



## **ADDENDUM N°2**

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO EXPANSION 110 KTPD PLANTA CONCENTRADORA COLLAHUASI**

El presente documento contiene las aclaraciones, rectificaciones y ampliaciones del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi, de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM, en relación con el Segundo Informe Consolidado entregado por la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Primera Región de Tarapacá. Las aclaraciones, rectificaciones y/o ampliaciones se presentan como respuestas a cada una de las consultas formuladas en el Informe Consolidado, siguiendo el mismo orden.

#### **ANTECEDENTES FORMALES**

- 1** *Los planos son de poca claridad y de un nivel de resolución que no aporta en la evaluación ambiental. Se solicita modificar, al menos el plano 2.2 a una escala 1:50.000 ó 1:10.000, para cada área de la expansión.*

#### **Respuesta:**

Se adjunta Figuras 1 y 2 de las áreas Mina-Planta (a escala 1:50.000) e Instalaciones Portuarias Punta Patache (a escala 1:25.000). Planos de mayor detalle de estas dos áreas se incluyeron en el EIA (Figuras 2.3 y 2.6) a escala 1:7.000 y 1:2.000 respectivamente, en las cuales se muestran las nuevas instalaciones de proceso del proyecto de expansión.

- 2** *Sobre la base que la modificación de los botaderos implica eliminar el material de baja ley para depositarlo sobre el botadero de estériles en actual operación, el proponente deberá presentar un plano que consigne la "Disposición de botaderos de estéril, sector Quebrada San Nicolás", que modifique el plano presentado en la Fig. 2.2 del Addendum N°1. Por cuanto no se debe comprometer la expresión biótica de la Quebrada señalada. Asimismo, se solicita la presentación de un cuadro que contenga, a lo menos, la georreferencia de los vértices de los lados SW y SE de la poligonal que se defina como área de ocupación del botadero de estériles señalado.*



**Respuesta:**

Se adjunta Figura 3 con la disposición del botadero de estéril en el sector de la Quebrada San Nicolás. La Figura incluye un cuadro con las coordenadas de los vértices de la poligonal definida como área de ocupación del botadero de estéril. En el plano se observa que la configuración del botadero no afecta la Quebrada San Nicolás.

**OBSERVACIONES GENERALES**

- 3** *Se insiste que algunas de las Medidas de Mitigación, Compensación y Restauración requieren de mayor precisión. Por ejemplo:*
- a) *Se deberán indicar los lugares que se dejarán para el atraveso de fauna, la característica del mismo y los antecedentes que justifican la medida.*

**Respuesta:**

El proyecto considera habilitar atravesos de fauna a lo largo de la correa transportadora entre el rajo Rosario y la planta ubicada en el sector de Ujina. Esta zona se caracteriza en general por una baja presencia de fauna en comparación con otros sectores aledaños. Se contemplan tres atravesos como mínimo, dos de ellos en el sector de Rosario y uno en el sector de Ujina. Los atravesos consistirán en terraplenes de al menos cinco metros de longitud (paralelo a la correa) que permitirán cruzar por sobre la correa. Contarán con baranda en su tramo más alto (al cruzar la correa) y tendrán una pendiente adecuada que permita ser trepado por los animales. Este tipo de cruce en terraplén permitirá simular la "continuidad" del terreno natural por sobre la correa. Este sistema ya ha sido probado satisfactoriamente en otras obras de Collahuasi, como son el mineroducto y la correa transportadora de mineral oxidado.

- b) *7.2.3, indicar con qué frecuencia se humedecen los caminos, indicar qué contempla la regulación y control de los sitios destinados a almacenamiento temporal y disposición transitoria de materiales y residuos de construcción en los lugares de trabajo.*

**Respuesta:**

En faena operan tres camiones aljibe destinados en forma permanente al riego de caminos. El riego sólo se interrumpe en períodos de lluvia o cuando se presentan condiciones de congelamiento. En promedio se estima que cada tramo de camino es regado al menos dos veces al día.



La regulación y control de los sitios destinados a almacenamiento o disposición temporal de residuos y materiales incluye las siguientes medidas:

- delimitación y señalización adecuada del recinto o patio
- acceso controlado por persona responsable del lugar
- disposición ordenada y clasificada de los materiales según tipo (tuberías, tambores, cables, etc.)
- registro de materiales o residuos dispuestos (según corresponda) en planilla especial
- prohibición de ingreso de sustancias peligrosas (éstas deben llevarse a los depósitos destinados a este tipo de sustancia).

**4 Se solicita dar respuesta a las observaciones formuladas en la letra b) y c) del I Consolidado de Observaciones.**

- ***El documento señala que con respecto a la población indígena existente en el lugar o en las áreas intervenidas por la explotación; con relación a los terrenos de Collahuasi donde se ejecutarán las obras y actividades de la expansión, no existen asentamientos o comunidades indígenas, no provocándose impactos en sectores de pastoreos aledaños, como impactos significativos en las lagunas de Coposa y Michincha. Esto no se condice con el proyecto presentado por la empresa al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, debiendo hacer presente que de acuerdo a la ley 19.300, lo que se somete a evaluación, son todas las actividades incluidas en el proyecto y no sólo aquellas donde se construyen obras. Es así que la intervención en los salares, debe evaluar el impacto que puede generar en la población y sus actividades, así como usos y costumbres y especialmente las actividades ancestrales de ganadería camélida. Asimismo, se hace presente que en los Registros de la CONADI, se encuentra inscrita la Asoc. Indígena Naciente Collahuasi, que cuenta a ganaderos o pastores indígenas, que desarrollan sus actividades según sus usos y costumbres.***

**Respuesta:**

Estacionalmente se observa en el sector del Salar de Coposa la presencia, en número variable, de actividades de pastoreo de camélidos. La actividad de pastoreo se realiza generalmente sin presencia humana en la zona, dado que los animales son dejados a pastoreo y recogidos meses más tarde, sin que existan asentamientos o comunidades indígenas con presencia permanente; solamente existe en el sector de Jachucoposa una construcción de piedra que es usada esporádicamente como refugio.

