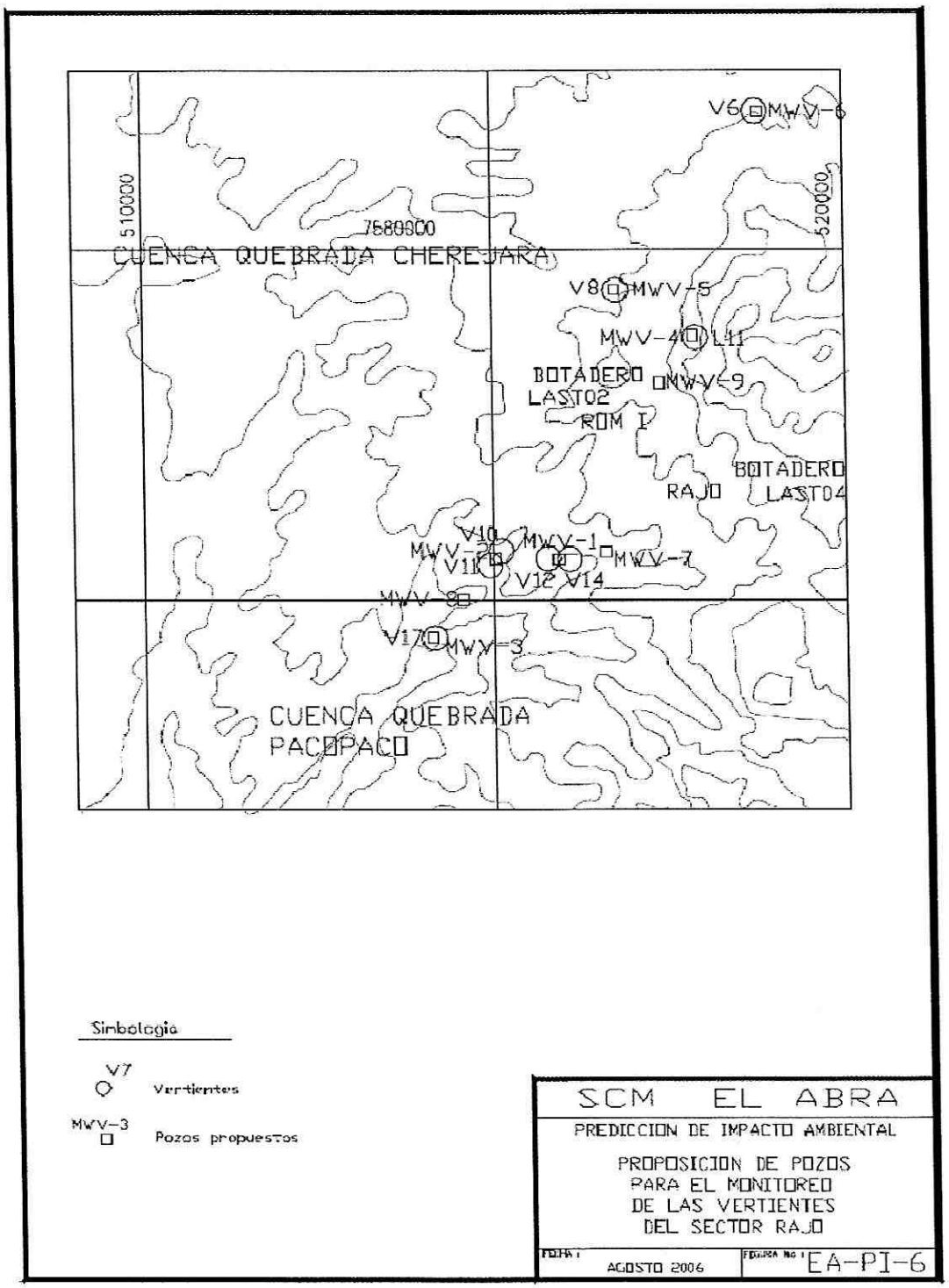
d. Hidrogeología (flujo extraído desde el fondo del rajo)

Se compromete un informe anual.

e. Calidad de las aguas (vertientes)

Se comprometen informes semestrales.

Figura 2
Pozos de monitoreo propuestas originales, EIA de Sulfolix, sector mina



2.3. Compromisos de monitoreo, sector Ascotán

El plan de monitoreo original para el sector Ascotán fue presentado en el Capítulo 8 el EIA "Plan de Seguimiento" y modificado en la Adenda 3, en cuyas Tablas AD-3-1 y AD-3-2 se presentó el plan de seguimiento definitivo para las etapas de construcción y operación del proyecto Sulfolix. En el Anexo A del presente documento se presentan las Tablas AD-3-1 y AD-3-2.

2.3.1 Cantidad y ubicación de pozos de monitoreo

a. Hidrogeología

Los puntos de monitoreo propuestos en el sector Ascotán corresponden a los siguientes:

- Vertientes: Los pozos (sa-1-2, sa-2-1, sa-5-1, sa-7-1, V-8, sa-9-1, v-10, sa-11-3, v-12, SAF-20, sa-3-1, sa-4-1) de 12 Vertientes y lagunas en Salar de Ascotán (1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, VO, 3 y 4), respectivamente.
- Acuífero confinado: 18 pozos en Salar de Ascotán: 10 multipiezométricos propuestos de la serie SAM (1-10), y 6 pozos profundos de la serie ASB (2, 3, 5, 6, 8, 10) y los pozos CHU4B y CHU46B.
- Acuífero freático: 54 pozos habilitados en Salar de Ascotán: 31 pozos someros de la serie SA-F (1 a 31), y 23 pozos habilitados en toda la extensión de acuífero freático de las series SA (1-1, 1-2, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1, 6-2, 7-1, 9-1 y 11-8), CMW (3 y 6), ASE (3), SAM (1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 7C, 8C, 9C) y ASB (11).

2.3.2 Frecuencia y Variables de medición

a. Hidrogeología

Según la Tabla SE-2 la frecuencia de monitoreo para evaluar este compromiso se debe realizar de la siguiente manera:

- Vertientes:
  - Mediciones continuas de nivel en pozos limnimétricos v-10 y saf-20. Mediciones mensuales de nivel en pozos limnimétricos sa-1-2, sa-2-1, sa-5-1, sa-7-1, V-8, sa-9-1, sa-11-3, v-12, sa-3-1, sa-4-1.
  - Medición mensual de la profundidad de la laguna con limnímetros en vertientes 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, VO, 3 y 4.
  - Medición semestral de la calidad química del agua superficial en vertientes 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12 y VO.
  - Medición trimestral de la variación de la extensión de las lagunas, mediante fotografías.
  - Medición de la variación estacional del Salar, mediante imágenes satelitales secuenciales.

- Acuífero confinado:
  - Medición mensual del nivel estático en pozos SAM 2-6 y 8-10. Medición continua del nivel estático en pozos SAM 1 y 7.
  - Medición semestral de la calidad química en pozos ASB 2, 3, 5, 6, 8, 10 y pozos CHU4B y CHU46B.

- Acuífero freático:
  - Medición mensual de nivel:
    - 29 pozos someros SA-F (1 a 6 y 8 a 26 y 28 a 31)
    - 13 pozos freáticos SA (1-1, 1-2, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1, 6-2, 7-1, 9-1 y 11-8), CMW (3 y 6), ASE (3)
    - 8 multipiezométricos SAM (2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 8C, 9C y 10B
  - Medición continua de nivel:
    - 2 pozos someros SA-F (7 y 27)
    - 2 multipiezométricos SAM (1C y 7C)

2.3.3 Informes

Se entregarán informes según lo establecido en el Resuelvo 10 de la RCA N° 0114/08, indica que "*...El titular deberá remitir los informes de monitoreo y seguimiento en forma directa a los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental en la materia, dentro de los 15 días hábiles siguientes de concluido el mes respectivo o de realizada la actividad, con copia a la Secretaria de la Comisión Regional del Medio Ambiente, Región de Antofagasta, adjuntando copia de los informes en archivo electrónico o digital o magnético...*"

a. Hidrogeología

Se compromete un informe Anual a la autoridad ambiental y mensual a CONAF (medición de caudal pasante por aforos).

3. Optimización del plan de monitoreo

3.1. Sector Planta

Durante abril de 2010 se realizó un catastro en terreno de los pozos existentes en el sector Planta, detectándose la existencia de pozos que no se encuentran en condiciones de ser monitoreados y que están mencionados en el plan original de monitoreo, cuyo detalle es el siguiente:

- Los pozos XW-13, XW-27 y PW-11 fueron intervenidos.
- Los pozos someros SMW-1, SMW-5, SMW-11, XW-24 y XW-29 se encuentran secos.
- Los pozos someros SMW-2 y SMW-3 se encontraron secos. Cabe destacar que estos pozos durante el proceso de construcción de la pila permanente debieron ser sellados debido a que quedarían bajo el 'footprint' de la Fase 1.

Según estas observaciones, el plan de monitoreo requiere una optimización que se explica en las siguientes secciones.

3.1.1 Justificación técnica de la optimización

El objetivo principal del plan de monitoreo en el sector de la Planta será la identificación, control y mitigación de potenciales infiltraciones de PLS que podrían ocurrir durante la vida operacional o post-cierre de la pila de lixiviación permanente. Por lo tanto, para cumplir con este objetivo los pozos de monitoreo propuestos deberían ser habilitados en el sistema de agua subterránea del sector de la pila.

Además de los pozos existentes mencionados en la Sección 2.1.1, el plan original de monitoreo contempla la instalación de un total de 13 pozos someros de 20 m de profundidad ubicados en dos líneas en el límite norte y este de la pila como se muestra en la Figura 1.

La justificación para proponer un plan que contempla el monitoreo de una serie de pozos someros, fue la presencia de un posible acuífero somero colgado a una profundidad de 20 m. Sin embargo, nuevos antecedentes obtenidos durante abril del año 2010, relativos a la presencia de pozos someros (mencionados en el punto anterior) encontrados secos en el sector de la pila y el pozo SMW-6, con una profundidad de agua de 52 mbns, como aquel con el nivel más somero en el sector de la pila, no evidencian la presencia de un acuífero somero.

Por lo tanto, actualmente no existe evidencia de un acuífero somero en el sector de la pila y, en consecuencia, se requiere una redefinición del plan de monitoreo para cumplir con el monitoreo del agua subterránea profundo que se encuentra en la roca. En este sentido, para corroborar esta conclusión, durante julio 2010 la empresa Wellfield Services realizó una serie de perfiles de

tomografía resistiva (ERT) alrededor de la futura ubicación de la pila con el objeto de corroborar la existencia de acuíferos someros. A continuación se presentan los resultados del análisis de la tomografía:

a) Ubicación de los perfiles L1, L2 y L3

La Figura 1A (adjunta en Anexo B_Figuras Tomografía) presenta un esquema con la ubicación de las tres (3) líneas de tomografía realizadas por Wellfield Services en julio de 2010 para la Pila Permanente así como la ubicación de los pozos existentes y propuestos por SWS. A continuación se presenta una evaluación detallada de cada perfil.

a.1) Análisis del perfil L1:

Este perfil se ubica en el costado este de la futura posición de la pila. La figura 2A (adjunta en Anexo B) muestra el perfil L1, así como la proyección sobre él de los pozos cercanos y su nivel estático actual.

Por lo general, el registro de resistividades presenta valores en el rango entre 920 - 3600 ohm-m en los primeros 50 – 60 m, reduciéndose estos valores (< 240 Ohm-m) en profundidad (>80 m). Por otra parte, se reconocen dos pequeñas zonas con valores de resistividad entre 160 a 240 Ohm-m en la parte central del perfil a 20 m de profundidad. Además de una anomalía en el sector sur del perfil, que presentan las menores resistividades de toda la línea (50 Ohm-m) ubicada a 30-40 m de profundidad.

En resumen, el perfil muestra condiciones de material no saturado, aparte del sector sur donde las resistividades podrían indicar la presencia de humedad menor. Existen tres (3) pozos de monitoreo en las cercanías del perfil (Figura 2A en Anexo A).

- El pozo XW-23 presenta un nivel de agua a los 112,3 mbns.
- El pozo XW-24 con una profundidad perforado de 16,8 m y, según una medición realizada en 2010, el pozo está seco.
- El pozo XW-25 que tiene un nivel de agua de 125,7 metros abajo el nivel de suelo (mbns).

Los resultados del perfil confirman las conclusiones obtenidas a partir de las mediciones de los niveles en los pozos de monitoreo, esto es, que no existe un acuífero somero en esta zona.

Cabe mencionar que el método de tomografía eléctrica, como todos los métodos geofísicos de superficie, presenta una disminución de resolución con la profundidad, la que a su vez es marcadamente dependiente de la distribución de los electrodos. En el caso del perfil L1 el espaciamiento es de 10 m y la resolución es entonces de 5 m. Esto significa que anomalías de

extensión significativamente reducida con respecto a los 5 m puedan pasar desapercibidas; por otra parte si su intensidad es bastante importante, de todas maneras deberían reflejarse en los valores medidos ya que estos responden al promedio de un cierto volumen de subsuelo.

El hecho de que no aparezcan en la sección zonas de muy baja resistividad (20 Ohm-m) puede deberse tanto a que el acuífero se encuentra a mayor profundidad de la investigada, como a que éste se encuentra en una pequeñas fracturas que pasan desapercibidas por los instrumentos.

a.2) Análisis de perfil L2-A

El perfil L2 ha sido dividido en tres partes debido a razones operacionales de SCM El Abra. La Figura 3A (ver Anexo B) muestra los resultados del perfil L2-A, ubicado al sur de la futura Pila Permanente, perpendicular a Línea L1. El registro de resistividades muestra una capa superficial altamente resistiva (3600 Ohm-m) de 30 m de espesor indicando material completamente seco, mientras que en profundidad aparece una zona de baja resistividad (50-60 m). Cabe destacar una anomalía observada desde 390 a 450m a partir del inicio del perfil, a una profundidad de 30 m, la que probablemente se encuentra asociada a un remanente de humedad o una capa colgada muy menor.

El pozo SMW-1 de 23 m de profundidad se encuentra seco, el cual una vez proyectado sobre el perfil corrobora la existencia de material no saturado en los primeros 20 m.

a.3) Análisis de perfil L2-B

Ubicado inmediatamente a continuación de la sección L2-A, hacia el oeste, en el costado sur de la Pila Permanente. Los pozos cercanos al perfil son mejor proyectados en las líneas L2-A y L2-C.

El registro de resistividades obtenidas (ver Figura 3A en Anexo B) muestra zonas de alta resistividad en superficie, especialmente en los extremos del perfil, mientras que en la parte central se observa un ligero aumento de la conductividad, la que disminuye de manera gradual hacia una zona de relativamente baja resistividad (50 Ohm-m), indicando la presencia de humedad en profundidad (>50 m).

a.4) Análisis de perfil L2-C

Tercera parte de la línea L2, en el extremo oeste de ella, en el costado sur de la fase 1 pila permanente.

La tomografía realizada (ver Figura 3A en Anexo B) muestra una zona de alta resistividad (3600 Ohm-m) en superficie (30 a 50 m) interrumpida por leves descensos en la resistividad (920 Ohm-m) de 7 a 30 m de ancho. En la parte central del perfil, a 50 m de profundidad, se observa la presencia de una zona

húmeda cuyo espesor se extiende más allá de la capacidad de penetración de la tomografía.

Los pozos proyectados en el perfil confirman la presencia de agua en profundidad, especialmente el pozo XW-28 (profundidad del agua 65,4 mbns) cuyo nivel estático coincide con la brusca disminución en resistividad de acuerdo a los datos de la tomografía.

a.5) Análisis de perfil L3-A

La línea L3 ha sido dividida en dos tramos por motivos operacionales de SCM El Abra, y se encuentra ubicada en el límite norte de la futura pila permanente.

El perfil (ver Figura 4A en Anexo B) presenta, al igual que en las secciones analizadas anteriormente, una zona de alta resistividad en superficie (70-80 m) indicando ausencia de humedad, seguida en profundidad por una abrupta disminución en la resistividad (<50 Ohm-m) representando las zonas de mayor humedad. En la primera mitad del perfil se observa una capa relativamente menos resistiva (240 Ohm-m) entre dos franjas altamente resistivas (3600 Ohm-m), lo que puede ser interpretado como un cambio litológico.

En este perfil se interpreta que el nivel freático corresponde al cambio en resistividad a <50 Ohm-m a una profundidad entre 60 y 80 m de profundidad.

El pozo XW-23 (nivel estático 112,3 mbns) confirma la presencia de agua en profundidad, aun cuando no existen datos de resistividad en el perfil para dicha zona. La diferencia de niveles observada entre la tomografía y el pozo podría ser atribuida al gradiente hidráulico existente en la dirección NW-SE.

a.6) Análisis de perfil L3-B

Ubicado inmediatamente al oeste de la línea L3-A. La distribución de las resistividades observadas en el perfil (ver Figura 4A en Anexo B) es similar a la del resto del área, con material no saturado entre 40 a 60 m de profundidad (alta resistividad). En el tramo central de la línea se observa la presencia de humedad en profundidad (> 60 m), representada por bajos valores en la resistividad del medio.

Al igual que en la línea L3-A, los pozos proyectados (SMW-4, 91,4 mbns y XW-21, 93,7 mbns) indican la presencia de agua en profundidad.

b) Resumen del análisis

En resumen, el estudio de la tomografía de julio de 2010 en el sector de la Pila Permanente indica lo siguiente:

- En todos los perfiles se observa una capa superficial seca cuyo espesor varía desde 30 hasta 80 m, destacándose la presencia de

material no saturado de alta resistividad (> 900 Ohm-m) en los primeros 50 m, lo que confirma la inviabilidad de los pozos propuestos de 20 m para el monitoreo del acuífero debido a que estos no entrarían en contacto con las zonas saturadas.

- De lo anterior se desprende la necesidad de realizar pozos de mayor profundidad para el monitoreo del acuífero.
- En profundidad los perfiles muestran zonas de anomalías geofísicas que pueden ser interpretadas como saturadas, encontrándose por debajo de la capa superficial altamente resistiva.

En líneas generales, la proyección de los pozos de monitoreo cercanos a los perfiles confirma los datos provenientes de la tomografía en cuanto a la presencia de humedad solamente entre 60 y 115 mbns.

Los resultados de la perforación de los seis pozos nuevos (MW-1 a MW-6) también confirman no sólo la ausencia de un acuífero somero sino también la baja permeabilidad de la roca volcánica en el sector de la pila permanente. Todos los pozos MW-1 a MW-6 se mantuvieron sin presencia de agua durante su perforación y habilitación, lo que junto con impedir la medición del caudal, demuestra la muy baja permeabilidad de la roca. Después de la perforación en noviembre de 2010 los niveles de agua medidos en los pozos varían entre 78 y 125 mbns, lo que nuevamente demuestra la ausencia de un acuífero somero en el sector.

Finalmente, también hay un cambio respecto a los ajustes a las frecuencias de muestreo inicialmente propuesta. Según los resultados de la perforación en el sector de la pila permanente, por medio de los seis pozos de monitoreo (ver sección 3.1.2), se concluye que no existe un acuífero somero, sino que sólo agua subterránea presente en la roca volcánica a una profundidad entre 52 de 125 mbns. Por lo tanto, la inexistencia de un acuífero somero significa que el riesgo de afectación por la operación de la pila permanente es muy bajo y, por lo mismo, no se requiere un monitoreo con una frecuencia semanal de calidad de agua como fue presentado en la propuesta original. Por el contrario, con un monitoreo de frecuencia mensual o trimestral según corresponda (ver tabla N°1) de calidad del agua se cumple con los requisitos para el proyecto.

3.1.2 Ubicación y cantidad de pozos

La optimización del plan de monitoreo contempla utilizar algunos pozos existentes en el sector de la pila permanente y, además, pozos nuevos. A continuación, se propone la red de monitoreo que se presenta en la Tabla 1 y se muestra en la Figura 3.

Tabla 1
Pozos de monitoreo, Sector Planta

ID Pozo	N (UTM)	E (UTM)	Diámetro de perforación	Prof. de Habilitación del pozo (m)	Prof. estimada nivel de agua (m)	Frecuencia de mediciones	Ubicación
MW-1	7.565.480	536.918	7/8"	140,0	77,8[1]	Niveles mensual Química mensual	Aguas abajo de las pilas
MW-2	7.566.774	535.365	7/8"	158,0	124,3[1]	Niveles mensual Química mensual	Aguas abajo de las pilas
MW-3	7.566.073	535.055	7/8"	138,0	102,6[1]	Niveles mensual Química mensual	Al sur de las pilas
MW-4	7.565.392	534.775	7/8"	160,0	88,41	Niveles mensual Química mensual	Al sur de las pilas
MW-5	7.564.973	534.635	7/8"	158,0	121,6[1]	Niveles mensual Química mensual	Aguas arriba de las pilas
MW-6	7.564.359	535.829	7/8"	170,0	125,3[1]	Niveles mensual Química mensual	Aguas arriba de las pilas
PV-15	7.572.479	528.319	2"	0,6	0,5	Niveles y parámetros in-situ mensuales Química trimestral	Puntera en el sector de Conchi Viejo
PV-16	7.572.620	529.239	2"	0,7	0,6	Niveles y parámetros in-situ mensuales Química trimestral	Puntera en el sector de Conchi Viejo
XW-11	7.569.217	529.836	3"	95,8	26,31	Niveles mensual, química trimestral	Monitoreo aguas arriba de las pilas
SMW-9	7.568.026	531.754	4"	65,2	52,21	Niveles mensual, química trimestral	Monitoreo aguas abajo de la pila de óxidos
SMW-4	7.568.199	534.390	4"	128,3	90,61	Niveles mensual Química trimestral	Monitoreo aguas arriba de las pilas
PW-21	7.565.000	533.000	3"	137,9	109,3[1]	Niveles mensual, Química mensual	Monitoreo aguas abajo de la pila de Sulfuros
XW-23	7,566,683	535,833	3"	145,0	112,2[1]	Niveles mensual, Química mensual	Monitoreo aguas abajo de la pila de Sulfuros
XW-25	7.564.551	536.254	3"	169,9	125,7[1]	Niveles mensual, Química mensual	Monitoreo aguas abajo de la pila de Sulfuros

[1]Nivel de agua medida en noviembre de 2010

a. Calidad del agua subterránea - pozos

- 2 pozos existentes aguas arriba de las pilas de lixiviación, para obtener información del flujo de agua subterránea en este sector (pozos XW-11 y SMW-9).
- 3 pozos existentes alrededor de la pila de lixiviación con el fin de registrar eventuales infiltraciones desde ésta (pozos SMW-4, XW-23 y PW-21).
- 2 líneas de pozos aguas abajo de la pila de lixiviación, una inmediatamente junto a la pila (pozos nuevos MW-1 a MW-4), y otra de 3 pozos para detectar eventual migración de filtraciones aguas abajo (pozo XW-25, ya existente; y la construcción de los pozos MW-5 y MW-6).

b. Calidad del agua - vertientes

- Dos punteras (pozos superficiales, PV-15 y PV-16) construidos en el sector de las vertientes 15 y 16 de Conchi Viejo (Figura 4).