Se ha observado un aumento paulatino en el tiempo de la presencia de camélidos, atribuido a la seguridad generada por la presencia de personal de Collahuasi y Carabineros de Chile en la zona. Más aún, Collahuasi permite el pastoreo dentro de los terrenos de su



propiedad (excepto en los sectores de operación, como la mina y planta) y ha facilitado esta actividad mediante la instalación de abrevaderos; además ha instalado señalética a lo largo del camino de acceso, con indicaciones de presencia de animales como medida de precaución y también como medida de difusión de la existencia de esta actividad.

La actividad de pastoreo de camélidos en la zona se realiza fundamentalmente entre los pajonales y tolares y en menor cuantía en los bofedales. Los camélidos consumen variados pastos y hierbas que crecen en la zona, siendo bastante amplios en su alimentación. Es característico en los pajonales o estepas herbáceas, el consumo de gramíneas del género Festuca conocidas comúnmente como paja brava y de especies del género Stipa. En los tolares hay consumo de tolas (género Parastrephia y Baccharis principalmente) y de gramíneas que crecen entre las tolas. En zonas más húmedas hay preferencia por especies del género Deyeuxia que se desarrollan como especies acompañantes en los bofedales, además del consumo de otras hierbas tiernas que forman cojines cespitosos en el bofedal. Toda esta vegetación se desarrolla gracias a los aportes hídricos de las precipitaciones de lluvia, la cual, en parte, también en infiltra hacia las napas profundas.

Collahuasi extrae las aguas subterráneas profundas, por lo cual no afecta el suministro de agua de la vegetación herbácea (aguas lluvia). En cuanto a la recarga hídrica de las vertientes y lagunas de Coposa y Michincha, están previstas en el proyecto las medidas de mitigación que permitirán mantener los flujos de agua en estos sistemas, las cuales consisten en la reposición del caudal, tal como se ha descrito en el EIA y el Addendum N°1 y que se explica detenidamente en los capítulos referidos a los sistemas acuíferos Salar de Coposa y Salar de Michincha de este Addendum N°2.

Es necesario destacar que en atención a que el Proyecto no considera en la cuenca del Salar de Coposa la intervención u ocupación de nuevas zonas a las actuales, no se altera la situación existente (aprobada por un Estudio de Impacto Ambiental previo) y por ende no se afecta a la población de presencia esporádica ni a los terrenos usados para talaje de animales.

Con todo, en el evento de disminución de la vertiente Jachucoposa se contemplan las medidas de mitigación especificadas en el presente Estudio de Impacto Ambiental y sus Addenda, según se detalla en el capítulo sobre Sistema Acuífero del Salar de Coposa de este mismo Addendum. Sin perjuicio de lo que allí se establece, se destaca que las medidas de mitigación contemplan la ubicación de un pozo de mitigación en el área de alimentación de la vertiente o en sus proximidades, con el objeto de asegurar que el agua que se alumbre con propósito de mitigación tenga igual composición química que el agua original de la vertiente, lo que permitirá su consumo en la misma forma como se efectúa hoy en día.



Independientemente, se mantendrán dos abrevaderos en el sector de Coposa consistentes en piscinas de HDPE, una de 2x2 m y 25 cm de profundidad, y otra de 2x1,5 m y 30 cm de profundidad, para su uso como abrevadero por la fauna del sector.

- **El proyecto debe hacer mención a los recursos protegidos en las zonas que alimentan áreas de vega y bofedales que se verán intervenidas con la expansión. Así en el salar de Coposa se encuentra identificado por la DGA, zonas de vega, encontrándose protegidas por el Código de Aguas, inciso tercero del art 58 y 63 del inciso segundo.**

**Respuesta:**

Efectivamente, la DGA ha identificado y delimitado las zonas que corresponden a los acuíferos que alimentan áreas de vegas y bofedales en la Región para los efectos de los artículos 58 y 63 del Código de Aguas. Entre ellas se incluyen las siguientes siete zonas ubicadas dentro de las cuencas de Coposa y Michincha (Resolución 909/96, Ministerio de Obras Públicas):

<b>Nombre de la Vega o Bofedal</b>	<b>Mapa de Ubicación y Delimitación</b>	<b>Coordenada Este (km)</b>	<b>Coordenada Norte (km)</b>
Quebrada Coposito	BO17	530501.9	7718021.0
Jachucoposa	BO17	530469.8	7713597.0
Chusquina Vegas	VE1	533729.5	7692919.0
Yabricoyita Vegas	VE1	531773.1	7684913.0
Ujina Vegas	VE1	536691.1	7680609.0
La Represa Vegas	VE1	534383.1	7678494.0
Michinga Vegas	VE1	547255.7	7678596.0

De acuerdo a la modificación introducida al artículo 58 del Código de Aguas por la ley N°19.145 del 25 de junio de 1992, no se pueden efectuar exploraciones en zonas que alimenten áreas de vegas y de los llamados bofedales sin autorización fundada de la Dirección General de Aguas, la que previamente deberá delimitar e identificar dichas zonas. Esta delimitación e identificación se hizo por la Dirección General de Aguas el año 1996, mediante Resolución 909/96, publicada en el Diario Oficial con fecha primero de febrero de 1997.