Figura 3
Pozos de monitoreo propuestas, sector Pila Permanente

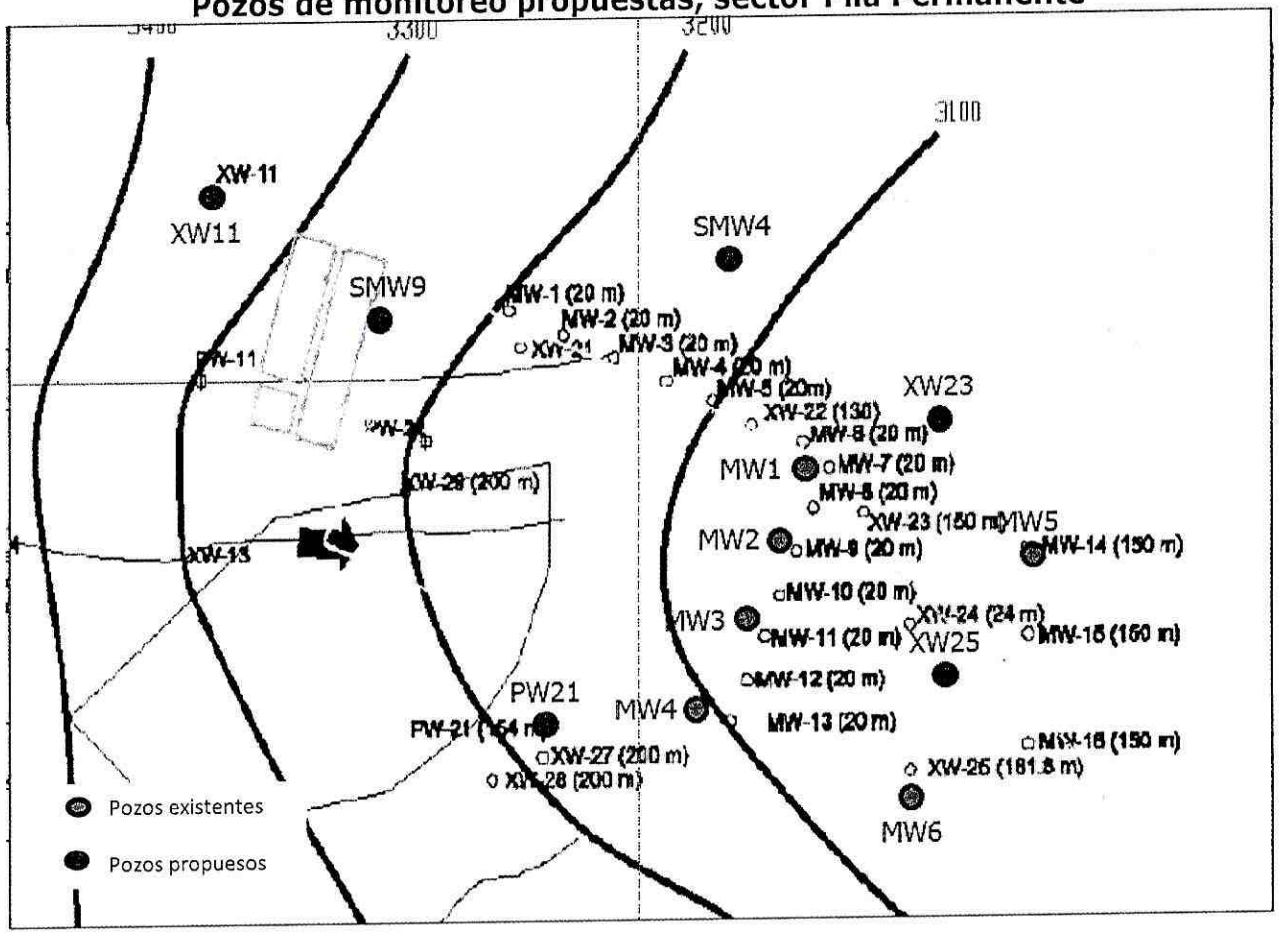
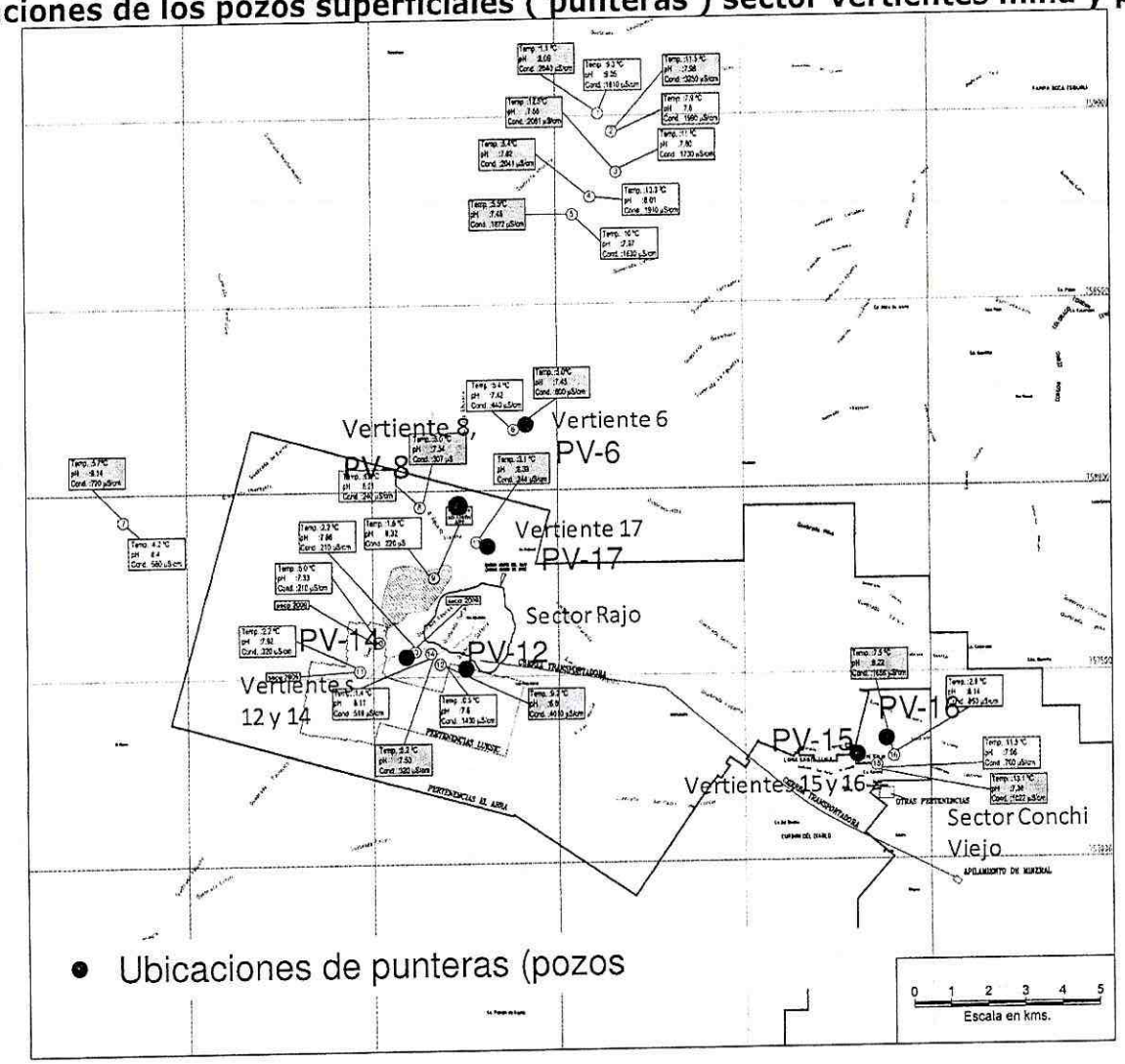


Figura 4

Ubicaciones de los pozos superficiales ('punteras') sector vertientes mina y planta



3.1.3 Frecuencia y variables de medición

Un resumen de la frecuencia de monitoreo de los pozos se muestra en la Tabla 1.

a. Calidad del agua subterránea - pozos

- Mediciones mensual de nivel y calidad de agua, y trimestral para calidad en Vertientes (ver Tabla 1 y 2), en 6 pozos de la serie MW (MW 1 a 6), 3 de la serie XW (XW-11, 23 y 25), 2 de la serie SMW (SMW-9 y 4) y 1 pozo PW-21.
- Mediciones *in situ* para determinar conductividad, pH, temperatura y nivel freático de los pozos. Además, se deben tomar muestras para realizar análisis físicos y químicos , a saber:

Parámetros	
Alcalinidad Total	Hierro disuelto
Aluminio disuelto	Magnesio disuelto
pH	Potasio disuelto
Calcio disuelto,	Sodio disuelto
Cobre disuelto	Sólidos Disueltos y Totales
Conductividad,	Sulfato
Cloruro	

- Los umbrales deben ser acordados con la autoridad.

b. Calidad del agua - vertientes

- Mediciones mensuales de niveles y parámetros in-situ (pH, conductividad, temperatura) y calidad del agua con frecuencia trimestral en 2 punteras (PV15 y PV16).
- Mediciones para determinar niveles, pH, temperatura, conductividad y calidad del agua de principales iones disueltos (alcalinidad total, aluminio, calcio, cloruro, magnesio, potasio, sodio, sulfato, sólidos totales disueltos, cobre e hierro).

3.1.4 Informes

Se compromete un informe trimestral después de 15 días de finalizado el correspondiente trimestre, que contendrá:

a. Calidad del agua subterránea - pozos

b. Calidad de aguas - vertientes

3.1.5 Especificaciones técnicas de los pozos

El objetivo principal de los pozos es el monitoreo del agua subterránea en la roca. Por lo tanto, cada pozo fue perforado a una profundidad adecuada para alcanzar por lo menos 20 m bajo el nivel freático. La profundidad máxima perforada fue de 170 m. Los pozos fueron perforados con el método aire reverso para poder recolectar caudales de "airlift" y parámetros físicos-químicos durante la perforación, lo que permitió descartar la presencia de un acuífero somero en el sector.

Los pozos fueron habilitados con PVC de 2 pulgadas y ranurados en la parte saturada, con empaque de grava y un sello bentonita-cemento. Para su cierre el espacio anular fue rellenado con material estéril y el pozo tiene un "casing" superficial de protección con tapa y candado.

3.1.6 Monitoreo adicional, perfiles de tomografía

Como una medida de control adicional para identificar cualquier infiltración potencial de PLS desde la pila permanente se propone la ejecución, en forma anual, de 3 líneas geofísicas de tomografía tal como fueron realizadas por Wellfield Services en julio de 2010. Estas líneas están ubicadas en forma paralela a lo largo de los bordes norte, sur y este de la Fase 1 de la pila de lixiviación permanente (Figura 1A, anexo B).

3.2. Sector Mina

3.2.1 Justificación técnica para las modificaciones

La meteorología en el área de El Abra está caracterizada por la ausencia de precipitaciones significativas y, además, por altas tasas de evaporación, de manera que la infiltración por estos conceptos es despreciable. Por lo tanto, se estima que la recarga de agua al sistema subterráneo en el área de la mina es mínima, por lo que su valor es despreciable.

La geología del área del rajo está representada por rocas intrusivas cuya composición varía desde diorititas a graníticas. El sistema estructural está representado por fallas de orientación NW-SE, con manteos al SW a subverticales.

Las características hidráulicas del macizo rocoso obtenidas a partir de ensayos de packer, permiten estimar que la permeabilidad de la roca es moderada (10^{-7} m/s) a muy baja (10^{-10} m/s).

La superficie de agua subterránea muestra una dirección de flujo general con dirección NE-SW, perpendicular al sistema estructural principal. En la Figura 4 se observa el cono de depresión que se ha desarrollado como resultado del avance del rajo.

Dada la baja permeabilidad de la roca, el radio de influencia del cono de depresión es angosto y muy restringido. El pozo ROM I-1 ubicado a una distancia aproximada de 200 m desde el límite del rajo, muestra un descenso de alrededor de 2,5 m en el periodo 2000 a 2010. Los pozos EAR03-78 y EAR06-81 muestran descensos de 30 y 50 m, respectivamente, en el periodo de 2003 a 2009. Estos pozos están ubicados a una distancia de <50 m desde el límite del rajo.

El objetivo del plan de monitoreo de los pozos es instalar una red que puede detectar los impactos potenciales de la expansión del cono de depresión antes de que los descensos lleguen a las vertientes del sector de la mina (Figura 5). Los antecedentes de los niveles observados en los pozos de monitoreo indican que el cono de depresión es muy limitado con un radio de influencia actual de <1 Km, por lo tanto, aunque el rajo se profundice adicionalmente durante el proyecto Sulfolix no se espera, por la baja permeabilidad, una expansión que pudiera afectar las vertientes 6, 8 y 17 (Figura 3). La instalación de pozos superficiales ('punteras') en los sectores de las vertientes 6, 8 y 17 permite identificar descensos en el nivel de agua subterránea por la expansión y profundización del cono de depresión en el sector de cada vertiente. Adicionalmente los pozos MWV son reemplazados por cuatro pozos de monitoreo hacia el norte del rajo que podrán actuar como una alerta temprana para verificar los impactos, y la expansión del cono de depresión hacia las vertientes mucho antes que el cono las alcance.

Los pozos de exploración geológica EA03-78 y EA03-81, ubicados entre el rajo y el depósito de lixiviación ROM I, actualmente se utilizan como pozos de monitoreo de nivel y parámetros físico-químicos. Éstos, y los pozos 99-001, 99-002 y DDO-142, serán reemplazados por pozos nuevos (PMR-1 y PMR-2) en el mismo sector para asegurar la continuidad de monitoreo en el tiempo (Figura 6).

Las ubicaciones de las punteras se mantienen para las vertientes V6, V8, V12, V14 y V17. Las punteras son construidas en la cercanía de la descarga de cada vertiente a profundidades de <2 m, todos con un nivel freático somero.

En el caso de los pozos propuestos dentro el rajo (Tabla AD-3-2, Anexo A), se puede señalar que, dada la dinámica de las actividades de desarrollo en el rajo, no tiene sentido perforar pozos de monitoreo en el fondo del mismo, pues tendrían muy poca duración debido a la profundización del rajo con el desarrollo del proyecto Sulfolix. Por lo tanto, se propone modificar el muestreo y la toma de niveles de agua en 'pozos de fondo rajo' y reemplazarlos por sumideros que actualmente operan en el fondo del rajo y afloramientos que se observan en las paredes.

Finalmente, también hay un cambio respecto a los ajustes de las frecuencias de muestreo inicialmente propuestas. En el sector del rajo no hay evidencias de una afectación por la operación del rajo y no se requiere un monitoreo con una frecuencia semanal de calidad de agua y niveles como fue presentado en

propuesta original. Cualquier presencia de solución de lixiviación que podría provenir del ROM I será detectado y controlado por los pozos de monitoreo y/o por afloramientos dentro el rajo. En el caso de las punteras de las vertientes, no existen actividades en el sector que podrían afectar la calidad del agua y, por lo tanto, se propone un muestreo químico con frecuencia trimestral.

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito, con un monitoreo de frecuencia mensual y trimestral de calidad del agua se cumple con los requisitos establecidos para el proyecto. Para las mediciones de niveles de agua se ajusta a una frecuencia mensual para todos los puntos.

3.2.2 Ubicación y cantidad de pozos

A continuación se detallan los pozos y punteras a utilizar en el monitoreo del sector Mina, los cuales se muestran en la Figura 5 y están detallados en la Tabla 2, y además se indica el objetivo de cada pozo o punteras de monitoreo:

a. Calidad del agua subterránea (vertientes)

- 2 pozos (PMR-3A y ROM I-8), en el sector de la vertiente 17.

b. Calidad del agua subterránea (agua)

- 2 pozos que se encuentran entre el rajo y el ROM I (PMR-1 y PMR-2); 1 pozo ROM II-9, en el depósito de lixiviación ROM-II (Figura 7); 1 pozo aguas abajo del depósito lastre 2 (ROM I-2A); 2 puntos de monitoreo en el fondo del rajo que incluye el sumidero y un afloramiento.

c. Hidrogeología (nivel sector del rajo)

- 2 pozos que se encuentran entre el rajo y el ROM I (PMR-1 y PMR-2); 2 pozos (PMR-3A y ROM I-8) en el sector perimetral norte del rajo; 1 pozo aguas abajo del depósito lastre 2 (ROM I-2A); 1 pozo ROM II-9, en el depósito de lixiviación ROM-II (Figura 6 y 7).

d. Hidrogeología (flujo extraído desde el fondo del rajo)

- 2 puntos de monitoreo en el fondo del rajo que incluyen un sumidero y un afloramiento.

e. Calidad de las aguas (vertientes)

- 5 punteras, en el sector vertientes (PV-6, PV-8, PV-12, PV-14 y PV-17) de la mina (Figura 4).