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM no ha solicitado permiso para explorar sobre esas zonas delimitadas por la Dirección General de Aguas, y cumplirá cabalmente con la norma señalada, como lo ha hecho hasta la fecha.

Por su parte, la misma ley N°19.145 modificó el artículo 63 del Código de Aguas prohibiendo en las zonas que correspondan a acuíferos que alimenten vegas y los llamados bofedales,



mayores extracciones que las autorizadas a la fecha de entrada en vigencia de la citada ley, esto es, el 25 de junio de 1992, zonas que, al igual que en el caso anterior, deben ser previamente identificadas y delimitadas por la Dirección General de Aguas, lo cual fue hecho mediante la Resolución N° 909/96 previamente indicada.

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM ha cumplido con la disposición anterior, al no contemplar nuevas extracciones a las autorizadas a la fecha de entrada en vigencia de la ley N°19.145. Se hace presente que Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM posee derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas consuntivos, permanentes y continuos por 135 l/s a ser captados desde el pozo denominado P-6, derechos que fueron constituidos por Resolución 115 de 1984, de la Dirección General de Aguas, modificada por Resolución DGA N°1 de 1991. Estos derechos se ubican en la zona que corresponde al acuífero que alimenta a la vega de Michincha, pero por haber sido constituidos con anterioridad a la ley N°19.145, no se ven afectados por la anterior prohibición, que rige sólo para las "nuevas extracciones". En todo caso, parte de los derechos otorgados en este Pozo serán destinados a mitigación y al resto se le solicitará traslado de punto de captación conforme se detalla más adelante en la respuesta N°2 sobre el Sistema Acuífero del Salar de Michincha.

Por último, es necesario distinguir respecto de las vegas y bofedales dos situaciones diversas:

La primera dice relación a con las vegas o bofedales que son alimentados por vertientes, caso de Jachucoposa y Michincha Vegas. Respecto de ambos, el Estudio de Impacto Ambiental y sus Addenda contemplan medidas de mitigación (en términos generales, reposición de caudal de igual calidad) que permitirán mantener los flujos de agua de esos sistemas, siendo aplicable lo dicho y especificado a propósito de la pregunta anterior, en especial la remisión que se hace al capítulo sobre Sistema Acuífero del Salar de Coposa de este Addendum, no viéndose afectada en consecuencia la actividad de pastoreo en el sector.

La segunda situación dice relación con las vegas o bofedales que no son alimentadas por vertientes, cual es el caso de Quebrada Coposito, Chusquina Vegas, Yabricoyita Vegas, Ujina Vegas y la Represa Vegas, todas las cuales dependen exclusivamente de los aportes hídricos conformados por las precipitaciones de lluvia. Estas vegas o bofedales no se verán afectadas por la extracción de aguas subterráneas profundas, dado que estas aguas subterráneas no son las que alimentan dichas vegas o bofedales.

- **Se solicita informar respecto de los impactos generados sobre las cuencas y los efectos en el desarrollo ganadero del sector, así como las medidas para evitar que se produzcan, atendiendo a que se intervendrá en un área vulnerable.**



**Respuesta:**

Conforme se señaló previamente, el proyecto no generará impactos a la actividad de pastoreo, dado que utiliza aguas profundas que no son las que riegan los pastos o hierbas consumidas por los camélidos, ni las vegas o bofedales que se alimentan de aguas lluvia, según delimitación de la DGA. Además contempla medidas de mitigación para evitar impactos significativos en las vertientes y lagunas de los Salares de Coposa y Michincha, conforme se especifica en el Capítulo 7 del EIA y en el Addendum N°1.

## **CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1.7 ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DE LA EXPANSIÓN**

Area Mina Planta

#### **Tranque de Relaves**

a)

- ***En el Addendum N° 1 se señala que se incrementará la capacidad de bombeo para recirculación, se solicita indicar en cuánto será este incremento y si permitirá la disminución de las infiltraciones.***

**Respuesta:**

La recirculación de agua desde la laguna de clarificación del depósito de relaves se realiza mediante un sistema de bombas instaladas en una balsa. El objetivo de esta recirculación es optimizar el aprovechamiento del agua, y operacionalmente se busca siempre minimizar el volumen y superficie de agua en la laguna (lo que minimiza la evaporación), manteniendo en lo posible el nivel mínimo requerido para que operen las bombas.

Actualmente la capacidad de bombeo es de 230 a 240 L/s. La expansión aumentará esta capacidad a un total de 580 a 590 L/s (350 L/s adicionales). La tasa real de recirculación depende de la cantidad de agua en la laguna, lo cual es función principalmente de las condiciones climáticas, por la variación estacional de las precipitaciones y tasa de evaporación.

Las infiltraciones de agua desde la laguna de clarificación del depósito de relaves hacia el subsuelo se evitan mediante la instalación de una carpeta impermeable; por lo tanto, el caudal recirculado no tiene incidencia en estas infiltraciones; sólo permite minimizar la superficie de laguna y por lo tanto el requerimiento de impermeabilización.



b)

- **Si se incrementa en 153 has las áreas expuestas a infiltración, por qué no se aumentan las estimaciones de las infiltraciones en la expansión. Se solicita aclarar.**

**Respuesta:**

En la respuesta a la consulta 2.4.7 a.2 del Addendum N°1 se indicaron los montos de infiltración previstos para el depósito de relaves en su condición ampliada, es decir, incluyendo las nuevas áreas expuestas a infiltración. Se indicó que la superficie total de relaves depositados (en el caso expandido) fluctuará entre 802 hectáreas en el año 2005 y 1.975 hectáreas en el año 2028. Para estas superficies se han estimado los siguientes montos de infiltración total:

<b>Año</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Infiltración (L/s)</b>
2005	802	71
2028	1.975	127

Estos montos de infiltración se estimaron a partir de balances hídricos de la actual operación y el empleo de herramientas numéricas considerando los valores de permeabilidad de las lamas depositadas ( $10^{-6}$  a  $10^{-7}$  cm/s). Las estimaciones originales efectuadas en el EIA de 1995 alcanzaban los 117 L/s para el caso base (sin ampliación) en su etapa final. Las 153 hectáreas adicionales implican un aumento de aproximadamente 10 L/s de infiltración.

c)

- **Señalar el tipo de monitoreo que se efectuará a las piscinas de regulación de drenaje de los botaderos (frecuencia, parámetro, periodicidad entre otras variables).**

**Respuesta:**

En las piscinas de regulación de las aguas drenadas de los botaderos de estéril se propone efectuar el siguiente monitoreo:



<b>Parámetros</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Duración</b>	<b>Objetivo</b>
Volumen Acumulado	Quincenal (2)	Toda la operación	Detectar si hay drenaje y cuantificarlo
pH y Conductividad (1)	Quincenal (2)	Toda la operación	Determinar posible acidificación de manera temprana
Metales disueltos y sulfatos (3)	Mensual	Toda la operación	Determinar contenidos de metales en las aguas y comparar con línea base y normas

(1) Mediante instrumentos de terreno.

(2) Después de los eventos de lluvia se efectuará un monitoreo especial de estos parámetros; si se detecta acidificación al medir pH, se efectuará muestreo excepcional de metales y sulfatos.

(3) Mediante toma de muestras y análisis de laboratorio; incluye los metales normados en la NCh 1333 y NCh 409.

- **Respecto de las medidas tendientes a controlar o evitar la generación de aguas ácidas en los depósitos de relaves, el titular deberá informar a la COREMA de la I región, inmediatamente que se genere, ante lo cual deberá detallar y presentar las medidas y soluciones para el manejo y control a la generación de aguas ácidas, para que estas sean visadas por la autoridad .**

**Respuesta:**

Se acoge lo solicitado. Collahuasi informará a la COREMA de la I Región la eventual generación de drenajes ácidos en el depósito de relaves y también en los botaderos de estéril. Además, dentro de un plazo prudente y acorde con la situación, Collahuasi presentará un plan de medidas y soluciones para el adecuado manejo y control a la generación de aguas ácidas, con el propósito que sea visado por la autoridad.

Area Mineroducto

**b)**

- **Párrafo 1º, se afirma que no se efectuarán movimientos de tierra para preparar plataformas de camino, ni se removerá suelo de manera significativa. Indicar qué se deberá entender por “significativo” . Es necesario indicar que aún cuando dos tercios del trazado implican sólo cambio de tubería, lo que es favorable en términos de intervención, deben evaluarse los problemas que puede generar el cambio de la tubería (personal trabajando en la zona, manejo de las tuberías reemplazadas, manejo de residuos, etc). Asimismo, se insiste que las medidas descritas en la sección 7.3.5. del EIA se refieren a medidas de prevención de roturas, pero no indican qué medidas se aplicarán en caso de pérdidas de material y qué medida se aplicará en caso de afectar especies de flora y fauna.**



**Respuesta:**

El término “no se removerá suelo de manera significativa” se emplea para indicar que la habilitación del acceso al nuevo tramo del mineroducto, en aproximadamente un 90% del recorrido, sólo requerirá emparejar la superficie del terreno si ésta presenta irregularidades que dificulten la circulación de vehículos, debido a que se trata de una huella habilitada en terrenos de baja a moderada pendiente. En el resto del recorrido, en tramos montañosos de mayores pendientes, se requerirá efectuar cortes en laderas y habilitación de rellenos o terraplenes, con un ancho estimado de 3 a 4 metros. En el sector de la Pampa del Tamarugal no se requerirá alterar el terreno.

Los efectos ambientales que puede generar la instalación del nuevo tramo de ducto son menores. Los trabajadores se trasladarán diariamente hasta los frentes de avance de la faena, y su labor se restringirá a la instalación del ducto, es decir, sólo existirá personal en el trazado del mineroducto, circulando por el acceso habilitado. Los nuevos ductos se acopiarán junto al trazado del mineroducto, antes de ser ensamblados. No se contempla el retiro o remoción de ductos existentes. Los residuos generados corresponderán básicamente a residuos domésticos de alimentación y algunos materiales de desecho de la construcción (inertes). Estos residuos se almacenarán en recipientes adecuados y serán retirados periódicamente de la faena y enviados al relleno sanitario y depósito de residuos de Collahuasi.

Las medidas de contingencia previstas ante la ocurrencia de una pérdida de material en el mineroducto están descritas en el Capítulo 7, sección 7.4.5 del EIA. En caso que un eventual derrame afecte flora y/o fauna, se acordarán con la autoridad las medidas de compensación ambiental necesarias, según la gravedad del incidente (ver respuesta siguiente).

- ***Ante derrames o pérdidas de material, el titular deberá dar aviso inmediato a la COREMA I Región. A más tardar una (01) semana después de ocurrido el evento el titular deberá entregar el detalle de lo ocurrido y de las medidas aplicadas. En caso que el evento afecte especies protegidas o zonas de especial relevancia para la Reserva, se deberán proponer las medidas correctivas, para que estas sean visadas por la autoridad y llevadas a cabo por el titular.***

**Respuesta:**

Se acoge lo solicitado. Ante la ocurrencia de un eventual derrame o pérdida de material hacia el ambiente, Collahuasi dará aviso inmediato a la COREMA I Región. Adicionalmente, dentro del plazo de una (1) semana después de ocurrido el evento, Collahuasi entregará un reporte detallando lo ocurrido y las medidas aplicadas. En caso que el evento afecte especies protegidas o zonas de especial relevancia para la Reserva Pampa del Tamarugal,



se propondrán las medidas correctivas, las cuales deberán ser visadas por la autoridad antes de llevarlas a cabo.

Area de Punta Patache

- ***Deberá entregarse la localización y los antecedentes técnicos que determinaron localización y número de los pozos de monitoreo de probables infiltraciones hacia el subsuelo (figura 2.5). Asimismo lo indicado en el capítulo 8 del E.I.A. (8.4.1.5) donde se indica que habrán tres (03) pozos nuevos y por otra parte en el Addendum N°1 (fig 2.5) se identifican eventualmente 02 puntos ( x66 y x72). Se solicita al proponente aclarar lo anterior.***

**Respuesta:**

Los pozos destinados al monitoreo de eventuales filtraciones de las piscinas de evaporación de punta Patache se localizan al interior de los terrenos de propiedad de Collahuasi y se presentan en la Figura 2.

Para la definición de los pozos de monitoreo (04) se dispuso de los antecedentes de calicatas (SG) y un pozo construido con anterioridad (SH-1). Esto permitió identificar un relleno salino sedimentario permeable de escasa profundidad apoyado sobre roca correspondiente a andesita. Además se utilizaron las observaciones de la topografía del terreno que indican que la pendiente de esta cubierta permeable tendría una dirección hacia el norte y al oeste principalmente. Con el objeto de cubrir el máximo de posibilidades de detección de eventuales infiltraciones se optó por una distribución sistemática perimetral hacia los límites norte, oeste y sur del terreno destinado a las piscinas de evaporación. Por contrucción estos pozos están destinados a monitorear la calidad de la napa subterránea.

Se estima que la presencia del relleno sobre la roca haría preferente un escurrimiento subsuperficial del agua. Para esto se construyó un pozo (SH-6) al oeste de la piscina actual, con el objeto de detectar posibles infiltraciones subsuperficiales.

Se aclara que en la Figura 2.5 del Addendum N°1 no se muestran los pozos; lo que aparecen son referencias geográficas (cerros con sus cotas).



## **2.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE LA EXPANSIÓN**

### **2.3.1 ACTIVIDADES**

- a.4) *Respecto de la modificación de la localización del botadero de baja ley, se deberá aclarar cuáles son los resguardos operacionales a que se refiere la respuesta.***

**Respuesta:**

En el borde SW del depósito de estéril se mantendrá el camino existente, como límite del pie del botadero (ver Figura 3). En el borde externo de este camino se levantará una berma de protección para retener la eventual caída de material estéril, evitando que éste alcance la vega de la Quebrada San Nicolás.

- ***Aguas Servidas***

***Indicar dimensión y localización de las áreas verdes que señala el proyecto, y que se indican como el lugar donde se verterán las aguas tratadas de los distintos procesos.***

**Respuesta:**

Las áreas verdes tendrán una superficie estimada en una (1) hectárea y se ubicarán en un lugar a determinar durante el desarrollo de la ingeniería de detalle, aledaño a la planta de tratamiento, la cual se ubicará al noreste del taller de camiones (Truck Shop) de Rosario. Esta superficie se estima suficiente para que el agua se evapotranspire a la atmósfera desde el suelo y vegetación presente. La extensión de esta área se ajustará de tal manera de evitar que haya exceso de agua en el terreno, y así no producir percolación profunda.

### **2.4.7 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE EMISIONES Y RESIDUOS**

- a) *Relaves***

- a.2) *Se justifica la imposibilidad de instalar carpeta impermeable por una razón económica. Se solicitan argumentos ambientales al respecto.***

**Respuesta:**

La no instalación de carpeta impermeable en el depósito de relaves, específicamente en el sector de disposición de lamas, se basa en los siguientes argumentos de carácter ambiental:



- i) En primer lugar, las propias lamas depositadas constituyen, al consolidarse, un estrato o capa de baja permeabilidad que evita que se produzcan infiltraciones o pérdidas significativas de aguas de relaves hacia el subsuelo. La permeabilidad de las lamas en el nivel inferior (en contacto con el terreno natural) puede estar en el orden de  $10^{-6}$  a  $10^{-7}$  cm/s o menos; esto implica una infiltración inferior a 0,1 L/s en una hectárea de superficie, a diferencia de los sectores donde la laguna está en contacto directo con el terreno natural, donde las infiltraciones pueden ser varios órdenes de magnitud superiores (dependiendo de la permeabilidad del terreno, que en general es mucho mayor que el rango anterior), requiriendo carpeta impermeable.
- ii) En segundo lugar, la calidad de las aguas de relaves difieren sólo en tres parámetros respecto de las aguas naturales de la zona (sulfatos, molibdeno y conductividad), y no contienen altas concentraciones de sustancias tóxicas como arsénico y mercurio. Esta característica es típica de las aguas de relave, las cuales se utilizan en varias operaciones mineras para el riego de especies arbóreas, incluso frutales (a nivel experimental) con buenos resultados; las operaciones de División Andina de Codelco, así como Tórtolas de Disputada de Las Condes son ejemplos de ello. En el caso de Collahuasi, las diferencias de concentración entre línea base y aguas de relave son las siguientes:

<b>Parámetro</b>	<b>Línea Base Acuífero</b>	<b>Agua de relaves</b>
Molibdeno	0,006 mg/L	0,031 mg/L
Conductividad	793 $\mu$ S/cm	1.091 $\mu$ S/cm
Sulfatos	43-262 mg/L	218-355 mg/L

- iii) El efecto de aumento de concentraciones de Molibdeno, Conductividad y Sulfatos en el acuífero a causa de las infiltraciones previstas no es significativo, y está cuantificado (para el caso del molibdeno y conductividad) en el Addendum N°1 (respuesta 2.4.7 a.5). Los resultados están incluidos en las Figuras N°4 y N°7 del Addendum N°1, y consideran un escenario en que no se capturan las infiltraciones.
- iv) La captación de las infiltraciones mediante pozos de bombeo permitirá limitar el aumento de las concentraciones, manteniendo los niveles de molibdeno, conductividad y sulfatos dentro de los rangos de línea base. En efecto, el programa de monitoreo previsto para el depósito de relaves permitirá tener un seguimiento de la evolución de los contenidos de molibdeno y conductividad en las aguas del acuífero; si se detecta un aumento progresivo, se pondrá en marcha el sistema de captación, antes que los niveles superen los rangos de línea base.

En síntesis, el argumento ambiental de no instalación de carpeta impermeable en todo el depósito (sino sólo en el sector de la laguna) radica en que el efecto de alteración de la calidad del agua del acuífero no es significativo, y puede ser controlado, manteniendo las concentraciones dentro de los rangos de línea base.



- a.3) Respecto de lo señalado en el punto 2.4.6. letra a.3. La comparación entre la infiltración y las aguas de recirculación tiene como objeto destacar que la cantidad de agua infiltrada es similar a la recirculada, lo que representa una alta pérdida de un recurso escaso. En este sentido se solicita estudiar y/o evaluar incrementar la recirculación del mismo o aplicar medidas que permitan captar aguas desde el propio espejo de agua del Tranque a fin de disminuir la infiltración.**

**Respuesta:**

Tal como se señaló más arriba, la operación del sistema de recirculación de aguas claras desde la laguna del depósito de relaves busca minimizar el volumen y superficie de agua en esta laguna para minimizar la evaporación y optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico. Por lo tanto, se recircula toda el agua que es físicamente posible bombear desde la laguna, manteniendo el menor tamaño de laguna posible.<sup>1</sup> La infiltración en el sector de la laguna está controlada por la carpeta impermeable instalada en el área de contacto de la laguna con el terreno natural, por lo cual la tasa de bombeo, si bien se trata de maximizar, no incide en las infiltraciones del tranque. Los datos operacionales indican que la recirculación total es del orden de 75%.

**a.7)**

- **Indicar cuáles son los criterios técnicos que justifican la localización y profundidad de los 7 pozos de monitoreo señalados en la figura N° 5. Se solicitan las coordenadas exactas de localización de cada pozo. Asimismo, se requiere conocer cuánto tiempo se demora desde que se producen las infiltraciones hasta que son detectadas, cuál es la variación esperada durante la vida útil del proyecto , en qué año se espera la máxima y mínima infiltración.**

**Respuesta:**

**(i) Pozos de Monitoreo.**

El sistema de vigilancia de la calidad de las aguas subterráneas en torno al depósito de relaves consiste en el muestreo de aguas desde pozos y el análisis de determinados elementos seleccionados (además de los macroelementos para validar la precisión del análisis de laboratorio).

Se propone implementar los siguientes pozos de vigilancia (ver Tabla siguiente y Figura 1):

<sup>1</sup> Se debe considerar que la distancia y altura de bombeo del agua del depósito de relaves son menores en relación a los pozos de Coposa, por lo cual se busca siempre aprovechar al máximo esta agua clarificada del depósito.



- Pozos al sur del depósito: M-4; M-12 y M-5, todos ellos existen en la actualidad
- Pozos al Nor-este del depósito: MA-01 (existente) más otro a ser construido al oeste de éste.
- Pozos al Nor-oeste del depósito: MA-02A (ó B), existente, más otro a ser construido al este del señalado.

Tabla: Pozos Propuestos para la Vigilancia de las Filtraciones desde el Tranque de Relaves.

<b>Nombre Pozo</b>	<b>Ubicación UTM Norte (m)</b>	<b>Ubicación UTM Este (m)</b>	<b>Profundidad Pozo (m)</b>
M-4	7.682.645	541.074	178
M-5	7.681.988	544.077	257
M-12	7.683.022	544.239	29
MA-01	7.688.541	543.455	250 ¿?
MA-02B	7.687.795	537.892	200 ¿?
Nuevo	7.689.242	543.126	≈ 250
Nor-este tranque	(aprox)	(aprox)	
Nuevo	7.686.938	539.916	≈ 250
Nor-oeste tranque	(aprox)	(aprox)	

La ubicación de los pozos ha sido determinada considerando:

- la dirección esperada del eventual flujo de las filtraciones del tranque (hacia el norte),
- el área cubierta por las lamas del tranque (los pozos deben estar lo más cercano posible del tranque pero fuera de su área),
- la existencia de pozos construidos (contar con estadística histórica de niveles y calidad),  
y
- estar ubicados entre el tranque y los usuarios de aguas subterráneas.

Los primeros criterios justifican los pozos ubicados al norte del tranque. El último criterio justifica además a los pozos ubicados al sur del tranque. No obstante que no se espera que las eventuales filtraciones fluyan hacia ese sector, los 3 pozos ubicados al sur del tranque (M-4; M-12 y M-5) permitirán verificarlo y así asegurar a los usuarios existentes (Quebrada Blanca y CMDIC poseen derechos de aprovechamiento de agua en ese sector) que sus aguas no serán afectadas por el tranque.