Figura 5
Desarrollo del cono de depresión, sector rajo

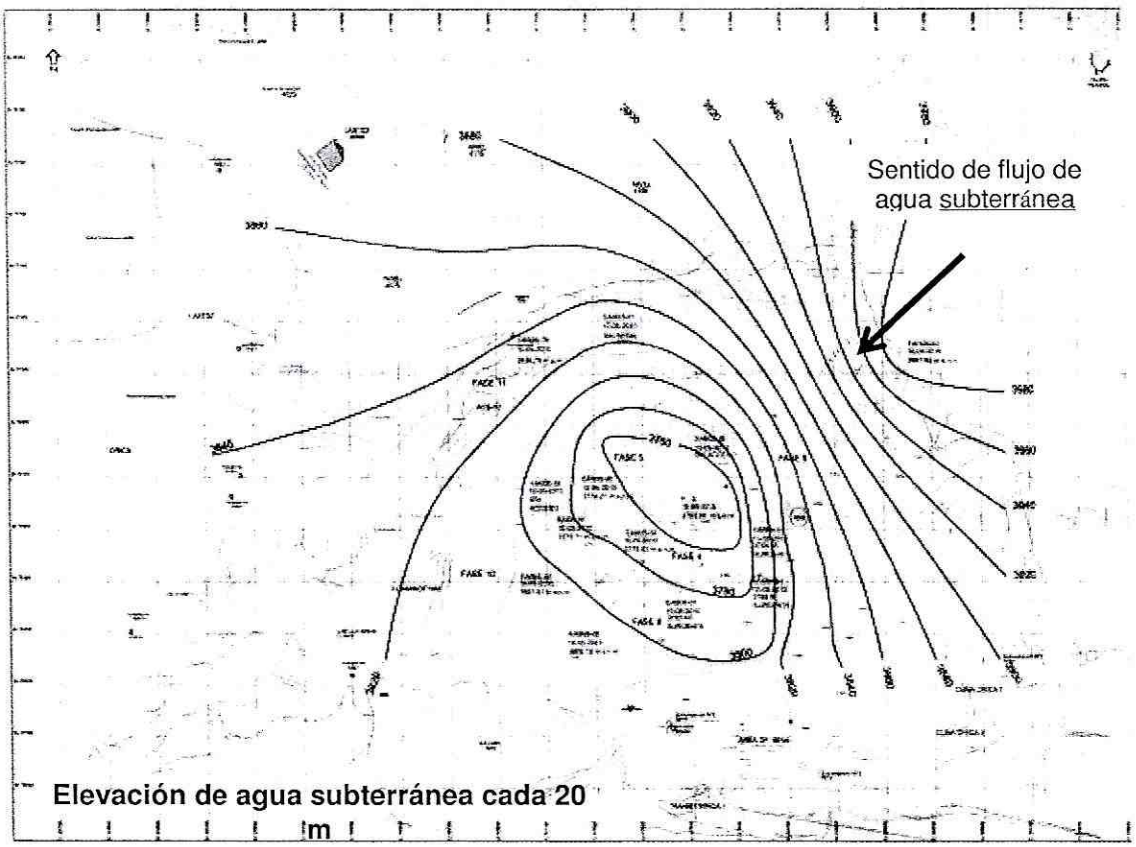


Figura 6
Pozos de monitoreo sector rajo y ROM

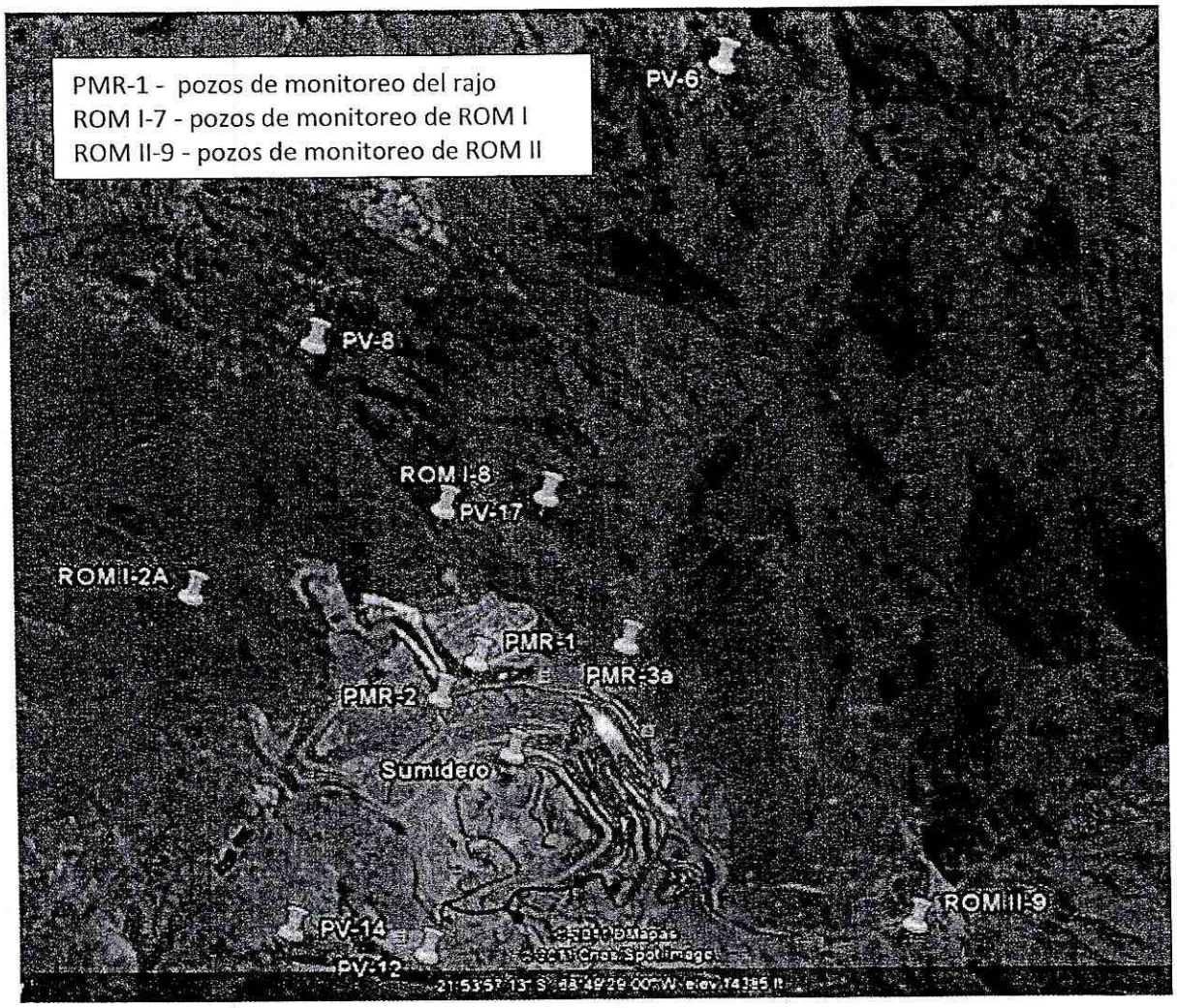


Figura 7
Pozo de monitoreo, ROM II

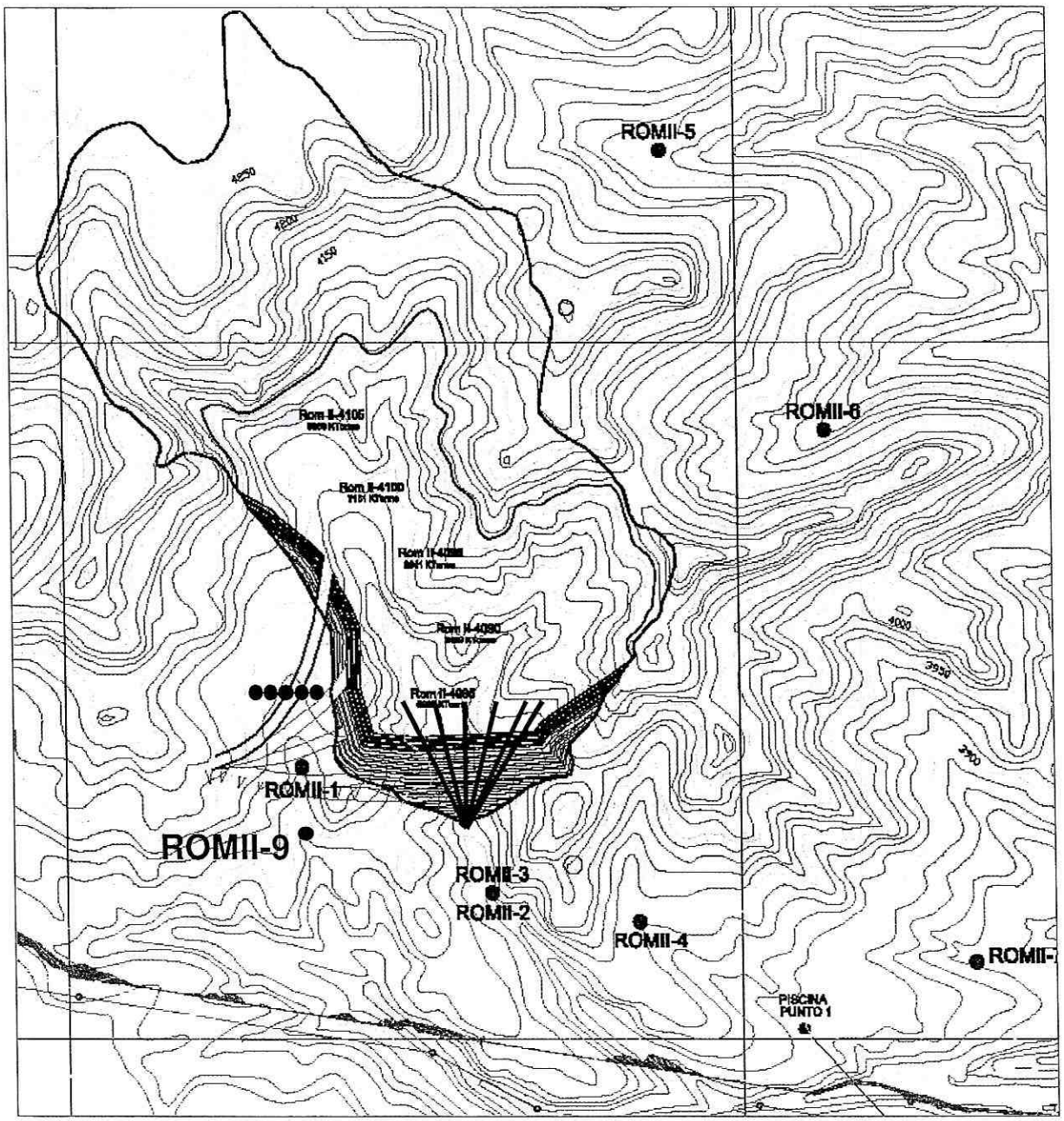


Tabla 2
Pozos de monitoreo y punteras, Sector Mina

ID Pozo	N (UTM)	E (UTM)	Diámetro de perforación	Prof. de habilitación (m)	Prof. al nivel de agua (mbns)[1]	Frecuencia de mediciones	Ubicación
PMR-1	7.577.486,2	517.264,2	7 7/8"	257,0	81,7	Niveles mensual Química mensual	Sector EAR03-81
PMR-2	7.577.278,9	516.988,3	7 7/8"	280,0	12,.5	Niveles mensual Química mensual	Sector EAR03-78
PMR-3A	7.577.762,0	518.487,6	7 7/8"	219,65	70,8	Niveles mensual	Sector hacia el noreste del rajo
ROM I-8	7.578.401,9	517.162,5	7 7/8"	101,0	20,9	Niveles mensual Química mensual	Sector hacia el norte del rajo
ROM I-2A	7.577.935,5	515.128,0	7 7/8"	79,21	57,7	Niveles mensual Química mensual	Aguas abajo del depósito lastre 02
Sumidero y afloramiento[2]	7.576.566	517.346	-	-	Agua somero	Caudales mensuales (sumidero) Química mensual (sumidero y afloramiento)	Sumidero y afloramiento fondo mina
ROMII-9	7.575.529,4	520.221,0	7 7/8"	121,0	42,0	Niveles mensual Química mensual	Quebrada hacia el este del rajo
PV-6	7.581.896	518.963	4"	1,03	0,30	Niveles y parámetros in-situ mensual Química trimestral	Vertiente 6
PV-8	7.579.440	516.711	4"	0,80	0,25	Niveles y parámetros in-situ mensual Química trimestral	Vertiente 8
PV-12	7.575.313	516.846	4"	0,95	0	Niveles y parámetros in-situ mensual Química trimestral	Vertiente 12
PV-14	7.575.422	516.212	4"	0,91	0	Niveles y parámetros in-situ mensual Química trimestral	Vertiente 14
PV-17	7.578.593	517.788	4"	1,10	0,5	Niveles y parámetros in-situ mensual Química trimestral	Vertiente 17

Nota: [1]Niveles de agua medidos en junio de 2010
[2]El monitoreo será según la presencia de afloramientos en el rajo

3.2.3 Frecuencia y Variables de medición

a. Calidad del agua subterránea (sector vertientes)

- Mediciones mensuales en 2 pozos (PMR-3A y ROM I-8)
- Mediciones de nivel en pozo PMR-3A y ROM I-8. Medición in situ en pozo ROM I-8 para determinar conductividad, pH, temperatura y nivel freático de los pozos. Además, se tomarán muestras para realizar análisis físicos y químicos, a saber:

Parámetros	
Alcalinidad Total	Hierro disuelto
Aluminio disuelto	Magnesio disuelto
pH	Potasio disuelto
Calcio disuelto,	Sodio disuelto
Cobre disuelto	Sólidos Disueltos Totales
Conductividad,	Sulfato
Cloruro	

b. Calidad del agua subterránea (pozos)

- Mediciones mensuales, según corresponda (ver Tabla 2), en 2 pozos de la serie PMR (1 y 2), 1 pozo ROM II-9, 2 pozos ROM I-2A y ROM I-8, y 2 puntos de monitoreo en el fondo del rajo que incluye el sumidero y un afloramiento.

- Mediciones in situ para determinar conductividad, pH, temperatura y nivel freático de los pozos. Además, se deben tomar muestras para realizar análisis físicos y químicos, a saber:

Parámetros	
Alcalinidad Total	Hierro disuelto
Aluminio disuelto	Magnesio disuelto
pH	Potasio disuelto
Calcio disuelto,	Sodio disuelto
Cobre disuelto	Sólidos Disueltos Totales
Conductividad,	Sulfato
Cloruro	

c. Hidrogeología (nivel sector del rajo)

- Mediciones mensuales, según corresponda (ver Tabla 2), en 2 pozos de la serie PMR (1 y 2), 2 pozos PMR 3A y ROM I-8; 1 pozo ROM I-2A y pozo ROM II-9.
- Medición de nivel.

d. Hidrogeología (flujo extraído desde el fondo del rajo)

- Medición mensual de caudal a través de un registro de camiones aljibes, y también mensual de calidad de agua (ver Tabla 2) en un sumidero en el fondo del rajo y en un afloramiento.
- Medición de caudal y calidad de agua.

e. Calidad de aguas (vertientes)

- Mediciones mensuales y trimestrales (ver Tabla 2), en 5 punteras en vertientes del sector mina.
- Mediciones mensuales in situ para determinar niveles, pH, temperatura, conductividad y mediciones trimestrales para principales iones disueltos (alcalinidad total, calcio, cloruro, magnesio, potasio, sodio, sulfato, sólidos totales disueltos, cobre, hierro disuelto y aluminio).

3.2.4 Informes

Se compromete un informe trimestral después de 15 días de finalizado el correspondiente trimestre, que contendrá:

a. Calidad del agua subterránea (sector vertientes)

b. Calidad del agua subterránea (agua)

c. Hidrogeología (nivel del fondo del rajo)

d. Hidrogeología (flujo extraído desde el fondo del rajo)

e. Calidad de aguas (vertientes)

3.2.5 Especificaciones técnicas de los pozos

El objetivo principal de los pozos es el monitoreo del agua subterránea en la roca. Por lo tanto, cada pozo fue perforado a una profundidad adecuada para alcanzar el nivel freático. La profundidad máxima fue de 280 m. Los pozos fueron perforados con el método aire reverso para poder recolectar caudales de "airlift" y medir parámetros físicos-químicas durante la perforación, lo que permitió evaluar la eventual presencia de un acuífero somero en el sector.

Los pozos fueron habilitados con PVC de 2 pulgadas y ranurados en la parte saturado, con empaque de grava y un sello bentonita-cemento. A efectos del cierre, el espacio anular fueron rellenado con material estéril y el pozo tiene un "casing" superficial de protección con tapa y candado.

3.3. Sector Ascotán

El objetivo de este monitoreo en el Salar de Ascotán es verificar que el efecto de la extracción de agua que contempla el proyecto Sulfolix se mantenga dentro de lo señalado en el EIA. Con el fin de proteger las vertientes, vegas, bofedales lagunas del sector sur de este Salar.

Respecto a este sector sólo se propone modificar dos (2) compromisos asociados a las vertientes del Salar, los que se detallan a continuación:

- Eliminación del pozo CHU4B dado que por el momento no se tiene contemplada la extracción de agua de éste pozo ubicado en el sector de quebrada la Perdiz.
- El compromiso asociado a la medición de la extensión de las lagunas del Salar de Ascotán se realizará mediante imágenes satelitales ya que corresponde a una metodología de mayor precisión que el uso de fotografías de terreno, tal como estaba comprometido.

3.3.1 Cantidad y ubicación de pozos de monitoreo

a. Hidrogeología

Los puntos de monitoreo propuestos en el sector Ascotán corresponden a lo siguiente:

- Vertientes: 11 pozos con monitoreo (sa-1-2, sa-2-1, sa-5-1, sa-7-1, V-8, sa-9-1, v-10, v-12, sa-1-1, sa-3-1, sa-4-1).
- Acuífero intermedio: 10 pozos SAM (1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, 9B, 10B).
- Acuífero profundo: 17 pozos en Salar de Ascotán: 10 multipiezométricos propuestos de la serie SAM (1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 10A), y 7 pozos profundos de la serie ASB (1, 2, 3, 5, 6, 8, 10).
- Acuífero freático: 44 pozos habilitados en Salar de Ascotán: 31 pozos someros de la serie SA-F (1 a 31), y 13 pozos habilitados en toda la extensión de acuífero freático de las series CMW (3 y 6), ASE (3), SAM (1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 7C, 8C, 9C) y ASB (11).

Tabla 3
Pozos de monitoreo, Sector Salar de Ascotán

Componente Ambiental	Puntos de Medición	Frecuencia
Niveles de agua	Vertientes: SA-1-1, SA-3-1, SA-4-1	Mensual
	Vertientes: SA-1-2, SA-2-1, SA-5-1, SA-7-1, V-8, SA-9-1, V-10, V-12	Continuo
	Acuífero profundo: 7 pozos (ASB-1, 2, 3, 5, 6, 8, 10)	Mensual
	Acuífero profundo: 10 piezómetros del serie SAM (1A a 10A)	Continuo
	Acuífero intermedio: 10 pozos serie SAM (1B a 10B)	Continuo
	Acuífero Freático: CMW-3 y 6, ASE-3, ASB-11	Mensual
	Acuífero Freático: 27 pozos serie SAF (1 a 6, 8, 10 a 19, 21 a 26, 28 a 31)	Mensual
	Acuífero Freático: 9 pozos SAM (1C a 9C), y 4 SA-F (7, 9, 20, 27)	Continuo
Calidad de agua	Vertientes: 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y VO	Semestral
Profundidad de agua con limnímetros	Vertientes: 2, 7, 9, 10,11 y VO	Mensual
Extensión de las lagunas y Variación estacional	Imágenes satelitales	Trimestral

3.3.2 Frecuencia y Variables de medición

a. Hidrogeología

Según la Tabla SE-2 del Capítulo 8 del EIA la frecuencia de monitoreo para evaluar este compromiso se debe realizar de la siguiente manera:

- Medición continua de niveles con sensores instalados (mediciones por hora):
  - 9 pozos en el acuífero somero (serie SAM-XC)
  - 10 piezómetros en el acuífero intermedio (serie SAM-XB)
  - 9 piezómetros en el acuífero profundo (serie SAM-XA)
  - 8 pozos someros en los vertientes (1, 2, 5, 7, 8, 9, 10 y 12)
  - 4 pozos superficiales en el salar (SAF-7, 9, 20 y 27).
- Medición mensual de niveles:
  - 27 pozos de la serie SAF (1 a 6, 8, 10 a 19, 21 a 26, 28 a 31).
- Medición mensual de niveles:
  - Pozos de bombeo ASB-2, 5, 6, 8 y 10.
  - Pozos de monitoreo, ASB-1, ASB-3, CMW-3, CMW-6, ASE-3, ASB-11, SA-1-1, SA-3-1, SA-4-1.

- Medición mensual de la profundidad de la laguna con limnímetros en vertientes 2, 7, 9, 10, 11 y VO.
- Medición semestral de la calidad química del agua superficial en vertientes 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12 y VO. Se considerarán los siguientes parámetros:

Parámetros	
Alcalinidad Total	Hierro disuelto
Aluminio disuelto	Magnesio disuelto
pH	Potasio disuelto
Calcio disuelto,	Sodio disuelto
Cobre disuelto	Sólidos Disueltos Totales
Conductividad,	Sulfato
Cloruro	

- Medición de la variación estacional del Salar y la extensión de las lagunas, mediante imágenes satelitales secuenciales. Vertientes 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12 y VO.

3.3.3 Informes

Se compromete un informe trimestral después de 15 días de finalizado el correspondiente trimestre, que contendrá:

<u>a. Hidrogeología</u>

3.4. Conclusión General

Sobre los cambios presentados en este documento se puede indicar que:

- No modifican el alcance de los objetivos que SCMEA debe cumplir a través del monitoreo de aguas en los sectores Planta, Mina y Salar de Ascotán.

- Permitirán optimizar el programa de monitoreo de aguas del proyecto Sulfolix y de esta manera asegurar la temprana detección de posibles impactos y certificar el seguimiento del componente agua en los sectores Planta, Mina y Ascotán. Lo anterior en base a los nuevos antecedentes generados.

ANEXO A

Plan de Seguimiento Original
Adenda 3

Tabla AD3-2
Plan de Seguimiento Etapa de Operación de Sulfolix

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AIRE	Calidad del aire MP10	- Conchi Viejo - Estación Planta - Estación embalse Conchi	D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia Establece norma de calidad primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.	Toda la etapa de construcción del proyecto. 24 hrs. cada 3 días	Según lo establecido en D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Informe Mensual a COREMA II Región	Las áreas por donde circulen vehículos y donde se ejecuten labores de escarpe y excavaciones se mantendrán humectadas.
RUIDO	Nivel de Presión Sonora (NPS) en receptores más cercanos al proyecto	- Conchi Viejo - Estación embalse Conchi	D.S. Nº 146/97 Ministerio Secretaría General de la Presidencia Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.	Toda la etapa de construcción del proyecto. Campaña diurna y nocturna, una vez al mes	Según lo establecido en D.S. Nº 146/97 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Informe Mensual a COREMA II Región	No se consideran
CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	Calidad de aguas superficiales del río Loa	Río Loa en los siguientes puntos: P2: E 541.674; N 7.577.642 P3: E 541.801; N 7.577.268 P4: E 541.768; N 7.576.400	NCh 1333/87, Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. Requisitos de agua para Riego y para vida acuática.	Período de construcción del cruce del Río Loa. Semanal	Según NCh Nº 411, y lo establecido en el "*standard methods for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005)*"	Informe Final a COREMA II Región después de terminadas las obras	Método constructivo secuencial en época seca y minimizando la intervención física del cauce

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FLORA	Éxito del plan de rescate y relocalización de ejemplares de flora nativa (monitoreo de medida de mitigación).	Área de relocalización, Planta y Mina	Según protocolo aprobado por la autoridad competente	Tres temporadas. Mensual durante los primeros 6 meses y semestral durante los siguientes 30 meses	Inspección Visual	Informe semestral a COREMA II Región durante las 3 temporadas	- Concentración espacial de las obras para minimizar perturbación en hábitat - Priorización del uso de vías existentes - Rescate y relocalización de individuos
FAUNA TERRESTRE	Éxito del plan de rescate y relocalización de ejemplares de fauna nativa (monitoreo de medida de mitigación) Frecuencia de recaptura Detalles en Anexo MM-FA-01 del EIA, complementado con Anexo 9 de la Adenda 1.	Área de relocalización, Planta y Mina	Según protocolo aprobado por la autoridad competente	3 años. Una vez realizada la relocalización, se llevará a cabo un seguimiento a los 15, 30, 60, 90 días desde la captura y posteriormente cada tres meses hasta completar los 3 años de monitoreo (Ver Anexo 9 de la Adenda 1).	Marcaje y Recaptura	Un informe por campaña a COREMA II Región	- Concentración espacial de las obras para minimizar perturbación en hábitat - Rescate y relocalización de individuos

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AIRE	Calidad del aire PM10	- Conchi Viejo - Estación Planta - Estación Conchi	D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia Establece norma de calidad primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.	Durante toda la vida útil del proyecto, en forma continua 24 hrs. cada 3 días	Según lo establecido en D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Informe Mensual a COREMA II Región	Riego de los caminos internos de la Mina, con agua mezclada con un aditivo para minimizar el consumo de agua.
METEOROLOGIA	- Precipitación - Evaporación estándar - Evaporación en agua - Temperatura - Radiación solar - Dirección y velocidad del viento - Presión atmosférica - Humedad relativa	Vertiente 11, Salar de Ascotán Estación Planta Estación Mina	No Aplica	Durante toda la vida útil del proyecto. Medición continua.	Estación automática de monitoreo	Informe Anual a COREMA II Región e Ilustre Municipalidad de Calama. (Adenda 1, consulta 7.7, pág 128).	No Aplica
RUIDO	Nivel de Presión Sonora (NPS) en receptores más cercanos al proyecto	- Conchi Viejo - Estación embalse Conchi	D.S. Nº 146/97 Ministerio Secretaría General de la Presidencia Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.	Durante toda la vida útil del proyecto 1 campaña anual en horario diurno y nocturno	Según lo establecido en D.S. Nº 146/97 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Informe Mensual COREMA II Región	No se consideran

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA	Estado de las obras Calidad fisicoquímica del agua subterránea	Sectores de Botaderos Pozos de fondo rajo	No Aplica	Durante toda la vida útil del proyecto semestral (sector botaderos) una vez al mes (fondo rajo)	- Inspección visual - Según NCh Nº 411, y lo establecido en el "*standard methods for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005)*"	No Aplica	- Construcción de canales perimetrales y piscinas de evaporación en el sector de botadero s de material estéril - Extracción de agua subterránea desde el fondo del rajo
HIDROLOGÍA	Estado del sistema de desvío de aguas lluvia	En la obra construida en la Pila Permanente	Según diseño de la obra	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral	Inspección Visual	N/A	Construcción del sistema de desvío de aguas lluvia de la pila, con retorno de las aguas a su curso natural aguas abajo de la pila
HIDROGEOLOGÍA	Niveles del fondo del rajo	pozos del fondo del rajo	No Aplica	Durante toda la vida útil del proyecto una vez al mes	utilización de pozómetro	No Aplica	No Aplica
HIDROGEOLOGÍA	Flujo de agua extraído desde el fondo del rajo	Sistema de drenaje del rajo	No Aplica	Durante toda la vida útil del proyecto una vez al mes	Estimación de volumen extraído	Informe anual a COREMA II Región	No Aplica

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA	Nivel y calidad de aguas subterráneas Parámetros fisicoquímicos considerados en la Línea de Base	Pozos del área Mina y Planta, ver Figuras SE-1 y SE-2 al final de este Capítulo	Parámetros y umbrales a acordar con la autoridad	Durante toda la vida útil del proyecto Semanal	Pozómetro Según NCh Nº 411, y lo establecido en el "*standard methods for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005)* "	Informe anual a COREMA II Región	- Extracción de la solución infiltrada en la zona saturada, mediante una red de pozos ubicada aguas abajo de la pila. - la solución extraída se retornará al proceso de lixiviación. - Extracción de las soluciones infiltradas en la zona no saturada mediante la construcción de una zanja, aguas abajo de la pila; y/o - Dos canales de captación ubicados aguas abajo de la pila, fuera del perímetro operacional de ésta. Estos canales conducirán los derrames, que pudiesen salir del área de la pila, hasta un sistema de contención, desde donde la solución será restituida al proceso.

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
LIMNOLOGÍA	Variables biológicas: - Fitoplancton - Zooplancton - Perifiton - Plantas acuáticas - Invertebrados acuáticos (incluye insectos acuáticos) - Fauna íctica - Riqueza de especies - Bentos Variables físico-química-biológicas del agua: - Nutrientes: (Nitrato + Fosfato; Amonio) - Temperatura del agua - pH del agua - Oxígeno disuelto	Vertientes 7 y 11, Salar de Ascotán	Índices dentro de los rangos normales establecidos en la Línea de Base	Toda la vida útil del proyecto Semestral	Ver detalles en Anexo 1 de la presente Adenda.	Un informe por campaña a COREMA II Región	Se mantiene actual medida de mitigación

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FAUNA ICTICA	*Orestias ascotanensis* Obs. Cualitativa: Los resultados se expresan en individuos contados por metro lineal recorrido (ind/m) en cada estación. Obs. Cuantitativa: Id. taxonómica en terreno, longitud total, (mm) peso húmedo, (g), riqueza y div. específica (Shannon), equidad (BioDiversity v.2.), abundancia y biomasa. Se estimará la longitud total promedio y peso por especie y área de muestreo. El factor de condición será estimado para analizar el estado nutricional de los peces. Estado de conservación. Agrupamiento de especies.	Vertientes 7 y 11, Salar de Ascotán. En tres estaciones ubicadas en la naciente, laguna, y aguas abajo del aforo.	N/A	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral (verano e invierno)	Obs. Cualitativa: acostumbramiento (15 minutos) y recuento sobre un campo visual en transectos lineales de entre 10 y 20.m. de largo y 1 m. de ancho. La distancia de los transectos se establece mediante un medidor de distancia Bushnel de 0,5 m de precisión. Tiempo de obs. será de 15 minutos. Obs. Cuantitativa: Para la pesca eléctrica se utilizará una captura estandarizada para 50 m por 20 min. de pesca. Factor de condición (Beckmann 1948). Estado de conservación (Campos et al., 1998). El agrupamiento de especies se efectuará con estandarización de la abundancia, el índice de Bray-Curtis y el método de la media ponderada.		Se considera un diseño con dos metodologías (cualitativa y cuantitativa). Ambas metodologías se aplicarán simultáneamente a las vertientes v7 y v11, con el propósito de calibrar ambas técnicas, y a futuro tendiendo a desarrollar principalmente una evaluación cualitativa, minimizando el estrés a los peces de estas vertientes.

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FLORA	Cobertura por especie (especies dominantes *Cortaderia atacamensis* y *Distichlis humilis*).	Sector de cruce del acueducto con el río Loa.	Condición original del sector de cruce del acueducto con el río Loa.	Dos etapas a partir del inicio de la operación del acueducto. La primera durante los cuatro primeros años, con seguimientos semestrales, el primero entre los meses de septiembre y octubre, y el segundo durante marzo y abril. La segunda etapa se implementará a partir del cuarto año, con seguimiento anual a realizar entre los meses de marzo y abril.	Parcelas permanentes de point quadrat, las cuales se instalarán en cuatro puntos perpendiculares al río y en ambas riveras. A lo menos dos de estas parcelas se instalarán sobre la franja del ducto. Además se contempla la instalación de una parcela permanente de point quadrat paralela 1 m. al curso del río y que atraviese de forma perpendicular la faja del acueducto.	Un informe a por cada campaña. COREMA II Región e Ilustre Municipalidad de Calama.	N/A

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FLORA Y VEGETACIÓN	Cobertura vegetacional y Estado fitosanitario en el sector Mina	Vertientes en sectores Mina (coord. UTM, Datum PSad 56). Vertiente 6: N 7.581.877; E 518.965 Vertiente 8: N 7.579.435; E 516.710 Vertiente 10: N 7.575.735; E 515.098 Vertiente 11: N7.575.523; E 514.922 Vertiente 12: N 7.575.589; E 516.058 Vertiente 14: N 7.575.404; E 516.247 Vertiente 17: N 7.573.851; E 514.536 Vertiente L11: N 7.578.592; E 517.794	Merma en la cobertura vegetacional y/o estado fitosanitario que implique un efecto negativo sobre las especies con estado de conservación (Según protocolo aprobado por la autoridad competente)	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral	Carta de ocupación de tierras (COT) Inspección visual	Informe Semestral a COREMA II Región	Se activa según protocolo de indicadores acordados con la autoridad. Estas consideran: - Relocalización de individuos de especies de flora nativa con problemas de conservación - Reubicación en vertientes aledañas de parches vegetacionales con especies representativas para conservar acerbo genético - Rescate y relocalización de especies de fauna terrestre nativa con problemas de conservación

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DE AGUAS	Estado de las vertientes Parámetros de terreno: Niveles con punteras pH Temperatura (ºC) Conductividad (uS/cm) Oxígeno disuelto (mg/l) Alcalinidad total (mg/l) Principales iones (disueltos) (mg/l): Alcalinidad total (CaCO3) Calcio (D-Ca) Cloruro (Cl) Magnesio (D-Mg) Potasio (D-K) Sodio (Na) Sulfato (SO4) Sólidos totales disueltos (STD) Cobre (D-Cu) Hierro disuelto (D-Fe) Aluminio (D-Al)	Vertientes en sectores Mina y Planta (coord. UTM, Datum PSad 56). Vertiente 6: N 7.581.877; E 518.965 Vertiente 8: N 7.579.435; E 516.710 Vertiente 10: N 7.575.735; E 515.098 Vertiente 11: N7.575.523; E 514.922 Vertiente 12: N 7.575.589; E 516.058 Vertiente 14: N 7.575.404; E 516.247 Vertiente 17: N 7.573.851; E 514.536 Vertiente L11: N 7.578.592; E 517.794 Vertiente 15: N 7.572.460; E 528.343 Vertiente 16: N 7.572.720; E 528.845	N/A	Durante toda la vida útil del proyecto Mensual	Según NCh Nº 411, y lo establecido en el "*standard methods for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005)*"	Semestrales a COREMA II Región	N/A

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FLORA Y VEGETACIÓN	Éxito del plan de rescate y relocalización (monitoreo de medida de mitigación). - Estado fitosanitario	Lugar de relocalización	Según protocolo de monitoreo aprobado por la autoridad	Tres temporadas Mensual durante los primeros 6 meses y semestral durante los siguientes 30 meses	Inspección Visual	Informe semestral a COREMA II Región durante las 3 temporadas	- Concentración espacial de las obras para minimizar perturbación de hábitat - Priorización del uso de vías existentes - Rescate y relocalización de individuos
FLORA Y VEGETACIÓN	Cobertura vegetacional Estado fitosanitario	Unidades funcionales de Vertiente 11, Salar de Ascotán	Merma en la cobertura vegetacional y/o estado fitosanitario que implique un efecto negativo sobre las especies de flora nativa con problemas de conservación (Según protocolo aprobado por la autoridad competente)	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral	Carta de ocupación de tierras (COT) Inspección visual	Informe Semestral a COREMA II Región	- se mantiene actual medida de mitigación - Instalación de un sistema de irrigación focalizado directamente sobre la vegetación hidrófila
FAUNA TERRESTRE	Éxito del plan de rescate y relocalización de fauna terrestre nativa (monitoreo de medida de mitigación) sector mina y planta. Distribución y abundancia de fauna terrestre con problemas de conservación	Lugar de relocalización	Según protocolo de monitoreo aprobado por la autoridad	Tres temporadas Monitoreo bimensual durante los primeros 6 meses y semestral durante los siguientes 30 meses	Censo y recaptura a través de trampeo	Informe semestral a COREMA II Región durante las 3 temporadas	- Identificar áreas de relocalización - Evaluación de capacidad de carga - Captura, marcaje y relocalización de los ejemplares rescatados - Cuantificar riqueza y abundancia de las poblaciones en las áreas receptoras

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FAUNA TERRESTRE	Éxito de medida de mitigación Vertiente 11 Distribución y abundancia de fauna nativa (vicuñas, reptiles, avifauna y anfibios) en estado de conservación	Vertiente 11, Salar de Ascotán,	Índices dentro de los rangos normales establecidos en la Línea de Base	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral	Censo y trampeo	Semestral COREMA II Región	Se mantiene actual medida de mitigación
HIDROGEOLOGÍA	Caudales instantáneos de extracción desde pozos en Quebrada La Perdiz	Pozo CHU-4B	No aplica	Durante toda la vida útil del proyecto Medición instantánea	Medición automática y transmisión telemétrica de datos	Trimestral DGA	No aplica

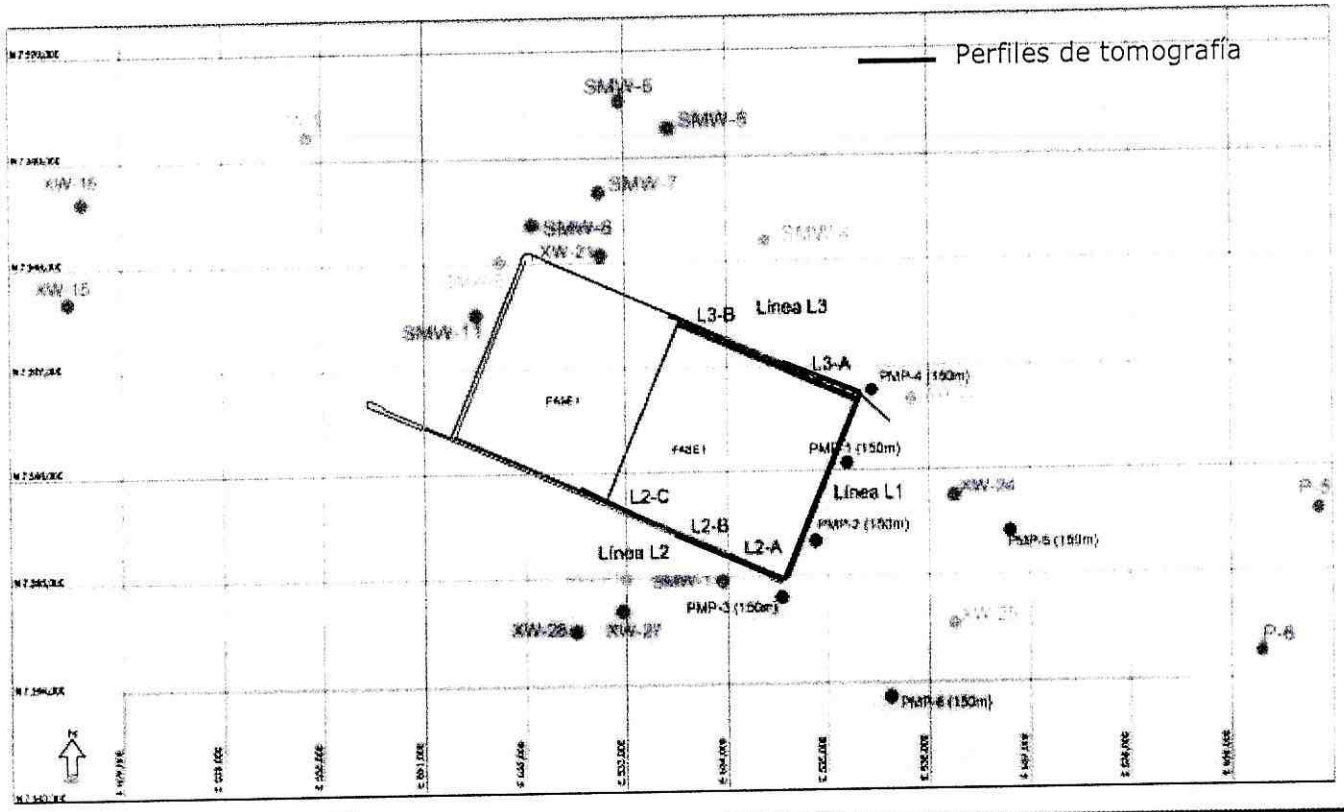
COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
HIDROGEOLOGÍA	Vertientes: - Nivel del agua subterránea - Profundidad de la laguna principal - Variación de la extensión de las lagunas asociadas a cada vertiente - Calidad química del agua - Variación estacional del salar Acuífero confinado: Nivel estático del acuífero confinado mediante 10 pozos multipiezométricos y 8 pozos profundos. Además se realizará un monitoreo semestral de calidad química de las aguas del acuífero confinado Acuífero freático: Nivel freático en el Salar de Ascotán (mensual), mediante una malla de 31 pozos someros (1.2 m) y 23 pozos habilitados en toda la extensión del acuífero freático (~50 m).	Vertientes: Vertientes y lagunas en Salar de Ascotán Acuífero confinado: Pozos habilitados en Salar de Ascotán Acuífero freático: Pozos habilitados en Salar de Ascotán El detalle se presenta en el Anexo 2 de la presente Adenda.	Se definen los siguientes umbrales para activar las Acciones de Manejo Ambiental, los que deben ser alcanzados en forma simultánea: Umbral 1: cono de depresión del acuífero confinado alcanza el pozo SAM-1 o el pozo SAM-7. Umbral 2: modelo multilineal con perturbaciones heterosedásticas para datos en bloques, y prueba de bondad de ajuste. Estos umbrales serán revisados anualmente en conjunto con la DGA. El detalle se presenta en el Anexo 2 de la presente Adenda.	Durante toda la vida útil del proyecto El detalle se presenta en el Anexo 2 de la presente Adenda.	Vertientes: - Nivel Freático: Pozo de Control - Profundidad Laguna: Limnímetro - Extensión Laguna: Control Fotográfico e Imagen Satelital - Parámetros fisicoquímicos: Toma de Muestras Acuífero freático: - Nivel Freático: Pozos Someros; Pozos Multipiezométricos y Pozos Ac. Freático Acuífero confinado: - Nivel Ac. Confinado: Pozos profundos existentes y Pozos Multipiezométricos . El detalle se presenta en el Anexo 2 de la presente Adenda.	Anual Autoridad Ambiental Mensual a CONAF (medición de caudal pasante por aforos)	Se implementarán Acciones de Manejo Ambiental, en 2 etapas, la Etapa 1 se activará cuando se alcance el Umbral 1, y la Etapa 2 se activará cuando se alcance conjuntamente el umbral 1 y 2. Se contemplan, en cada etapa, las siguientes acciones, las que serán aplicadas según condiciones definidas por la DGA. Etapa 1: (i) Modificación de la configuración de bombeo en los pozos de extracción. Ésta será definida durante el primer año de operación. (ii) Cubrimiento de las catas borateras abandonadas con material adyacente a cada una de ellas. (iii) Cambio de ubicación de los pozos de bombeo. Esta medida puede incluir el traslado parcial de caudales autorizados. Etapa 2: Variar (disminuir o aumentar) los caudales de extracción, bajo las siguientes condiciones: (i) Disminuir el caudal de extracción en la misma tasa del último incremento. (ii) Si la reducción realizada no recupera ninguno de los dos umbrales, se deberá disminuir el caudal al incremento anterior. (iii) Si el monitoreo muestra una recuperación de sólo uno de los dos umbrales, no se realizará una disminución adicional de la extracción. (iv) Si el monitoreo muestra una recuperación de ambos umbrales, se podrá aumentar el bombeo en la misma tasa de la última variación.

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
ARQUEOLOGÍA	Condiciones de protecciones y señalética Estado del sitio arqueológico	Sitios arqueológicos identificados en Línea de Base ubicados en sector Mina	Línea de Base	Durante toda la vida útil del proyecto semestral	Inspección Visual	Semestral HCMN	No aplica

ANEXO B

Figuras Tomografía

Pila Permanente



SIMBOLOGIA

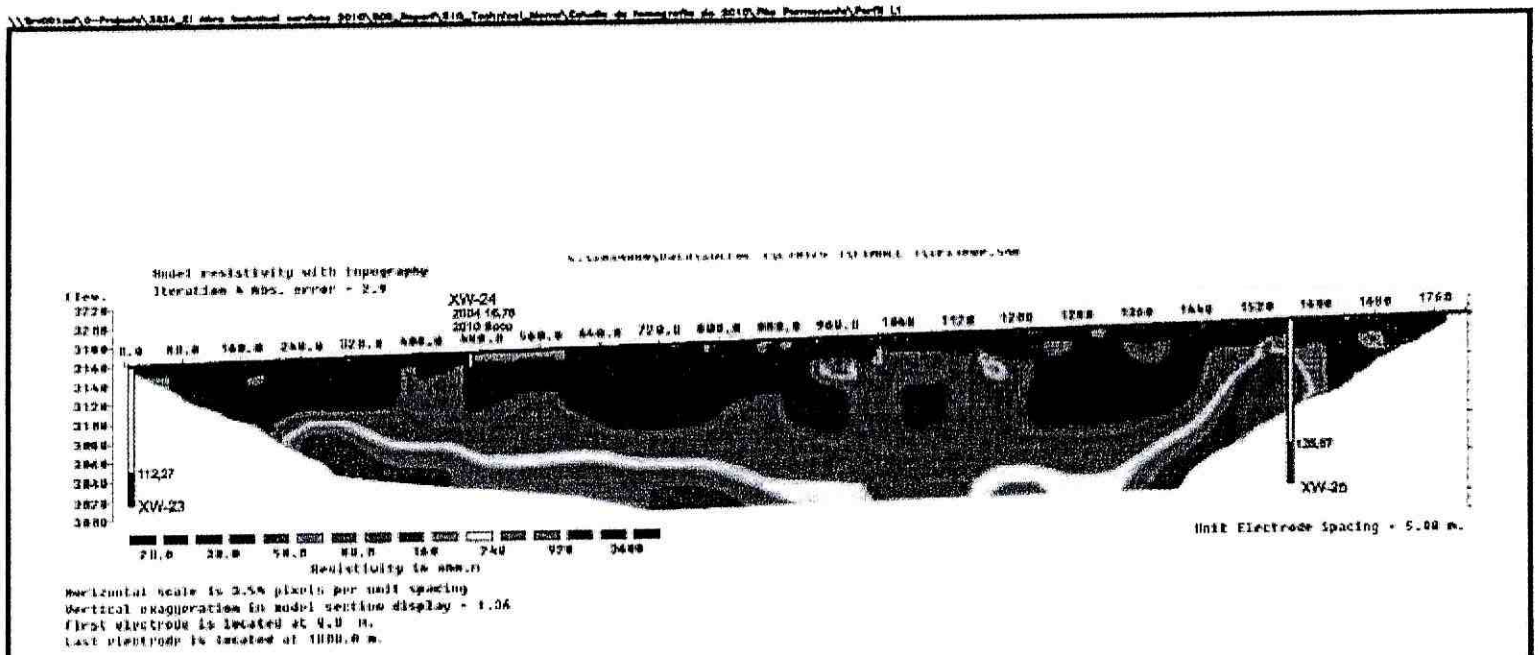
Pozo existente
Pozo existente propuesto para monitoreo
Pozo propuesto para perforar
Línea geofísica propuesta
Perfil Tomografía