**(ii) Caudales de Filtración desde el Tranque**

La máxima filtración desde el tranque se espera para el año 2028 y se prevé que alcanzará a un valor de aproximadamente 127 L/s.

La mínima infiltración desde el tranque durante su vida operacional se espera para el año 2004 y se prevé que alcanzará un caudal de aproximadamente 67 L/s. En el año 2005 se prevé un caudal de aproximadamente 71 L/s.

El tiempo de tránsito de las aguas de las filtraciones (por las zonas no saturada y saturada) y hasta que sean detectadas en los pozos de monitoreo es una variable aún no determinada. A modo de referencia puede señalarse que el tranque tiene aproximadamente 3 años de operación y los pozos que están muy próximos a él aún no han detectado sus filtraciones. La velocidad de flujo es baja.

**(iii) Recuperación del Fluido filtrado desde el tranque**

Los pozos de monitoreo identificados previamente cumplen la función de vigilancia hasta que detecten alguna alteración no deseada. Detectada esas variaciones producidas por filtraciones desde el tranque, esos pozos cumplirán la función de pozos de intercepción de filtraciones (pozos de bombeo) y desde ellos (más otros a ser construidos si son necesarios) se recuperará y recirculará el fluido filtrado hacia el tranque. Aguas debajo de ellos, en la dirección del flujo subterráneo, serán construidos los pozos de verificación de la calidad del agua según se señala en Addendum N°1 (pregunta 2.4.7 a.6).

La ubicación de los pozos de intercepción de filtraciones (al menos 4, que serán construidos durante el año 2001 y primera mitad del 2002) es la más cercana posible al tranque, por lo que la recuperación del fluido infiltrado se efectuará tan pronto sea detectado que efectivamente ocurre. No es posible iniciar antes el bombeo desde los pozos de intercepción de filtraciones por cuanto se requiere previamente constatar que efectivamente ocurren dichas filtraciones desde el tranque.

- **No es posible esperar un deterioro de la calidad de las aguas para iniciar la recuperación del material infiltrado, deberán tomarse las medidas para que el material infiltrado sea recuperado permanentemente y recirculado a proceso. Se solicita informar al respecto.**



**Respuesta:**

El esquema de seguimiento y contingencia asociado al depósito de relaves evitará que se genere un deterioro de la calidad de las aguas subterráneas del acuífero. En efecto:

- a) El programa de monitoreo de las aguas subterráneas en el entorno del depósito de relaves permitirá detectar tempranamente una eventual tendencia creciente de niveles de los parámetros indicadores de las aguas de relave (molibdeno y conductividad eléctrica), y gatillará la medida de contingencia antes que los niveles evidencien una condición de deterioro de las aguas. (Ver respuesta N°1 sobre Sistema Acuífero del Salar de Michincha, más adelante, donde se indican los límites máximos que se aceptarán en los pozos.)
- b) Mediante los pozos de captación (4) será posible capturar en forma permanente las infiltraciones antes que se propaguen aguas abajo. Esto permitirá mantener siempre los niveles dentro de los rangos de línea base. Las aguas capturadas serán recirculadas al depósito de relaves o directamente al proceso.

## **2.5 ETAPA DE CIERRE Y ABANDONO**

### **2.5.1 ÁREA MINERODUCTO**

- ***Indicar qué sucederá con las estaciones disipadoras de energía y el ducto.***

**Respuesta:**

Las estaciones disipadoras serán desmanteladas. Se eliminarán todas las instalaciones de superficie asociadas a estas estaciones. Las fundaciones serán demolidas donde sea factible, y se considera efectuar los movimientos de tierra necesarios para lograr que el terreno adquiera una condición similar a la original.

El ducto quedará enterrado. Previamente se procederá a retirar el concentrado remanente mediante la limpieza del ducto a través de la circulación de agua fresca.

- ***Indicar si restablecerán las condiciones originales de la reserva Pampa del Tamarugal, incluyendo el análisis de la pertinencia de sacar el mineroducto de la zona.***

**Respuesta:**

La condición de superficie del trazado del ducto se restablecerá completamente en el sector de la reserva, eliminando toda instalación existente en superficie y efectuando la



remodelación del terreno. El ducto quedará enterrado sin concentrado remanente, por lo que no constituirá un factor que pueda afectar el medio ambiente.

### **2.5.2 ÁREA DE DISPOSICIÓN DE ESTÉRIL Y MINERAL DE BAJA LEY**

- **Indicar si se ha considerado la máxima crecida probable para determinar que el espesor y el material de recubrimiento del depósito es adecuado para impedir las infiltraciones.**

**Respuesta:**

Las infiltraciones en los depósitos de estéril pueden producirse debido a la precipitación directa de aguas lluvia sobre la superficie expuesta, siempre que el agua caída en un evento de lluvia supere la "capacidad de campo" o capacidad de retención de humedad de la capa superficial (o superior) de estériles. La circulación de camiones y maquinaria de apoyo sobre la superficie de los depósitos favorecen la retención de humedad en la capa superior, en el sentido que por el efecto compactador y triturador que producen los neumáticos en el material superficial, se reduce su granulometría. Esto aumenta la capacidad de campo o de retención de humedad (lluvia en este caso) y al mismo tiempo disminuye la permeabilidad vertical del material. El proyecto considera, además, mantener pendientes en la superficie del botadero que faciliten el escurrimiento superficial de las lluvias fuera del depósito, minimizando la posibilidad que se infiltren.