Schlumberger WATER SERVICES

Ubicación de pozos de monitoreo propuestos, Sector Planta

CLIENTE: S.C.M. El Abra
TRABAJO: 3834
TAREA:
FECHA: Agosto 2010

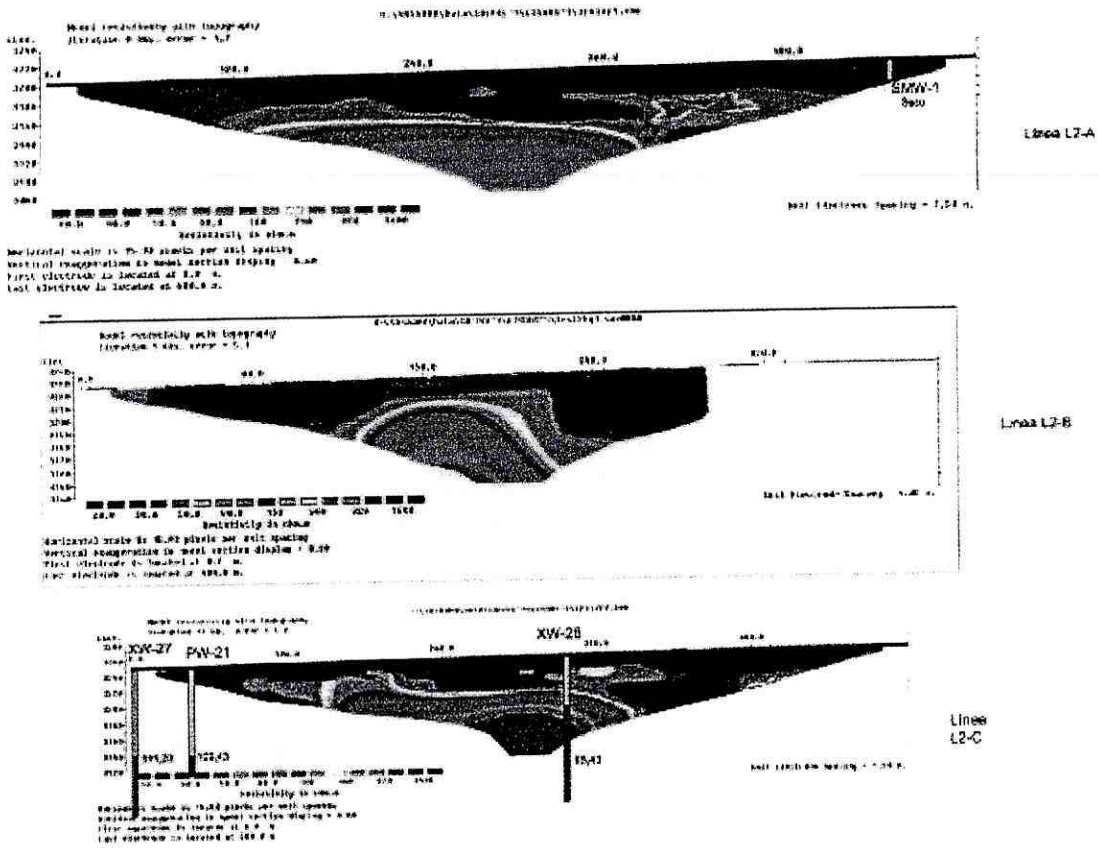
Figura 1A



Schlumberger WATER SERVICES

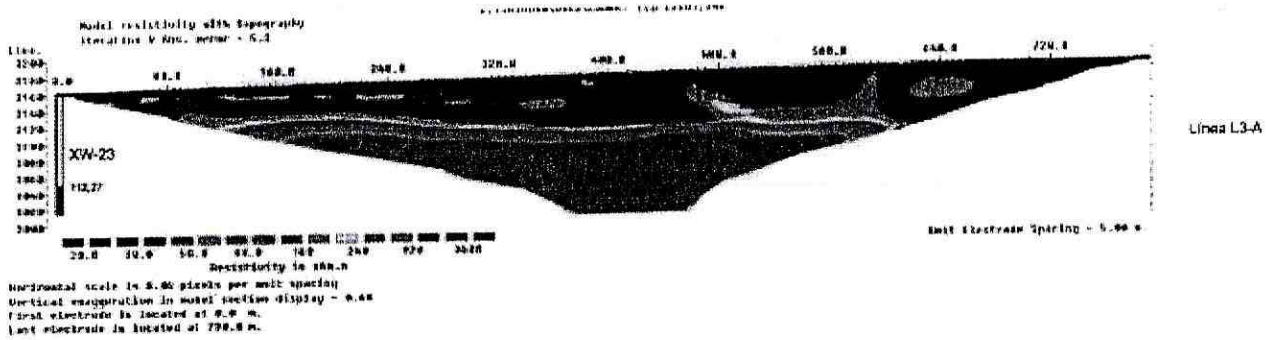
Ubicación y Niveles Pozos Perfil L1	
CLIENTE: S.C.M. El Abra	PROYECTO: Pila Permanente
TRABAJO: 3834 TAREA: 20	DIBUJO: A.L.N. REVISO: P.G.M.
FECHA: Agosto 2010	

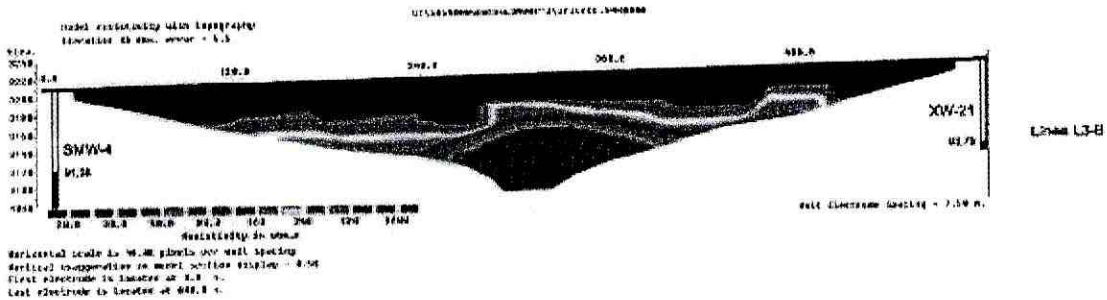
Figura 2A



Schlumberger WATER SERVICES

Ubicación y Niveles de Pozos Perfil L2	
CLIENTE: S.C.M. El Abra	PROYECTO: Pila Permanente
TRABAJO: 3834 TAREA: 20	DIBUJO: A.L.N. REVISO: P.G.M.
FECHA: Agosto 2010	Figura 3A





Schlumberger WATER SERVICES

Ubicación y Niveles dePozos Perfil L3	
CLIENTE: S.C.M. El Abra	PROYECTO: Pila Permanente
TRABAJO: 3834 TAREA: 20	DIBUJO: A.L.N. REVISO: P.G.M.
FECHA: Agosto 2010	Figura 4A

ANEXO C

Versión corregida

Plan de Seguimiento

Optimización del Plan de Monitoreo Operacional, Sulfolix

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AIRE	Calidad del aire MP10	- Conchi Viejo - Estación Planta - Estación embalse Conchi	D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia Establece norma de calidad primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.	Toda la etapa de construcción del proyecto. 24 hrs. cada 3 días	Según lo establecido en D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Informe Mensual a COREMA II Región	Las áreas por donde circulen vehículos y donde se ejecuten labores de escarpe y excavaciones se mantendrán humectadas.
RUIDO	Nivel de Presión Sonora (NPS) en receptores más cercanos al proyecto	- Conchi Viejo - Estación embalse Conchi	D.S. Nº 146/97 Ministerio Secretaría General de la Presidencia Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.	Toda la etapa de construcción del proyecto. Campaña diurna y nocturna, una vez al mes	Según lo establecido en D.S. Nº 146/97 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Informe Mensual a COREMA II Región	No se consideran
CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	Calidad de aguas superficiales del río Loa	Río Loa en los siguientes puntos: P2: E 541.674; N 7.577.642 P3: E 541.801; N 7.577.268 P4: E 541.768; N 7.576.400	NCh 1333/87, Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. Requisitos de agua para Riego y para vida acuática.	Período de construcción del cruce del Río Loa. Semanal	Según NCh Nº 411, y lo establecido en el "*standard methods for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005)*"	Informe Final a COREMA II Región después de terminadas las obras	Método constructivo secuencial en época seca y minimizando la intervención física del cauce

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FLORA	Éxito del plan de rescate y relocalización de ejemplares de flora nativa (monitoreo de medida de mitigación).	Área de relocalizació n, Planta y Mina	Según protocolo aprobado por la autoridad competente	Tres temporadas. Mensual durante los primeros 6 meses y semestral durante los siguientes 30 meses	Inspección Visual	Informe semestral a COREMA II Región durante las 3 temporadas	- Concentración espacial de las obras para minimizar perturbación en hábitat - Priorización del uso de vías existentes - Rescate y relocalización de individuos
FAUNA TERRESTRE	Éxito del plan de rescate y relocalización de ejemplares de fauna nativa (monitoreo de medida de mitigación) Frecuencia de recaptura Detalles en Anexo MM-FA-01 del EIA, complementado con Anexo 9 de la Adenda 1.	Área de relocalizació n, Planta y Mina	Según protocolo aprobado por la autoridad competente	3 años. Una vez realizada la relocalización, se llevará a cabo un seguimiento a los 15, 30, 60, 90 días desde la captura y posteriormente cada tres meses hasta completar los 3 años de monitoreo (Ver Anexo 9 de la Adenda 1).	Marcaje y Recaptura	Un informe por campaña a COREMA II Región	- Concentración espacial de las obras para minimizar perturbación en hábitat - Rescate y relocalización de individuos

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AIRE	Calidad del aire PM10	- Conchi Viejo - Estación Planta - Estación Conchi	D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia Establece norma de calidad primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.	Durante toda la vida útil del proyecto, en forma continua 24 hrs. cada 3 días	Según lo establecido en D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Informe Mensual a COREMA II Región	Riego de los caminos internos de la Mina, con agua mezclada con un aditivo para minimizar el consumo de agua.
METEOROLOGIA	- Precipitación - Evaporación estándar - Evaporación en agua - Temperatura - Radiación solar - Dirección y velocidad del viento - Presión atmosférica - Humedad relativa	Vertiente 11, Salar de Ascotán Estación Planta Estación Mina	No Aplica	Durante toda la vida útil del proyecto. Medición continua.	Estación automática de monitoreo	Informe Anual a COREMA II Región e Ilustre Municipalidad de Calama. (Adenda 1, consulta 7.7, pág 128).	No Aplica
RUIDO	Nivel de Presión Sonora (NPS) en receptores más cercanos al proyecto	- Conchi Viejo - Estación embalse Conchi	D.S. Nº 146/97 Ministerio Secretaría General de la Presidencia Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.	Durante toda la vida útil del proyecto 1 campaña anual en horario diurno y nocturno	Según lo establecido en D.S. Nº 146/97 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Informe Mensual COREMA II Región	No se consideran

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA	Estado de las obras. Calidad fisicoquímica del agua subterránea: pH Temperatura ºC Conductividad (uS/cm) Principales iones (disueltos) (mg/l): Alcalinidad total (CaCO3) Aluminio (D-Al) Calcio (D-Ca) Cloruro (Cl) Magnesio (D-Mg) Potasio (D-K) Sodio (D-Na) Sulfato (SO4) Sólidos totales disueltos (STD) Cobre (D-Cu) Hierro disuelto (D-Fe)	Sectores de Depósitos ROM I-2A, ROM I-8 y ROM II-9, ver Figuras 5 - 7 en la sección 3.2.2 Sector Mina: Sumidero en el fondo del rajo y un afloramiento, pozos PMR-1, y PMR-2 ver Figura 5 en la sección 3.2.2	No Aplica	Durante toda la vida útil del proyecto Mensual sector depósitos, pozos ROM I-2A, ROM I-8 y ROM II-9 Sector Mina: Mensual sumidero en el fondo del rajo y un afloramiento, Pozos PMR-1 y PMR-2.	- Inspección visual - Según NCh Nº 411, y lo establecido en el "*standard methods for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005)*"	Trimestrales 15 días después de finalizado el correspondiente trimestre	- Construcción de canales perimetrales y piscinas de evaporación en el sector de depósito s de material estéril - Extracción de agua subterránea desde el fondo del rajo
HIDROLOGÍA	Estado del sistema de desvío de aguas lluvia	En la obra construida en la Pila Permanente	Según diseño de la obra	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral	Inspección Visual	Trimestrales 15 días después de finalizado el correspondiente trimestre	Construcción del sistema de desvío de aguas lluvia de la pila, con retorno de las aguas a su curso natural aguas abajo de la pila

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
HIDROGEOLOGÍA	Niveles de agua	Sectores de Depósito s ROM I-2A, ROM I-8 y ROM II-9 ver Figuras 6 y 7 en la sección 3.2.2 Sector Mina Pozos en el sector del rajo, PMR-1, PMR-2 y PMR-3A ver Figura 5 en la sección 3.2.2	No Aplica	Durante toda la vida útil del proyecto Mensual	utilización de pozómetro	Trimestrales 15 días después de finalizado el correspondi ente trimestre	No Aplica
HIDROGEOLOGÍA	Flujo de agua extraído desde el fondo del rajo	Sistema de drenaje del rajo Sector Mina: A través de un sumidero y afloramiento, fondo rajo ver Figura 6 en la sección 3.2.2	No Aplica	Durante toda la vida útil del proyecto Mensual	Estimación de volumen extraído	Trimestrales 15 días después de finalizado el correspondi ente trimestre	No Aplica

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA	Nivel y calidad de aguas subterráneas Niveles de agua en pozos Parámetros fisicoquímicos considerados en la Línea de Base pH Temperatura (ºC) Conductividad (uS/cm) Principales iones (disueltos) (mg/l): Alcalinidad total (CaCO3) Calcio (D-Ca) Cloruro (Cl) Magnesio (D-Mg) Potasio (D-K) Sodio (D-Na) Sulfato (SO4) Sólidos totales disueltos (STD) Cobre (D-Cu) Hierro disuelto (D-Fe) Aluminio (D-Al)	Pozos del área Planta (pila permanente), ver Figura 3 en la sección 3.1.2 de este documento Pozos MW-1, MW-2, MW-3, MW-4, MW-5, MW-6, XW-23, XW-25, PW-21 XW-11, SMW-4, y SMW-9	Parámetros y umbrales a acordar con la autoridad	Durante toda la vida útil del proyecto Niveles mensuales y calidad de agua subterránea mensual para los pozos sector Planta MW-1, MW-2, MW-3, MW-4, MW-5, MW-6, XW-23, XW-25 y PW-21 Niveles mensuales y calidad de agua trimestral para los pozos sector Planta XW-11, SMW-4, y SMW-9	Pozómetro Según NCh Nº 411, y lo establecido en el "*standard methods for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005)*"	Trimestrales1 5 días después de finalizado el correspondiente trimestre	- Extracción de la solución infiltrada en la zona saturada, mediante una red de pozos ubicada aguas abajo de la pila. - la solución extraída se retornará al proceso de lixiviación. - Extracción de las soluciones infiltradas en la zona no saturada mediante la construcción de una zanja, aguas abajo de la pila; y/o - Dos canales de captación ubicados aguas abajo de la pila, fuera del perímetro operacional de ésta. Estos canales conducirán los derrames, que pudiesen salir del área de la pila, hasta un sistema de contención, desde donde la solución será restituida al proceso.

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
LIMNOLOGÍA	Variables biológicas: - Fitoplancton - Zooplancton - Perifiton - Plantas acuáticas - Invertebrados acuáticos (incluye insectos acuáticos) - Fauna íctica - Riqueza de especies - Bentos Variables físico-química-biológicas del agua: - Nutrientes: (Nitrato + Fosfato; Amonio) - Temperatura del agua - pH del agua - Oxígeno disuelto	Vertientes 7 y 11, Salar de Ascotán	Índices dentro de los rangos normales establecidos en la Línea de Base	Toda la vida útil del proyecto Semestral	Ver detalles en Anexo 1 de la presente Adenda.	Un informe por campaña a COREMA II Región	Se mantiene actual medida de mitigación

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FAUNA ICTICA	*Orestias ascotanensis* Obs. Cualitativa: Los resultados se expresan en individuos contados por metro lineal recorrido (ind/m) en cada estación. Obs. Cuantitativa: Id. taxonómica en terreno, longitud total, (mm) peso húmedo, (g), riqueza y div. específica (Shannon), equidad (BioDiversity v.2.), abundancia y biomasa. Se estimará la longitud total promedio y peso por especie y área de muestreo. El factor de condición será estimado para analizar el estado nutricional de los peces. Estado de conservación. Agrupamiento de especies.	Vertientes 7 y 11, Salar de Ascotán. En tres estaciones ubicadas en la naciente, laguna, y aguas abajo del aforo.	N/A	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral (verano e invierno)	Obs. Cualitativa: acostumbramiento (15 minutos) y recuento sobre un campo visual en transectos lineales de entre 10 y 20.m. de largo y 1 m. de ancho. La distancia de los transectos se establece mediante un medidor de distancia Bushnel de 0,5 m de precisión. Tiempo de obs. será de 15 minutos. Obs. Cuantitativa: Para la pesca eléctrica se utilizará una captura estandarizada para 50 m por 20 min. de pesca. Factor de condición (Beckmann 1948). Estado de conservación (Campos et al., 1998). El agrupamiento de especies se efectuará con estandarización de la abundancia, el índice de Bray-Curtis y el método de la media ponderada.		Se considera un diseño con dos metodologías (cualitativa y cuantitativa). Ambas metodologías se aplicarán simultáneamente a las vertientes v7 y v11, con el propósito de calibrar ambas técnicas, y a futuro tendiendo a desarrollar principalmente una evaluación cualitativa, minimizando el estrés a los peces de estas vertientes.

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FLORA	Cobertura por especie (especies dominantes *Cortaderia atacamensis* y *Distichlis humilis*).	Sector de cruce del acueducto con el río Loa.	Condición original del sector de cruce del acueducto con el río Loa.	Dos etapas a partir del inicio de la operación del acueducto. La primera durante los cuatro primeros años, con seguimientos semestrales, el primero entre los meses de septiembre y octubre, y el segundo durante marzo y abril. La segunda etapa se implementará a partir del cuarto año, con seguimiento anual a realizar entre los meses de marzo y abril.	Parcelas permanentes de point quadrat, las cuales se instalarán en cuatro puntos perpendiculares al río y en ambas riveras. A lo menos dos de estas parcelas se instalarán sobre la franja del ducto. Además se contempla la instalación de una parcela permanente de point quadrat paralela 1 m. al curso del río y que atraviese de forma perpendicular la faja del acueducto.	Un informe a por cada campaña. COREMA II Región e Ilustre Municipalidad de Calama.	N/A

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FLORA Y VEGETACIÓN	Cobertura vegetacional y Estado fitosanitario en el sector Mina	Vertientes en sectores Mina (coord. UTM, Datum PSad 56). Vertiente 6: N 7.581.877; E 518.965 Vertiente 8: N 7.579.435; E 516.710 Vertiente 10: N 7.575.735; E 515.098 Vertiente 11: N7.575.523; E 514.922 Vertiente 12: N 7.575.589; E 516.058 Vertiente 14: N 7.575.404; E 516.247 Vertiente 17: N 7.573.851; E 514.536 Vertiente L11: N 7.578.592; E 517.794	Merma en la cobertura vegetacional y/o estado fitosanitario que implique un efecto negativo sobre las especies con estado de conservación (Según protocolo aprobado por la autoridad competente)	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral	Carta de ocupación de tierras (COT) Inspección visual	Informe Semestral a COREMA II Región	Se activa según protocolo de indicadores acordados con la autoridad. Estas consideran: - Relocalización de individuos de especies de flora nativa con problemas de conservación - Reubicación en vertientes aledañas de parches vegetacionales con especies representativas para conservar acerbo genético - Rescate y relocalización de especies de fauna terrestre nativa con problemas de conservación

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CALIDAD DE AGUAS	Estado de las vertientes Parámetros de terreno: Niveles de agua con punteras y parámetros in-situ: pH Temperatura (ºC) Conductividad (uS/cm) Principales iones (disueltos) (mg/l): Alcalinidad total (CaCO3) Calcio (D-Ca) Cloruro (Cl) Magnesio (D-Mg) Potasio (D-K) Sodio (D-Na) Sulfato (SO4) Sólidos totales disueltos (STD) Cobre (D-Cu) Hierro disuelto (D-Fe) Aluminio (D-Al)	Punteras en vertientes en sectores Mina y Planta (coord. UTM, Datum PSad 56). Vertiente 6: N 7.581.877; E 518.965 Vertiente 8: N 7.579.435; E 516.710 Vertiente 10: N 7.575.735; E 515.098 Vertiente 11: N7.575.523; E 514.922 Vertiente 12: N 7.575.589; E 516.058 Vertiente 14: N 7.575.404; E 516.247 Vertiente 17: N 7.573.851; E 514.536 Vertiente L11: N 7.578.592; E 517.794 Vertiente 15: N 7.572.460; E 528.343 Vertiente 16: N 7.572.720; E 528.845 Ver Figura 4 de la sección 3.1.2	N/A	Durante toda la vida útil del proyecto Mediciones mensuales de niveles de agua y parámetros de terreno Mediciones trimestrales de principales iones disueltos en 2 punteras	Según NCh Nº 411, y lo establecido en el "*standard methods for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005)*"	Trimestrales 15 días después de finalizado el correspondiente trimestre	N/A

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FLORA Y VEGETACIÓN	Éxito del plan de rescate y relocalización (monitoreo de medida de mitigación). - Estado fitosanitario	Lugar de relocalización	Según protocolo de monitoreo aprobado por la autoridad	Tres temporadas Mensual durante los primeros 6 meses y semestral durante los siguientes 30 meses	Inspección Visual	Informe semestral a COREMA II Región durante las 3 temporadas	- Concentración espacial de las obras para minimizar perturbación de hábitat - Priorización del uso de vías existentes - Rescate y relocalización de individuos
FLORA Y VEGETACIÓN	Cobertura vegetacional Estado fitosanitario	Unidades funcionales de Vertiente 11, Salar de Ascotán	Merma en la cobertura vegetacional y/o estado fitosanitario que implique un efecto negativo sobre las especies de flora nativa con problemas de conservación (Según protocolo aprobado por la autoridad competente)	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral	Carta de ocupación de tierras (COT) Inspección visual	Informe Semestral a COREMA II Región	- se mantiene actual medida de mitigación - Instalación de un sistema de irrigación focalizado directamente sobre la vegetación hidrófila

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
FAUNA TERRESTRE	Éxito del plan de rescate y relocalización de fauna terrestre nativa (monitoreo de medida de mitigación) sector mina y planta. Distribución y abundancia de fauna terrestre con problemas de conservación	Lugar de relocalización	Según protocolo de monitoreo aprobado por la autoridad	Tres temporadas Monitoreo bimensual durante los primeros 6 meses y semestral durante los siguientes 30 meses	Censo y recaptura a través de trampeo	Informe semestral a COREMA II Región durante las 3 temporadas	- Identificar áreas de relocalización - Evaluación de capacidad de carga - Captura, marcaje y relocalización de los ejemplares rescatados - Cuantificar riqueza y abundancia de las poblaciones en las áreas receptoras
FAUNA TERRESTRE	Éxito de medida de mitigación Vertiente 11 Distribución y abundancia de fauna nativa (vicuñas, reptiles, avifauna y anfibios) en estado de conservación	Vertiente 11, Salar de Ascotán,	Índices dentro de los rangos normales establecidos en la Línea de Base	Durante toda la vida útil del proyecto Semestral	Censo y trampeo	Semestral COREMA II Región	Se mantiene actual medida de mitigación
HIDROGEOLOGÍA	Caudales instantáneos de extracción desde el pozo en Quebrada La Perdiz en el caso que se opera el pozo	Pozo CHU-4B	No aplica	Durante toda la vida útil del proyecto Medición instantánea	Medición automática y transmisión telemétrica de datos	Trimestrales 15 días después de finalizado el correspondiente trimestre	No aplica

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
HIDROGEOLOGÍA	Vertientes: - Nivel del agua subterránea - Profundidad de la laguna principal - Variación de la extensión de las lagunas asociadas a cada vertiente - Calidad química del agua - Variación estacional del salar Acuífero profundo: Nivel estático del acuífero confinado mediante 10 pozos multipiezométricos y 7 pozos profundos (ASB). Acuífero intermedio: Nivel mediante 10 pozos multipiezométricos (SAM) Acuífero freático: Nivel (mensual), mediante una malla de 31 pozos SAF y 12 pozos habilitados en toda la extensión del acuífero freático (~50 m).	Vertientes: Vertientes y lagunas en Salar de Ascotán Acuífero profundo, intermedio y freático: Pozos habilitados en Salar de Ascotán.	Se definen los siguientes umbrales para activar las Acciones de Manejo Ambiental, los que deben ser alcanzados en forma simultánea: Umbral 1: cono de depresión del acuífero confinado alcanza el pozo SAM-1 o el pozo SAM-7. Umbral 2: modelo multilineal con perturbaciones heterosedásticas para datos en bloques, y prueba de bondad de ajuste. Estos umbrales serán revisados anualmente en conjunto con la DGA.	Durante toda la vida útil del proyecto.	Vertientes: - Nivel Freático: Pozo de Control - Profundidad Laguna: Limnímetro - Extensión Laguna: Imagen Satelital - Calidad fisicoquímicos: Toma de Muestras Acuífero freático: - Nivel Freático: Pozos Multipiezométricos y Pozos Ac. Freático Acuífero intermedio: - Nivel Acuífero: Pozos Multipiezométricos Acuífero profundo: - Nivel Acuífero: Pozos profundos existentes y Pozos Multipiezométricos. .	Trimestrales 15 días después de finalizado el correspondiente trimestre Autoridad Ambiental	Se implementarán Acciones de Manejo Ambiental, en 2 etapas, la Etapa 1 se activará cuando se alcance el Umbral 1, y la Etapa 2 se activará cuando se alcance conjuntamente el umbral 1 y 2. Se contemplan, en cada etapa, las siguientes acciones, las que serán aplicadas según condiciones definidas por la DGA. Etapa 1: (i) Modificación de la configuración de bombeo en los pozos de extracción. Ésta será definida durante el primer año de operación. (ii) Cubrimiento de las catas borateras abandonadas con material adyacente a cada una de ellas. (iii) Cambio de ubicación de los pozos de bombeo. Esta medida puede incluir el traslado parcial de caudales autorizados. Etapa 2: Variar (disminuir o aumentar) los caudales de extracción, bajo las siguientes condiciones: (i) Disminuir el caudal de extracción en la misma tasa del último incremento. (ii) Si la reducción realizada no recupera ninguno de los dos umbrales, se deberá disminuir el caudal al incremento anterior. (iii) Si el monitoreo muestra una recuperación de sólo uno de los dos umbrales, no se realizará una disminución adicional de la extracción. (iv) Si el monitoreo muestra una recuperación de ambos umbrales, se podrá aumentar el bombeo en la misma tasa de la última variación.

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES Y PARÁMETROS	PUNTO DE MEDICIÓN	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN O UMBRAL DEFINIDO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	METODOLOGÍA	INFORMES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
ARQUEOLOGÍA	Condiciones de protecciones y señalética Estado del sitio arqueológico	Sitios arqueológicos identificados en Línea de Base ubicados en sector Mina	Línea de Base	Durante toda la vida útil del proyecto semestral	Inspección Visual	Semestral HCMN	No aplica

ORD. N° : 0568 /2011.

ANT. : ORD. N°5366/2011 de fecha 01/06/11, recepcionada en igual fecha, presentado por la Dirección Regional de SERNAGEOMIN.

REF. : Resolución Exenta N° 0114/2008 fecha 25/03/08 de la COREMA Región de Antofagasta, que calificó favorablemente el proyecto **"Lixiviación de Sulfuros, Sulfolix"** presentado por Sociedad Contractual Minera El Abra.

MAT. : Envío pronunciamiento sobre proposición de optimización de programa de monitoreo del proyecto de la REF.

Antofagasta, 08 JUN 2011

A : Sr. Joshua Frederick Olmsted
Representante Legal
Sociedad Contractual Minera El Abra

DE : Sr. José Adolfo Moreno Correa
Secretario Comisión de Evaluación Ambiental, Región de Antofagasta.

Mediante el presente, adjunto remito a usted, pronunciamiento de la Dirección Regional de SERNAGEOMIN sobre la proposición de optimización de programa de monitoreo del proyecto de la REF.

Respecto a lo anterior, solicito considerar las observaciones planteadas por dicha Dirección Regional.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL

José Adolfo Moreno Correa
Director Regional SEA
Secretario
Comisión de Evaluación Ambiental
Región de Antofagasta

LRG/SEC/sec
C/c:
- Archivo Expediente Proyecto "Lixiviación de Sulfuros, Sulfolix"
- Archivo Servicio de Evaluación Ambiental, Región de Antofagasta.

REGION DE ANTOFAGASTA

ORD. Nº 5366/2011

ANT: Oficio Nº 0337/2011 Solicitud de Pronunciamiento sobre proposición de optimización de programa de monitoreo del proyecto de la REF.

REF: Resolución Exenta Nº 0114/2008 de fecha 25/03/08 de la COREMA Región de Antofagasta, que calificó favorablemente el Proyecto **"Lixiviación de Sulfuros Sulfolix"**, presentado por **Sociedad Contractual Minera El Abra.**

MAT: Lo que indica

Antofagasta, 01 de Junio de 2011

7 JUN 2011

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL
REGION DE ANTOFAGASTA
OF DE PARTES
INGRESO Nº 1517 FECHA
DERIVADO SC HORA
OBSERVACIONES

DE: Señor José Domingo Gómez
Director Regional Sernageomin
Dirección Regional SERNAGEOMIN, Región de Antofagasta

A: Señor José Adolfo Moreno Correa
Director
Servicio Evaluación Ambiental, II Región de Antofagasta

En atención a lo solicitado en el Ord. del Ant., el pronunciamiento en relación a propuesta de optimización de programa de monitoreo del Proyecto **"Lixiviación de Sulfuros, SulfoOx"**, es el siguiente:

1. El Titular debe entregar un Plan de muestreo, que garantice la calidad de los resultados, explicitando respecto de los Pozos de monitoreo, del Sector Planta indicados en la Tabla 1 y Sector Mina Tabla 2, se solicita lo siguiente:

   - Indicar los procedimientos para asegurar la estabilidad, conservación y tratamiento previo de las muestras.
   - Indicar las precauciones o los tratamientos para determinar las trazas de los componentes metálicos, disueltos.
   - En los informes de los monitoreos de calidad de aguas, aunque haya un nivel de alerta lo importante es contar con las tendencias de la evolución de cada parámetro.

2. Respecto de lo indicado en 3.1.6 Monitoreo adicional, perfiles de tomografía, se acepta la proposición de ejecutar en forma anual, de 3 líneas geofísicas de tomografía, el Titular deberá entregar una copia de este monitoreo a este Servicio.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

José Domingo Gómez
Director Regional Sernageomin (S)
Dirección Regional SERNAGEOMIN, Región de Antofagasta

AAL
C/c:
- D. I. G. A. Región de Antofagasta
- Carpeta Proyecto
- Archivo

ORD. N° : 0750 /2011.

ANT. : ORD. N° 597 de fecha 12/07/11, recepcionada el 13/07/11, presentado por la Dirección Regional de la Dirección General de Aguas, Región de Antofagasta.

REF. : Resolución Exenta N° 0114/2008 fecha 25/03/08 de la COREMA Región de Antofagasta, que calificó favorablemente el proyecto **"Lixiviación de Sulfuros, Sulfolix"** presentado por Sociedad Contractual Minera El Abra.

MAT. : Observaciones a la proposición de optimización de programa de monitoreo del proyecto de la REF.

Antofagasta, 15 JUL 2011

A : Sr. Boris Medina Kirsten
Gerente Medio Ambiente
Sociedad Contractual Minera El Abra

DE : Sr. José Adolfo Moreno Correa
Secretario Comisión de Evaluación, Región de Antofagasta.

Mediante el presente, adjunto remito a Ud., observaciones a la propuesta de optimización del programa de monitoreo del proyecto de la REF. realizadas por la Dirección General de Aguas Región de Antofagasta

Respecto a lo anterior, solicito considerar las observaciones planteadas por dicha Dirección Regional en la propuesta definitiva.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN REGIONAL
REGIÓN DE ANTOFAGASTA

José Adolfo Moreno Correa
Director Regional SEA
Secretario Comisión de Evaluación
Región de Antofagasta

UPG/SEC/asc
C/c
- Archivo Expediente Proyecto "Lixiviación de Sulfuros, Sulfolix"
- Archivo Servicio de Evaluación Ambiental, Región de Antofagasta.

REGION DE ANTOFAGASTA

13 JUL 2011

Ord.: Nº 597 /

Ant.: Ord. Nº 337/2011 de fecha 28 de abril de 2011.

Mat.: Proposición de optimización de programa de monitoreo del proyecto "Lixiviación de Súlfuros, Sulfolix".

Antofagasta, 12 JUL. 2011

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL
REGION DE ANTOFAGASTA
OF DE PARTES
INGRESO Nº 1963 FECHA
DERIVADO SC HORA
OBSERVACIONES

DE: DIRECTORA REGIONAL (S)
DIRECCION GENERAL DE AGUAS REGION DE ANTOFAGASTA

A : SR. SECRETARIO COMISION DE EVALUACION AMBIENTAL
REGION DE ANTOFAGASTA

De acuerdo a lo solicitado, y revisado el documento "INFORME TECNICO – OPTIMIZACION PLAN DE MONITOREO DEL PROYECTO SULFOLIX, SECTORES PLANTA, MINA Y ASCOTAN" preparado por SCM El Abra, de fecha abril 2011, este Servicio, en el ámbito de su exclusiva competencia, viene en indicar a usted, lo siguiente:

En lo general

Se solicita presentar (adjuntando además archivos magnéticos) figuras de mejor resolución, chequeando la incorporación de todos los puntos de monitoreo contenidos en la RCA (y de otros que se aludan en la proposición); presentar una tabla (o tablas) con la información definitiva de los pozos de monitoreo (coordenadas, profundidad, estratigrafía, cota, cota nivel de agua); para cada análisis, acompañar la información histórica (tabla, gráfico y archivo excell) de las variables asociadas a los puntos de monitoreo, que puedan avalar lo planteado.

En lo particular

Monitoreo sector Planta:

Se solicita complementar el plano de planta, que incluye los pozos y la superficie isofreática existente, con cortes transversales al flujo, asociado a la información existente de los sondajes.

Se solicita aclarar el término "intervenidos" asociado a los pozos XW-13, XW-27 y PW-11; y aclarar porqué los pozos someros SMW-2 y SMW-3 contemplados en la RCA quedan dentro del "footprint".

No se fundamenta la modificación del período propuesta para el monitoreo sobre las vertientes.

Monitoreo sector Mina:

Para cada análisis, acompañar la figura asociada, incorporando los puntos de monitoreo RCA y propuestos.

Se solicita indicar porqué serán reemplazados los pozos EA03-78, EA03-81, 99-001, 99-002 y DDO-142, por lo pozos PMR-1 y PMR-2, e indicar como se garantiza su equivalencia y como se asegura la continuidad del monitoreo.

Se solicita entregar mayor información respecto de los "sumideros" y "afloramientos" que reemplazarían a los pozos propuestos dentro del rajo.

No se entregan fundamentos para disminuir las variables a monitorear

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
MOP - II REGION - ANTOFAGASTA
OFICINA DE PARTES
PROCESO Nº 0824361

Monitoreo sector Ascotán:

Se solicita aclarar la modificación propuesta, ya que en punto 3.3 se indica que sólo se propone modificar dos compromisos, lo cual se contrapone con los puntos siguientes.

Se solicita especificar la metodología a emplear con las imágenes satelitales para la medición de la extensión de las lagunas.

Se debe completar punto 3.3.3.

Saluda Atentamente a Ud.,

Jeanette Munita Leyton
Directora Regional (S)
Dirección General de Aguas
MOP – Región de Antofagasta

JML/ABS/abs
DISTRIBUCIÓN
- Sr. Secretario Comisión de Evaluación Ambiental Región de Antofagasta
- Archivo Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente DGA Región de Antofagasta
- Archivo correlativo.

21 de Mayo Nº 470 – 7º piso, Antofagasta
Teléfonos (55) 422266 FAX (55) 422275
DtRS dgaantofagasta@mop.gov.cl

Operada por
Freeport-McMoRan
Copper & Gold

Sociedad Contractual Minera
El Abra
[illegible]
Las Condes, Santiago - Chile
+56 [illegible] Telefono
+56 [illegible] Fax

Planta: Camino [illegible]
San José de El Abra S/N, Calama, Chile
+56 [illegible] Telefono
+56 [illegible] Fax

San José de El Abra, 20 de Enero de 2012

GMA N° 0018/2012

SEÑOR
JOSE ADOLGO MORENO CORREA
DIRECTOR REGIONAL DEL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
REGIÓN DE ANTOFAGASTA
PRESENTE

REF.: Respuestas Ord.: N° 598/2011 DGA / Ord.: N° 4695/2011 SERNAGEOMIN "Propuesta Niveles de Alerta ROM II" y Respuestas Ord.: N° 597/2011 DGA /Ord.: N° 5366/2011 SERNAGEOMIN "Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix"

De mi consideración:

En atención a lo solicitado en los Ordinarios de referencia en relación a la Propuesta Niveles de Alerta ROM II y Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix, adjunto sírvase encontrar informes con los antecedentes solicitados por la Dirección General de Aguas y SERNAGEOMIN.

Además, se adjunta respaldo en CD de toda la información entregada

Saluda atentamente a usted,

Boris Medina Kirsten
Gerente de Medio Ambiente
SCM El Abra

c.c. DGA, Región de Antofagasta (2 Ejemplares)
SERNAGEOMIN, Región de Antofagasta, (2 Ejemplares)
Gerencia de Medio Ambiente SCM El Abra

Operada por
Freeport-McMoRan
Copper & Gold

Sociedad Contractual Minera
El Abra
Casa Matriz. Av. Apoquindo 4499. Piso 4
Las Condes. Santiago - Chile
+56 (02) 873 1200 Teléfono
+56 (02) 873 1290 Fax

Planta: Camino Conchi Viejo, Km. 75 S/N
San José de El Abra S/N, Casilla 79, Calama, Chile
+56 (55) 818 300 Teléfono
+56 (55) 818 700 Fax

San José de El Abra, 20 de Enero de 2012

GMA N° 0018/2012

SEÑOR
JOSE ADOLGO MORENO CORREA
DIRECTOR REGIONAL DEL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
REGIÓN DE ANTOFAGASTA
PRESENTE

REF.: Respuestas Ord.: N° 598/2011 DGA / Ord.: N° 4695/2011 SERNAGEOMIN "Propuesta Niveles de Alerta ROM II" y Respuestas Ord.: N° 597/2011 DGA /Ord.: N° 5366/2011 SERNAGEOMIN "Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix"

De mi consideración:

En atención a lo solicitado en los Ordinarios de referencia en relación a la Propuesta Niveles de Alerta ROM II y Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix, adjunto sírvase encontrar informes con los antecedentes solicitados por la Dirección General de Aguas y SERNAGEOMIN.

Además, se adjunta respaldo en CD de toda la información entregada

Saluda atentamente a usted,

Boris Medina Kirsten
Gerente de Medio Ambiente
SCM El Abra

C.c.: DGA. Región de Antofagasta (2 Ejemplares)
SERNAGEOMIN. Región de Antofagasta. (2 Ejemplares)
Gerencia de Medio Ambiente SCM El Abra.

Operada por
FREEPORT-McMORAN
COPPER & GOLD

Sociedad Contractual Minera
El Abra
Casa Matriz: Av. Apoquindo 4499, Piso 4
Las Condes, Santiago - Chile
+56 (02) 873 1200 Teléfono
+56 (02) 873 1290 Fax

Planta: Camino Conchi Viejo, Km. 75 S/N
San José de El Abra S/N, Casilla 79, Calama, Chile
+56 (55) 818 300 Teléfono
+56 (55) 818 700 Fax

SERNAGEOMIN II REGION
INGRESO
23 ENE 2012
FOLIO 56 Nº ORDEN 1675

San José de El Abra, 20 de Enero de 2012

GMA Nº 0018/2012

SEÑOR
JOSE ADOLGO MORENO CORREA
DIRECTOR REGIONAL DEL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
REGIÓN DE ANTOFAGASTA
PRESENTE

REF.: Respuestas Ord.: N° 598/2011 DGA / Ord.: N° 4695/2011 SERNAGEOMIN "Propuesta Niveles de Alerta ROM II" y Respuestas Ord.: N° 597/2011 DGA /Ord.: N° 5366/2011 SERNAGEOMIN "Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix"

De mi consideración:

En atención a lo solicitado en los Ordinarios de referencia en relación a la Propuesta Niveles de Alerta ROM II y Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix, adjunto sírvase encontrar informes con los antecedentes solicitados por la Dirección General de Aguas y SERNAGEOMIN.

Además, se adjunta respaldo en CD de toda la información entregada

Saluda atentamente a usted,

Boris Medina Kirsten
Gerente de Medio Ambiente
SCM El Abra

C.c. DGA. Región de Antofagasta. (2 Ejemplares)
SERNAGEOMIN. Región de Antofagasta. (2 Ejemplares)
Gerencia de Medio Ambiente SCM El Abra.

Operada por
FREEPORT-McMoRAN COPPER & GOLD

San José de El Abra, 20 de Enero de 2012

GMA N° 0018/2012

SEÑOR
JOSE ADOLGO MORENO CORREA
DIRECTOR REGIONAL DEL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
REGIÓN DE ANTOFAGASTA
PRESENTE

REF.: Respuestas Ord.: N° 598/2011 DGA / Ord.: N° 4695/2011 SERNAGEOMIN "Propuesta Niveles de Alerta ROM II" y Respuestas Ord.: N° 597/2011 DGA /Ord.: N° 5366/2011 SERNAGEOMIN "Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix"

De mi consideración:

En atención a lo solicitado en los Ordinarios de referencia en relación a la Propuesta Niveles de Alerta ROM II y Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix, adjunto sírvase encontrar informes con los antecedentes solicitados por la Dirección General de Aguas y SERNAGEOMIN.

Además, se adjunta respaldo en CD de toda la información entregada

Saluda atentamente a usted,

Boris Medina Kirsten
Gerente de Medio Ambiente
SCM El Abra

C.c.: DGA. Región de Antofagasta. (2 Ejemplares)
SERNAGEOMIN. Región de Antofagasta. (2 Ejemplares)
Gerencia de Medio Ambiente SCM El Abra.

Operada por
Freeport-McMoRan Copper & Gold

Sociedad Contractual Minera
El Abra
Casa Matriz: Av. Apoquindo 4499, Piso 4
Las Condes, Santiago - Chile.
+56 (02) 873 1200 Teléfono
+56 (02) 873 1290 Fax

Planta: Camino Conchi Viejo, Km. 75 S/N
San José de El Abra S/N, Casilla 79, Calama, Chile
+56 (55) 818 300 Teléfono
+56 (55) 818 700 Fax

San José de El Abra, 20 de Enero de 2012

GMA N° 0018/2012

SEÑOR
JOSE ADOLGO MORENO CORREA
DIRECTOR REGIONAL DEL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
REGIÓN DE ANTOFAGASTA
PRESENTE

REF.: Respuestas Ord.: N° 598/2011 DGA / Ord.: N° 4695/2011 SERNAGEOMIN "Propuesta Niveles de Alerta ROM II" y Respuestas Ord.: N° 597/2011 DGA /Ord.: N° 5366/2011 SERNAGEOMIN "Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix"

De mi consideración:

En atención a lo solicitado en los Ordinarios de referencia en relación a la Propuesta Niveles de Alerta ROM II y Optimización Monitoreo de Agua Sulfolix, adjunto sírvase encontrar informes con los antecedentes solicitados por la Dirección General de Aguas y SERNAGEOMIN.

Además, se adjunta respaldo en CD de toda la información entregada

Saluda atentamente a usted,

Boris Medina Kirsten
Gerente de Medio Ambiente
SCM El Abra

C.c DGA. Región de Antofagasta. (2 Ejemplares)
SERNAGEOMIN. Región de Antofagasta. (2 Ejemplares)
Gerencia de Medio Ambiente SCM El Abra.

Operada por
FREEPORT-MCMORAN COPPER & GOLD

"OPTIMIZACION MONITOREO DE AGUA SULFOLIX"

RESPUESTAS A ORDINARIO N°597/2011

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

Diciembre 2011

"OPTIMIZACION MONITOREO DE AGUA SULFOLIX"
RESPUESTAS A ORDINARIO N°597/2011

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

I. En lo General

1. Se solicita presentar (adjuntando además archivos magnéticos) figuras de mejor resolución, chequeando la incorporación de todos los puntos de monitoreo contenidos en la RCA (y de otros que se aludan en la proposición);

Respuesta:

En el Anexo 1 se adjuntan las figuras del sector Planta, Mina y Ascotán. En cada una de éstas se puede observar el emplazamiento de los pozos aprobados en el marco de la RCA N°114/2008 y los pozos propuestos para optimizar el monitoreo de aguas, de acuerdo a:

Verdes: Pozos aprobados en la RCA N°114/2008
Rojos: Pozos propuestos en optimización
Negro: Pozos coincidentes que corresponden a pozos aprobados que se consideran en la optimización

Las Figuras corresponden a:

- Figura 1, corresponde a los pozos asociados al sector Planta.
- Figura 2, corresponde a las vertientes asociadas a los sectores Planta y Mina.
- Figura 3, corresponde a los pozos asociados al sector Mina.
- Figura 4, corresponde a los pozos asociados al sector Ascotán.

Se incluye además, otras figuras, con mejor resolución, presentadas en el documento original (ver Anexo 2).

2. Presentar una tabla (o tablas) con la información definitiva de los pozos de monitoreo (coordenadas, profundidad, estratigrafía, cota, cota nivel de agua);

Respuesta:

En el Anexo 3 se adjuntan la información solicitada. Se incluye la información de todos los pozos considerados en la optimización presentada por SCM El Abra.

3. Para cada análisis, acompañar la información histórica (tabla, gráfico y archivo Excel) de las variables asociadas a los puntos de monitoreo, que puedan avalar lo planteado.

Respuesta:

En Anexo 3 (Apéndices A, B, C y D), Anexo 4, Anexo 5 y Anexo 6 se adjunta la información solicitada. El contenido de cada Anexo se detalla a continuación:

- En Anexo 3, se adjunta la información definitiva de los pozos de monitoreo para los 3 sectores (coordenadas, profundidad, estratigrafía, cota, cota nivel de agua).

- En Anexo 4, se adjunta estudio de tomografía (realizada en julio de 2010) del sector Planta que permitió corroborar que actualmente no existe evidencia de un acuífero somero en el sector de la pila y, en consecuencia, se requiere una redefinición del plan de monitoreo para cumplir con el objetivo de detectar posibles infiltraciones de PLS al sistema de agua subterránea profunda que se encuentra en la roca.

- En Anexo 5, se adjunta plano de planta, que incluye los pozos y la superficie isofreática existente, con cortes transversales al flujo, asociado a la información existente de los sondajes.

- En Anexo 6, se adjunta memorándum técnico que respalda las modificaciones en el sector de la Mina.

En relación al sector de Ascotán, se presentan algunas modificaciones asociadas a pozos, aumento en las frecuencias de monitoreo y metodología de las imágenes satelitales. Más detalles en respuesta a consulta N°12 de este documento.

II. En lo Particular

Monitoreo Sector Planta:

4. Se solicita complementar el plano de planta, que incluye los pozos y la superficie isofreática existente, con cortes transversales al flujo, asociado a la información existente de los sondajes.

Respuesta:

En el Anexo 5 se adjunta la información solicitada.

5. Se solicita aclarar el término "intervenidos" asociado a los pozos XW-13, XW-27 y PW-1;

Respuesta:

Los pozos de monitoreo XW-13, XW-27 y PW-11 fueron construidos, entre los años 2004-2005, para caracterizar la línea de base del sector. Durante el año 2010 se realizaron prospecciones en terreno para localizar estos pozos y no fue posible ubicarlos. A esta situación se le otorgó el término "intervenido", presumiendo que fueron cubiertos.

6. Y aclarar por qué los pozos someros SMW-2 y SMW-3 contemplados en la RCA quedan dentro del "footprint".

Respuesta:

Los pozos SMW-2 y SMW-3 fueron construidos y habilitados para el levantamiento de información de la línea de base del proyecto "Lixiviación de Sulfuros, Sulfolix". A medida que avanzó el proyecto desde la etapa de factibilidad a ingeniería de detalle y construcción se identificó que estos (2) pozos, que fueron considerados como parte del monitoreo de aguas de Sulfolix, quedaron ubicados debajo del área de emplazamiento de la Fase 1 de la Pila Permanente. Actualmente la Pila se encuentra operando y estos pozos fueron debidamente sellados previo a la etapa de construcción de la mencionada Pila. Por este motivo no existe posibilidad de utilizar dichos pozos y es necesaria su eliminación del monitoreo.

En el Anexo 7 se adjunta un Memorándum que certifica que estos pozos fueron debidamente sellados.

7. No se fundamenta la modificación del período propuesto para el monitoreo sobre las vertientes

Respuesta:

El período de monitoreo sobre las vertientes está afecto a dos (2) modificaciones, que corresponde al cambio de frecuencia en la medición de la calidad química y parámetros in-situ.
En el monitoreo aprobado por la RCA N°114/2008 la calidad química y los parámetros in-situ serian medidos en forma semanal y en la optimización se propone una medición trimestral de la calidad química y mensual para el caso de aquellos in-situ, cambio sustentado en los siguientes factores:

- Las vertientes se encuentran lejanas de focos de posibles infiltraciones.
- La velocidad de una posible infiltración es lenta y por ello, de suceder una infiltración, no se verificaría de un mes para otro.
- La información proporcionada por el monitoreo mensual de niveles y parámetros in-situ, y trimestral de calidad química, entregará información que permitirá identificar posibles infiltraciones.

Monitoreo Sector Mina

8. Para cada análisis, acompañar la figura asociada, incorporando los puntos de monitoreo RCA y propuestos.

Respuesta:

En Anexo 1, se encuentran adjuntas las Figuras 2 y 3 donde se pueden visualizar los puntos de monitoreo definidos en la RCA y aquellos propuestos en la optimización en evaluación.

En Anexo 6, se adjunta memorándum técnico que respalda las modificaciones en el sector de la Mina.

9. Se solicita indicar porqué serán reemplazados los pozos EA03-78, EA03-81, 99-001, 99-002 y DDO-142 por los pozos PMR-1 y PMR-2, e indicar como se garantiza su equivalente y como se asegura la continuidad del monitoreo.

Respuesta:

En el caso de los pozos EAR03-78 y EAR03-81, éstos están ubicados dentro del límite norte del rajo. Dado las expansiones y crecimiento del rajo en este sector por el proyecto Sulfolix ambos pozos serán destruidos en el corto plazo. Por lo tanto, es necesario reemplazar esos pozos por los pozos de monitoreo PMR-1 y PMR-2 que están ubicados fuera del límite del rajo final del proyecto Sulfolix, permitiendo cumplir con el monitoreo de agua subterránea en este sector.

En el caso de los puntos de monitoreo ubicados adentro del rajo (99-001, 99-002 y DDO-142) en vista del dinamismo de los desarrollos mineros, no es factible establecer puntos de monitoreo cuya vida útil se extienda en el tiempo, por lo que en la propuesta de optimización se compromete el monitoreo de los pozos que estén en funcionamiento en el fondo del rajo durante el periodo de monitoreo.

En el caso de los puntos de monitoreo 99-001, 99-002 y DDO-142, fueron destruidos por el crecimiento del rajo. Los puntos de monitoreo 99-001 y 99-002 corresponden a drenes horizontales perforados en 1999 e implementados para bajar la presión de poros del talud. En estos drenes se midieron los flujos y la caracterización química del agua, pues no era posible medir niveles de agua.

No obstante para reemplazar los puntos 99-001, 99-002 y DDO-142, se propone el monitoreo de agua en términos de la caracterización química y niveles de acuerdo a la disponibilidad y existencia de los siguientes puntos que se encuentren habilitados al interior del rajo de la mina:

1. Un sumidero o afloramiento en el fondo de la mina (sólo caracterización de agua).

2. Un pozo habilitado dentro de la mina (caracterización de agua y nivel).

3. Un dren horizontal habilitado dentro de la mina (sólo caracterización de agua).

Estos puntos de muestreo satisfacen los objetivos de detectar posibles infiltraciones provenientes del ROM I y el monitoreo dentro del Rajo.

10. Se solicita entregar mayor información respecto de los "sumideros" y "afloramientos" que remplazarían a los pozos propuestos dentro del rajo.

Respuesta:

Los sumideros corresponde a piscinas o pozas de agua donde se almacena el agua subterránea drenada de los pozos de bombeo y/o drenes horizontales. En el rajo existen dos (2) sumideros principales:

1. Una piscina con una carpeta de HDPE en el sector del talud NE, banco 3835. La piscina recibe agua drenada de los pozos de bombeo en el sector y el flujo desde los drenes horizontales instalados en el talud NE. El agua se ocupa para la mitigación del polvo en el sector mina mediante el riego de los caminos con los camiones aljibes.

2. Una poza de agua en el fondo de la mina (cota 3.715 msnm) que presenta acumulación de agua subterránea que drena hacia el fondo del rajo por la zona superficial de material tronado.

Los afloramientos son infiltraciones naturales de agua subterránea que aparecen en varios sectores de las paredes de los taludes o el piso de los bancos. Estos afloramientos son controlados por estructuras principales de la roca y pueden permanecer en el tiempo, secarse o desaparecer por el avance del rajo.

11. No se entregan fundamentos para disminuir las variables a monitorear.

Respuesta:

El objetivo principal del monitoreo de la calidad química de las aguas es identificar potenciales infiltraciones desde el ROM I hacia el rajo. Además, históricamente en el rajo minero de SCM El Abra no se han identificado condiciones de drenaje ácido. Considerando estas dos (2) razones es que los parámetros propuestos a monitorear son consistentes y adecuados para la identificación temprana de cualquiera de estos potenciales efectos.

Los parámetros fisicoquímicos característicos para el drenaje ácido y soluciones de PLS están representados por:

- valores de pH ácido (2 a 5).
- alcalinidad decreciente y acidez creciente
- concentraciones elevadas de sulfato
- concentraciones elevadas de metales (disueltos o totales)
- concentraciones elevadas de sólidos disueltos totales

Por lo que la preocupación fundamental del monitoreo sería los niveles elevados de acidez, sulfato, niveles de hierro y cobre y la eventual lixiviación de otros metales asociados con el mineral sulfuroso.

En este escenario, se estima que no es necesario medir todos los parámentos considerados en la RCA Nº114/2008.

Monitoreo sector Ascotán

12. Se solicita aclarar la modificación propuesta, ya que en punto 3.3 se indica que sólo se propone modificar dos compromisos, lo cual se contrapone con los puntos siguientes.

Respuesta:

El Titular ha revisado en detalle el monitoreo del sector de Ascotán y efectivamente se requiere efectuar más modificaciones a las indicadas en el punto 3.3 del informe de optimización del monitoreo de aguas de Sulfolix, a saber:

a) Eliminación del pozo CHU4B mientras no se realice extracción de agua en el sector de quebrada la Perdiz.
b) El compromiso asociado a la medición de la extensión de las lagunas del Salar de Ascotán se realizará mediante imágenes satelitales ya que corresponde a una metodología de mayor precisión que el uso de fotografías de terreno, tal como estaba originalmente comprometido.
c) Se debe considerar una modificación relacionada con la frecuencia de medición de algunos pozos. Ésta apunta a mediciones más intensivas en el tiempo. Ver detalle en la siguiente tabla:

Pozo	RCA Nº114	Propuesta
Pozos serie SAF (1 a 6, 8, 10 a 19, 21 a 26, 28 a 31)	Mensual	Semanal
Pozos serie SAF (7, 27)	Continuo	Continuo-Semanal
Pozos serie SAF (9, 20)	Mensual	Continuo-Semanal
Pozos serie SAM (2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 8C, 9C)	Mensual	Continuo
Pozos serie SAM (1A a 8A, 10A)	Continuo-Mensual (*)	Continuo
Pozos serie SAM (1B a 10B)	Continuo-Mensual (*)	Continuo

(*) detalles en punto 2.3.2 letra a) del informe de Optimización del Monitoreo de Aguas

Cabe hacer presente, que involuntariamente no se consideraron los pozos de monitoreo asociados al acuífero freático, denominados SA (10 pozos en total) en la propuesta.

- Vertientes: Los pozos (sa-1-2, sa-2-1, sa-5-1, sa-7-1, V-8, sa-9-1, v-10, SA-11-3, v-12, SAF-20, sa-3-1, sa-4-1) de 12 Vertientes, y lagunas en Salar de Ascotán (1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, VO, 3 y 4), respectivamente.
- Acuífero intermedio: 10 pozos SAM (1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, 9B, 10B).
- Acuífero profundo: 17 pozos en Salar de Ascotán: 10 multipiezométricos propuestos de la serie SAM (1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 10A), 6 pozos profundos de la serie ASB (2, 3, 5, 6, 8, 10) y el pozo CHU46B (que corresponde al ASB-1).
- Acuífero freático: 54 pozos habilitados en Salar de Ascotán: 31 pozos someros de la serie SA-F (1 a 31), 13 pozos habilitados en toda la extensión de acuífero freático de las series CMW (3 y 6), ASE (3), SAM (1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 7C, 8C, 9C) y ASB 11, y **10 pozos SA (1-1, 1-2, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1, 6-2, 7-1, 9-1 y 11-8)**.

En este contexto es necesario introducir una nueva modificación:

d) Al revisar en detalle la causa de este error involuntario se evidencia la necesidad de implementar algunas modificaciones menores a la red de pozos de monitoreo en este sector. El Titular propone la eliminación y/o modificación de cuatro (4) pozos de monitoreo (SA-11-3, SA-1-1, SA-6-2, SA-11-8). El detalle a continuación.

- Pozo SA-11-3: este pozo busca monitorear la V11. Se propone reemplazarlo por el pozo CMW-3 que se encuentra a menor distancia de la V11. Este pozo permite medir nivel y calidad química.

- Pozo SA-1-1: este sector se monitorea de forma óptima con el pozo SA-1-2, que se encuentra próximo a este sector.

- Pozo SA-6-2: se propone eliminar este pozo ya que se encuentra muy alejado de la zona de influencia de bombeo.

- Pozo SA-11-8: reemplazar por los pozos de monitoreo SAM-4C ubicado hacia el norte y SAM-5C ubicado hacia el sur del pozo.

De esta manera, la red de pozos de monitoreo para el Salar de Ascotán quedaría estructurada de la siguiente manera:

- Vertientes: Los pozos (sa-1-2, sa-2-1, sa-5-1, sa-7-1, V-8, sa-9-1, v-10, CMW-3, v-12, SAF-20, sa-3-1, sa-4-1) de 12 Vertientes, y las lagunas en Salar de Ascotán (1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, VO, 3 y 4), respectivamente.
- Acuífero intermedio: 10 pozos SAM (1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, 9B, 10B).

- Acuífero profundo: 17 pozos en Salar de Ascotán: 10 multipiezométricos propuestos de la serie SAM (1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 10A), 6 pozos profundos de la serie ASB (2, 3, 5, 6, 8, 10) y el pozo CHU46B (que corresponde al ASB-1).
- Acuífero freático: 51 pozos habilitados en Salar de Ascotán: 31 pozos someros de la serie SA-F (1 a 31), 13 pozos habilitados en toda la extensión de acuífero freático de las series CMW (3 y 6), ASE (3), SAM (1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 7C, 8C, 9C) y ASB 11, y 7 pozos SA (1-2, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1, 7-1, 9-1).

Un tema relevante de recordar y aclarar con la autoridad es la definición conceptual de los tipos de acuíferos que se definieron en el EIA del proyecto Sulfolix (confinado y freático) y aquellos que se presentan en la propuesta de optimización (intermedio, profundo y freático). Esta modificación en la definición conceptual fue desarrollada en el marco del Modelo Hidrogeológico que fue discutido entre SCM El Abra y DGA en un trabajo en conjunto desarrollado durante los años 2009-2010. A continuación se desarrolla la explicación a este cambio de la situación de acuífero.

Clasificación del acuífero de Ascotán

Anteriormente el acuífero de Ascotán fue clasificado como un acuífero no confinado de poca profundidad y un acuífero confinado de mayor profundidad.

En 2008 como parte de las exigencias del Plan de Manejo Ambiental del campo de pozos de Salar de Ascotán se instaló una red de pozos de monitoreo para realizar mediciones continuas de los niveles de agua.

Durante la campaña de perforación desarrollada entre abril y agosto de 2008 se construyeron 24 pozos de la serie 'SAM' consistentes en 2 piezómetros y un pozo somero por plataforma (total 8 plataformas) con una profundidad máxima de 250 m.

Las Figuras 1 y 2 de Apéndice D (adjunto en el Anexo 3) muestran dos (2) ejemplos de pozos de monitoreo, el SAM-1 y SAM-3. En cada punto se han instalado los siguientes tres (3) piezómetros / pozos de monitoreo separados como se muestra en la Tabla 1. Los piezómetros instalados en el acuífero intermedio y profundo fueron instalados con sellos para aislar la parte del acuífero para monitorear, los diseños se muestra en el Apéndice D.

Tabla 1
Detalle de los piezómetros y pozos de monitoreo SAM-1 y SAM-3

Nombre del pozo	Profundo perforado (m)	Profundo habilitado (m)	Tipo de habilitación	Clasificación del acuífero
SAM 1A	250	250	Piezómetro	Acuífero profundo
SAM 1B	120	120	Piezómetro	Acuífero intermedio
SAM 1C	30	30	Pozo abierto	Acuífero somero
SAM 3A	252	252	Piezómetro	Acuífero profundo
SAM 3B	140	140	Piezómetro	Acuífero intermedio
SAM 3C	28.5	28.5	Pozo abierto	Acuífero somero

Como se observa en las Figuras 1 y 2 (ver Apéndice D) el comportamiento de los niveles de agua en los pozos de monitoreo muestran que en el área del campo de pozos, el acuífero se comporta como una sola unidad, con tasas de descenso en los pozos de monitoreo someros que son muy similares a la tasa para los pozos de monitoreo más profundos. Además los niveles muestran una diferencia muy pequeña entre la parte somera y la parte profunda del acuífero. Por lo tanto dado la evidente conexión entre las unidades el acuífero de Ascotán fue re-clasificada como acuífero somero, intermedio y profundo y no hay evidencia de un acuífero confinado en el sector.

13. Se solicita especificar la metodología a emplear con las imágenes satelitales para la medición de la extensión de las lagunas.

Respuesta:

Para determinar la cobertura del cuerpo de agua y vegetación se contemplarán las siguientes etapas:

a) Corrección geométrica y georreferencia.

b) Corrección atmosférica de acuerdo al método de Chávez (1996)

c) Cálculo de radiancia y reflectancia, según los algoritmos de Chávez (1996).

d) Análisis espectral de la vegetación, a través de la implementación de índices de vegetación tales como el *Modified Soil Adjusted Vegetation Index* (MSAVI) desarrollado por Qi et al., (1994) u otro apropiado para zonas áridas.

e) Análisis espectral de la extensión areal del agua superficial, utilizando índices para la detección de cuerpos de agua superficiales tales como el *Normalized Difference Water Index* (NDWI) desarrollado por McFeeters (1996).

Los datos de cobertura generados en los numerales d y e, serán cartografiados para cada una de las vertientes y su información será analizada y presentada a través de un informe.

14. Se debe completar punto 3.3.3.

Respuesta:

En relación al punto 3.3.3 se debe aclarar que el informe incluirá toda la información que contiene el punto 3.3.2, es decir, todos los resultados asociados al monitoreo hidrogeológico del Salar de Ascotán.

En el Resuelvo 10 de la RCA N° 0114/08, se indica que "*...El titular deberá remitir los informes de monitoreo y seguimiento en forma directa a los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental en la materia, dentro de los 15 días hábiles siguientes de concluido el mes respectivo o de realizada la actividad, con copia a la Secretaria de la Comisión Regional del Medio Ambiente, Región de Antofagasta, adjuntando copia de los informes en archivo electrónico o digital o magnético...*"

En este sentido, SCM El Abra propone la entrega de informes Trimestrales a la autoridad para de esta manera abarcar un periodo de mediciones que permitirían realizar análisis más robustos. Se propone la entrega de informes trimestrales no solo para el monitoreo del sector Ascotán, sino que también para los monitoreos de Planta y Mina.

Operada por
FREEPORT-MCMORAN COPPER & GOLD

"OPTIMIZACION MONITOREO DE AGUA SULFOLIX"

RESPUESTAS A ORDINARIO Nº5366/2011

SERNAGEOMIN

Diciembre 2011

"OPTIMIZACION MONITOREO DE AGUA SULFOLIX"

RESPUESTAS A ORDINARIO Nº5366/2011

SERNAGEOMIN

1. El Titular debe entregar un Plan de muestreo, que garantice la calidad de los resultados, explicitando respecto de los Pozos de monitoreo, del Sector Planta indicados en la Tabla 1 y Sector Mina Tabla 2, se solicita lo siguiente:

   - Indicar los procedimientos para asegurar la estabilidad, conservación y tratamiento previo de las muestras.
   - Indicar las precauciones o los tratamientos para determinar las trazas de los componentes metálicos disueltos.

Respuesta:

En Anexo 1, se adjuntan los procedimientos de preservación de muestras y de muestreo de pozos.

2. En los informes de los monitoreos de calidad de aguas, aunque haya un nivel de alerta lo importante es contar con las tendencias de la evolución de cada parámetro.

Respuesta:

El Titular debe aclarar que en este informe de optimización del monitoreo de aguas de Sulfolix no está considerado la determinación o definición de niveles de alerta.

3. Respecto de lo indicado en 3.1.6 Monitoreo adicional, perfiles de tomografía, se acepta la proposición de ejecutar en forma anual, de 3 líneas geofísicas de tomografía, el Titular deberá entregar una copia de este monitoreo a este Servicio.

Respuesta:

El Titular se compromete a entregar una copia de este monitoreo al Servicio.

ANEXO 1

PROCEDIMIENTOS DE PRESERVACIÓN DE MUESTRAS Y DE MUESTREO DE POZOS

1.0 OBJETIVO

Este instructivo establece los pasos a seguir para realizar la toma de muestra de agua subterránea y la determinación de parámetros físicos-químicos en terreno.

2.0 ALCANCE

Este instructivo se aplica a la toma de muestra de agua subterránea, efectuada por inspectores de terreno del Área de Operaciones de SGS Chile Ltda., con el fin de cumplir los requisitos de calidad, establecidos en la norma chilena NCh 411/11 Calidad del agua - Muestreo – Parte 11 – Guía para el muestreo de aguas subterráneas.

3.0 DEFINICIONES

3.1 **Acuífero:** formación que contiene agua (lecho o estrato), constituida por rocas permeables, arena o grava, capaz de ceder cantidades significativas de agua.

3.2 **Agua subterránea:** agua contenida en una formación subterránea y que generalmente puede ser extraída desde o a través de dicha formación.

3.3 **Calicata:** son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora.

3.4 **Nivel freático:** nivel superior de un acuífero.

3.5 **Pozo o perforación**: cavidad practicada en el suelo para extraer agua o para efectuar observaciones. Los pozos tienen generalmente un diámetro mayor que las perforaciones y se hacen por excavación más bien que por perforación. Las perforaciones generalmente se usan solo para propósitos de monitorear y pueden estar revestidos con cubrimiento adecuado e incluir mallas a profundidades apropiadas.

3.6 **Pozo surgente; pozo artesiano:** pozo del cual brota agua por efecto de la presión hidrostática.

3.7 ***Sondaje: Perforaciones de pequeño diámetro y gran longitud que se efectúan para alcanzar zonas inaccesibles desde la superficie o laboreos mineros. Los sondajes permiten obtener muestras de dichas zonas a profundidades de hasta 1.200 m para ser estudiadas y analizadas.***

4.0 REFERENCIAS

4.1 Norma chilena oficial NCh 411/11 Of 98 Calidad del agua – Muestreo – Parte 11: Guía para el muestreo de aguas subterráneas.
4.2 Norma chilena oficial NCh 410 Of 96 Calidad del agua – Vocabulario.
4.3 Norma chilena oficial NCh 411/1.Of96 Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo.
4.4 Norma chilena oficial NCh 411/2.Of96 Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
4.5 Instructivo I-ENV-OI-012 "Medición de niveles freáticos"
4.6 Instructivo I-ENV-OI-001 "Preservación y Manejo de las Muestras"
4.7 ***I-ENV-OI-036 Uso de Pozómetro***

5.0 EQUIPOS Y MATERIALES

5.1 ***Sondas de PVC, Baylers***
5.2 Cuerdas
5.3 Recipiente de polipropileno de volumen adecuado para distribuir la muestra ***o mezclador con llave***
5.4 ***Medidores de parámetros terreno***
5.5 GPS
5.6 Pozómetro
5.7 Dispensador de agua para análisis.
5.8 Envases para muestras
5.9 Dosificadores con preservantes
5.10 Varillas de pH
5.11 Soluciones verificadoras de pH (buffer)
5.12 Soluciones verificadoras de conductividad
5.13 Etiquetas
5.14 Plumón indeleble
5.15 Planillas de registros de terreno
5.16 Guantes de látex
5.17 Caja térmica para guardar la muestras
5.18 Gel pack y/o hielo
5.19 Contenedor de agua para descarte
5.20 Tolla de papel ***absorbente***
5.21 Equipos de protección personal según corresponda de acuerdo a procedimiento P-SGI-018 Administración y Control de los Elementos de Protección Personal.

6.0 DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

6.1 Preparación de Materiales

El inspector antes de salir de la base de operación preparará el equipo y material de terreno antes señalado.
Etiquetará y rotulará los envases dependiendo de los parámetros que se requiere analizar (ver instructivo de "Preservación y manejo de las muestras").
Realizará la verificación del equipo de muestreo, actividad que también se puede efectuar en terreno.

6.2 Frecuencia y punto de muestreo

La frecuencia del muestreo va a depender del objetivo con el que se quiera analizar el agua o según requerimiento del cliente.

6.3 Método de muestreo

El muestreo de aguas subterráneas se aplica una vez que el cliente ya ha construido las perforaciones de monitoreo.

Normalmente se utilizan dos métodos de muestreo: por bombeo y en profundidad

6.3.1 **Muestreo por bombeo:** se recomienda sólo cuando la calidad del agua subterránea es verticalmente uniforme o cuando se necesita una muestra compuesta vertical de una composición promedio aproximada, como sería el caso de las muestras tomadas desde perforaciones destinadas al suministro de agua potable, y tomando la muestra lo más cerca posible de la salida de la perforación, para eliminar los riesgos de inestabilidad de la muestra. Para extraer las muestras de agua bombeada se aconseja esperar el tiempo necesario para que la bomba haya evacuado toda el agua detenida en la perforación, con el objeto de asegurarse de que el agua extraída se ha sacado directamente del acuífero.

6.3.2 **Muestreo en profundidad:** consiste en el descenso, en un pozo o en una perforación, de un dispositivo de muestreo, dejando que se llene de agua a una profundidad conocida, y trasvasijarla a un recipiente apropiado. Esto se aplica sólo a las perforaciones de observación sin bombeo, pero a veces se pueden extraer muestras de profundidad en el transcurso del bombeo si existe un medio de acceso libre más allá de la bomba, como por ejemplo un tubo de acceso rígido, instalado para esta actividad. Este muestreo conviene únicamente cuando se conoce el origen de las muestras (en términos de la profundidad a la cual el agua ha penetrado en la perforación). Esto se obtiene determinando las profundidades donde el agua ha penetrado en la perforación y las corrientes dentro de la columna de la perforación a partir de la interpretación de los valores registrados de las mediciones de terreno, en condiciones de bombeo y en condiciones estáticas.

6.3.3 **Otros métodos de muestreo** se utilizan cuando los descritos anteriormente no pueden ser usados o se les considera inadecuados y consisten en la utilización de diversos dispositivos instalados in situ, como por ejemplo cápsulas porosas o piezómetros desde los cuales se extrae el agua por vacío o desplazamiento de gas.

6.4 **Procedimiento**

6.4.1 Ubicar el punto de muestreo, si es necesario utilizar el GPS.

6.4.2 Llevar los materiales necesarios al punto de muestreo.

6.4.3 Limpiar el lugar de muestreo.

6.4.4 Realizar tres mediciones de nivel freático (ver instructivo "Medición de nivel freático I-ENV-OI-012") registrar la medición que se repite dos veces en la planilla de muestreo.

6.4.5 Colocarse guantes y proceder con la toma de la muestra. del pozo o perforación, mediante el método seleccionado.

	Muestreo por bombeo	**Muestreo en profundidad**
6.4.6	Purgar el pozo por 20 a 30 minutos. Luego tomar la muestra directamente en un recipiente de volumen adecuado.	Sumergir el muestreador en el pozo. Cuidar de que el bayler descienda en el centro del pozo, evitando tocar las paredes del pozo, al mismo tiempo evitar que la cuerda tenga contacto con el terreno circundante. Una vez alcanzado el nivel del agua dejar que el bayler llene su capacidad.

6.4.7 Ambientar tres veces ***en el recipiente de polipropileno o mezclador con llave*** que se ocupará para preparar la muestra.

6.4.8 ***Llenar el recipiente con un volumen suficiente al número de parámetros que se requiere analizar.***

6.4.9 Homogenizar la muestra y proceder al llenado de los envases.

6.4.10 Llenar los envases y preservar las muestras de acuerdo al tipo de análisis que se deban realizar (ver instructivo "Preservación y Manejo de Muestras").

6.4.11 Con el sobrante de agua, tomar los ***parámetros de terreno,*** según lo señalado en los instructivos correspondientes a estas mediciones. Registrar los resultados en las planillas de muestreo.

6.4.12 Etiquetar todas las botellas e identificar la muestra correctamente utilizando plumón con tinta indeleble.

6.4.13 Verificar el cierre de las tapas de las botellas.

6.4.14 Colocar los envases dentro de una caja térmica con Gel pack o hielo, para evitar que la temperatura se incremente después de la recolección (ver instructivo I-ENV-OPE-001 Preservación y Manejo de las muestras).

7.0 ANEXOS

1.0 OBJETIVO

Este instructivo establece las pautas a seguir para la preservación y manejo de las muestras de agua, puntual o compuesta, cuando no puedan ser analizada en terreno y tiene que transportarse para ser analizada en el laboratorio.

2.0 ALCANCE

Estas pautas se aplicaran durante el período transcurrido entre la recolección y el ingreso de las muestras al laboratorio, incluido el tiempo de transporte.

3.0 DEFINICIONES

3.1 **Ambientar o cebar**: Enjuagar el recipiente o envase con la misma agua con la cual se va a llenar.

3.2 **Conservativos**: parámetros que no cambian con el tiempo.

3.3 **Muestra testigo**: muestra destinada al control de la temperatura de transporte.

3.4 **No conservativos que cambian con el tiempo**: parámetros que cambian con el tiempo, pero pueden ser estabilizados al menos 24 h con tratamiento apropiado.

3.5 **No conservativos que varían rápidamente con el tiempo**: parámetros que cambian con el tiempo

3.6 **Parámetro**: propiedad del agua, utilizada para caracterizarla.

3.7 **Preservación de la muestra; estabilización de la muestra**: proceso encaminado a minimizar, por adición de productos químicos o cambio de condiciones físicas, o ambos, las modificaciones de características de especies de interés, durante el período comprendido entre el muestreo y el análisis de la muestra.

4.0 REFERENCIAS

4.1 NCh 411/3.Of1996: Calidad de Agua-Muestreo-Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.
4.2 NCh 409/2.Of2004 Agua Potable – Parte 2 – Muestreo
4.3 NCh 411/10.Of2005 Calidad de Agua-Muestreo-Parte 10: Muestreo de aguas residuales-Recolección y manejo de las muestras.
4.4 Standard Method for Examination of Water and Wastewater.Ed. 21, 2005
4.5 Serie normas NCh 2313; Aguas Residuales.
4.6 Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable 2ª Ed. Julio 2007
4.7 R1-I-ENV-OI-001 Tipos de envases para muestras de agua
4.8 R2-I-ENV-OI-001 Preservación de muestras agua potable
4.9 R3-I-ENV-OI-001 Preservación de muestras agua residuales
4.10 R4-I-ENV-OI-001 Preservación de muestras por norma
4.11 R5-I-ENV-OI-001 Análisis por norma.

5.0 EQUIPOS Y MATERIALES

5.1 Envases para las muestras

- Envases de polietileno y vidrio de acuerdo a registro R1-I-ENV-OI-001 Tipos de Envases para muestras de aguas.

5.2 Preservantes

5.2.1 Preservantes químicos más comúnmente utilizados en análisis de agua son los siguientes, para la función que se indica:

Acido nítrico (HNO_3) p.a.: aplicable muestra para el análisis de metales, evita la precipitación.

Acido sulfúrico (H_2SO_4) p.a.: inhibidor bacteriano aplicable a muestras orgánicas (COT, DQO, N-NH_3, N-NO_3, N-Orgánico).

Acido clorhídrico (HCl) p.a.: para hidrolizar los jabones y romper las eventuales emulsiones, aplicable al análisis de aceites y grasas. También se usa como preservante en el ensayo de algunos compuestos orgánicos.

Hidróxido de Sodio (NaOH) p.a.: formación de sales con compuestos volátiles aplicable al análisis de cianuro.

Agente declorante (tiosulfato de sodio) p.a.: para neutralizar efecto del cloro residual, aplicable a muestras cloradas.

Agente quelante (EDTA) p.a.: para reducir efecto tóxico de metales pesados sobre los microorganismos; aplicables a muestras que presenten metales pesados.

Acetato de cinc (ZnAc) pa: sal que se utiliza para determinar los sulfuros en ambiente alcalino.

Refrigeración: inhibidor bacteriano, aplicable a acidez, alcalinidad, color, olor, DBO, muestras bacteriológicas y en general a todos los ensayos que no permiten preservación mediante agente químico.

Los preservantes no poseen una fecha de vencimiento determinada ya que al ser compuestos concentrados son muy estables, independiente de esto se le asigna un fecha de vencimiento de un año desde la fecha de envasado que se encuentra establecida en la etiqueta del gotario.

5.3 Otros materiales

- Etiquetas para rotular muestras.
- Lápiz resistente al agua.
- Gotarios con preservantes
- Guantes de látex
- Registro carta de Custodia
- Varillas indicadora de pH o pHmetro portátil
- Termómetro
- Dispensador con para análisis o agua destilada
- Sistema de filtración (jeringa c/ portafiltros)
- Filtro 0, 45 um
- Hielo o gelpack
- Caja para mantener refrigeradas las muestras (plumavit o cooler)
- Contenedor para eliminar los residuos
- Elementos de protección personal según corresponda de acuerdo procedimiento P-SGI-018 Administración y Control de Elementos de Protección Personal

6.0 DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

6.1 Generalidades

La selección de los envases y la metodología de preservación y manejo de las muestras es de acuerdo al análisis a efectuar.

Sí hay alguna duda, se debe consultar con el supervisor, antes de decidir sobre el método de manejo y preservación de las muestras.

6.2 Selección de los envases

6.2.1 Cuando se deba analizar varios parámetros en una misma muestra, se deben recolectar varios envases con volúmenes predeterminados, pudiendo agruparse en función de cumplir los requerimientos paralelamente para el grupo de analitos, utilizar para ellos los registros R2-I-ENV-OI-001 Requisitos para la preservación de muestras de aguas residuales, R3-I-ENV-OI-001 Requisitos para la preservación de muestras de agua potable, R4-I-ENV-OI-001 Requerimientos en envases y preservantes para toma muestra de aguas.

6.2.2 Seleccionar los envases de acuerdo a los parámetros solicitados por el cliente y lo indicado en los registros antes señalados.

6.2.3 Verificar que los envases están codificados con la fecha y lote de lavado.

6.2.4 Verificar sí los envases contiene o no los preservantes químicos, introduciendo una varilla de papel pH.

6.2.5 Sí los envases no contienen los preservantes, estos se pueden agregar antes de salir a terreno o directamente a la muestra distribuida en cada uno de los envases. (Ver punto 6.4)

6.2.6 Conformar los set de envases considerando los parámetros a analizar.

6.2.7 Rotular todos los envases (set), con la fecha, hora y punto de muestreo. Indicar sí corresponde a una muestra puntual o compuesta.

6.3 Seguridad

Se debe tener especial cuidado al manipular los preservantes, ya que estas son sustancias químicas concentradas, que pueden causar daño, al estar en contacto con la piel, ojos o ser inhaladas.
Siempre al manipular los preservantes se debe usar guantes y en un ambiente ventilado.
Nunca los preservantes deben ser mezclados, entre sí.

6.4 Preservación de las muestras.

Antes de continuar con el desarrollo de los siguientes puntos, verificar sí los envases ya contienen los preservantes antes de agregar las muestras.

6.4.1 Envases que no contienen los preservantes.

Preservación ácida: acidificar la muestra hasta pH<2 agregando ácido (clorhídrico, nítrico o sulfúrico) de acuerdo al parámetro a analizar y a lo indicado en las tabla contenida en los registros.

a) Agregar unas gotas de ácido a la muestra contenida en el envase.
b) Cerrar el envase, homogenizar la muestra (invirtiéndola suavemente dos veces)
c) Verificar el pH *con varilla de papel pH*
d) Sí el pH es mayor que 2, agregar más ácido.
e) Repetir los pasos b) al e), hasta que la muestra tenga un pH < 2
f) Cerrar herméticamente el envase.
g) Verificar la rotulación del envase (punto, fecha y hora de muestreo, preservación y parámetro a analizar)

Preservación básica: alcalinizar la muestra agregando hidróxido de sodio (NaOH) hasta lograr un pH de acuerdo al parámetro a analizar y a lo indicado en los registros antes señalados.

a) Agregar el hidróxido de sodio
b) Cerrar el envase, homogenizar la muestra (invirtiéndola suavemente dos veces)
c) Verificar el pH de la muestra *con varilla de papel pH*
d) Sí el pH de la muestra es menor que el requerido para la preservación agregar otra cantidad de hidróxido de sodio.
e) Repetir los pasos b) al e), hasta que la muestra tenga el pH requerido.
f) Cerrar herméticamente el envase.

g) Verificar la rotulación del envase (punto, fecha y hora de muestreo, preservantes agregados y parámetro a analizar)

6.4.2 Preservación de muestras para parámetros disueltos.

Para el análisis de parámetros disueltos (ej. metales), la muestra se debe filtrar en terreno previo a la adición del preservante.

a) Colocar 100 ml de muestra en la jeringa.
b) Ajustar el portafiltros a la jeringa.
c) Presionar el embolo hasta que pase toda la muestra.
d) Recibir la muestra filtrada en el envase correspondiente.
e) Agregar el preservante.
f) Cerrar el envase, homogenizar la muestra (invirtiéndola suavemente dos veces)
g) Verificar el pH de la muestra *con varilla de papel pH.*
h) Sí el pH es distinto al requerido para la preservación, agregar otra cantidad de preservante.
i) Repetir los pasos b) al e), hasta que la muestra tenga el pH requerido.
j) Cerrar herméticamente el envase.
k) Verificar la rotulación del envase (punto, fecha y hora de muestreo, preservantes agregados y parámetro a analizar).

Nota: sí la muestra es muy turbia dejar decantar antes de filtrar, tomar solo el sobrenadante para filtrar.

6.4.3 Envases que contienen el preservante

Proceder de acuerdo al punto 6.4.1, sólo omitir el punto a), tanto en la preservación ácida como básica.

6.5 **Llenado de envases y homogenización de la muestra.**

6.5.1 Asegurase de que las tapas y contratapas de los envases cierren herméticamente.

6.5.2 Homogeneizar la muestra con el preservante, invertir el frasco lentamente, para evitar la formación de espuma.

6.5.3 En el caso de muestras para la determinación de:

Sulfuros, Metales totales y disueltos, llenar completamente los envases y cerrarlos, de tal manera que no quede aire sobre la muestra. (Esto limita la interacción con la fase de gas y la agitación durante el transporte).

Análisis microbiológicos, el recipiente no debe ser llenado completamente, dejando un espacio con aire al taparlo. (Esto ayuda al mezclado antes del análisis y evita la contaminación accidental).

6.6 **Identificación de las muestras**

6.6.1 Verificar sí el envase o set de envases que contienen las muestras (puntual o compuesta), están marcadas en forma clara y duradera de acuerdo a lo señalado en el punto 6.4.

6.6.2 Completar el registro de carta de Custodia (R5-ENV-OI-001) con el número de envases, fecha, hora, punto de muestreo, etc.

Nota: La Carta de Custodia puede variar dependiendo del proyecto al cual pertenecen las muestras.

6.7 **Muestra Testigo**

La temperatura se debe medir dentro de la muestra testigo, la cual debe tener un volumen similar al de los envases que contienen las muestras

6.7.1 Se debe colocar dentro de la nevera una botella con muestra de volumen similar a las que se incorporarán a la caja., esta muestra se utilizara solo para el control de la temperatura de esta forma se evitará la contaminación de las muestras.

6.7.2 Esta botella debe ser ingresada a la nevera junto a la primera muestra que se coloca en la caja e identificarla como muestra testigo.

6.8 **Control y medición de la temperatura de transporte**

Se debe llevar un control y registro de la temperatura de transporte de las muestras

Las mediciones de temperatura de las muestras deben realizarse en los siguientes sitios:

- En terreno al finalizar el período de muestreo, a la primera muestra puntual antes de realizar la compuesta
- En el laboratorio a la muestra testigo de cada nevera en la que fueron transportadas las muestras.

6.9 **Transporte de las muestras**

Para el embalaje se utilizaran materiales que no sean fuente de contaminación y que protejan los recipientes de posibles contaminaciones externas.

Las muestras serán trasladadas dentro del período máximo recomendado de preservación según registro (R2-I-ENV-OI-001 R3-I-ENV-OI-001, R4-I-ENV-OI-001).

a) Sellar y proteger cada uno de los envases, de manera que no se deterioren ni pierdan parte de su contenido durante el transporte.
b) Colocar los envases en las cajas que serán transportadas al laboratorio.
c) Los envases que contienen las muestras para análisis de aquellos parámetros que requieren mantenerse refrigerados desde que se toma la muestra hasta que llega al laboratorio para ser analizada, colocarlos en cajas que contiene los gelpack u otro medio refrigerante.

d) Verificar que en cada una de las cajas va el envase que representa el testigo de la temperatura durante el traslado de las muestras.
e) En el caso de utilizar hielo como medio refrigerante, colocar las botellas dentro de bolsas plásticas, para evitar que la etiqueta se despegue o borre.
f) Sellar y rotular proteger cada una de las cajas refrigeradas que contienen los envases con las muestras.
g) Extremar las precauciones de protección de las cajas que contienen los envases con las muestras, cuando estas son enviadas al laboratorio a través de transporte contratado (aéreo o terrestre)
h) Trasladar o enviar las muestras al laboratorio, junto con la respectiva Carta de Custodia, dentro del tiempo máximo de transporte de acuerdo a los requisitos de tiempos de envase y preservación de las muestras antes de ser analizadas.

6.10 Entrega de las muestras en el Laboratorio

6.10.1 Entregar las muestras con las correspondientes Cartas de Custodia en la recepción del Laboratorio donde serán analizadas las muestras.

Nota: La carta custodia puede variar dependiendo del proyecto que se este muestreando.

6.10.2 Solicitar al Laboratorio el registro de la recepción de las muestras.

7.0 ANEXOS

No tiene anexos