La capacidad real de limitar las infiltraciones en los botaderos de estéril de Collahuasi se conocerá paulatinamente en la medida que avance el crecimiento del depósito. Durante la etapa de operación se evaluará la capacidad real de retención de humedad en las superficies finales que van quedando, mediante pruebas de infiltración. Si la capacidad no es suficiente para absorber las máximas precipitaciones de la zona, se evaluarán métodos complementarios de reducción de permeabilidad y aumento de la capacidad de campo, por ejemplo mediante el empleo de rodillos compactadores y eventualmente la incorporación de una cubierta final especial de material de baja permeabilidad.

- **El EIA prevé la instalación de canales perimetrales en la etapa de cierre, indicar el o los lugares de descarga de las aguas y los probables efectos que éstas puedan generar.**

**Respuesta:**

Los canales perimetrales descargarán las aguas interceptadas en la misma quebrada donde se emplaza el botadero, inmediatamente aguas abajo de éste, a la menor distancia posible del pie del respectivo botadero. En este punto el caudal descargado será



prácticamente igual al caudal que se generaría en condiciones naturales, debido a que el canal estará interceptando los aportes superficiales que confluyen naturalmente a ese punto. Por ello, no se anticipan efectos adversos por estas devoluciones de agua en las quebradas. No obstante, se evaluará en cada caso particular la necesidad de incluir en el extremo del canal una obra de disipación de energía para asegurar que no se generen problemas de erosión en el sector de devolución de las aguas. La Figura 1 adjunta muestra el trazado de los canales perimetrales del sector de Rosario.

- ***En caso que exista generación de aguas ácidas, indicar qué parámetros serán los básicos de incorporar en el monitoreo.***

**Respuesta:**

Los parámetros a incorporar en el monitoreo en caso que exista generación de drenajes ácidos son los indicados en la respuesta a la pregunta 2.1.7 c), e incluyen: pH, conductividad, sulfatos y los metales contenidos en las normas NCh 1333 y NCh 409.

- ***Indicar si el Plan de Cierre en detalle contemplará evaluar el estado del depósito y los riesgos frente a crecidas e inundaciones, de manera de asegurar que no se generen excesos de infiltraciones o erosión de taludes.***

**Respuesta:**

Efectivamente, el plan de cierre en detalle se basará en evaluaciones sobre el estado final del depósito de estéril, en términos de riesgos frente a crecidas, inundaciones e infiltración de precipitaciones directas. En función de estas evaluaciones, a realizarse principalmente durante las últimas etapas de la operación, se definirán las medidas y obras tendientes a evitar efectos ambientales adversos en el largo plazo.

- ***Indicar si antes del cierre se evaluará el estado del depósito, considerando estudios de estabilidad frente a eventos sísmicos (incluyendo análisis del máximo sismo creíble).***

**Respuesta:**

Efectivamente, el plan de cierre en detalle se basará en evaluaciones de estabilidad estática y dinámica del depósito de estéril, en términos de riesgos frente a sismos de gran magnitud. En función de estas evaluaciones, a realizarse principalmente durante las últimas etapas de la operación, se definirán las medidas tendientes a otorgar una condición estable y segura de largo plazo.



**2.5.3 INSTALACIONES, TALES COMO CHANCADOR, TALLERES, CORREAS, STOCKPILE, PLANTA CONCENTRADORA, SISTEMA DE IMPULSIÓN DE AGUA, HOTEL.**

- **En base a los tipos de desechos de los depósitos de residuos (domésticos, y peligrosos) indicar cuales serían los parámetros y/o criterios para el diseño del plan de seguimiento una vez culminada la capacidad de los depósitos efectuado el cierre de los mismos.**

**Respuesta:**

A continuación se detallan los pasos a seguir para lograr un abandono seguro del actual depósito de residuos sólidos peligrosos.

- Se retirarán todos los residuos líquidos peligrosos, aceites, depositados en forma transitoria.
- Se retirarán los materiales capaces de generar metales pesados, tales como contenedores con borras de plomo y baterías.
- Se retirarán los residuos sólidos que puedan ser reciclados o tratados en forma externa, tales como grasas minerales.

Con las medidas anteriores se busca dejar en el depósito sólo aquellos residuos sólidos de baja peligrosidad, tales como: tierras contaminadas con hidrocarburos y trapos y huaipes contaminados con hidrocarburos. Esto, además, excluye la creación de fluidos o percolados que puedan llegar a infiltrar. (Los residuos retirados serán enviados a una empresa especializada de disposición/tratamiento de residuos peligrosos.)

- El material depositado se cubrirá con una capa de material arcilloso de 0,5 m de espesor.
- El depósito completo será cubierto con una carpeta de HDPE de 1,5 mm de espesor, sellado con la lámina existente, formado así una celda hermética. Esta cubierta tendrá una pendiente de al menos un 1% hacia el oriente con objeto de no acumular aguas lluvias sobre ella.
- Sobre esta lámina se colocará suelo natural (0,1 m) y se plantarán especies nativas del sector, a una densidad natural.
- Alrededor de esta celda se construirán canales de intercepción de aguas lluvias de 0,5 m<sup>2</sup> de sección.



- El depósito cerrado será inspeccionado visualmente cada 4 meses durante 3 años para:  
i) evaluar asentamientos diferenciales que pudieran afectar el escurrimiento normal de las aguas lluvias sobre él y ii) evaluar el estado de los canales de intercepción de aguas lluvias.

En cuanto al depósito de residuos domésticos, éste se cubrirá completamente con suelo para su cierre, y se habilitará un canal perimetral de aguas lluvia. Este depósito tendrá un seguimiento post-cierre análogo al anterior.

- **Indicar si en la desmantelación de equipos y planta se planifica la descontaminación de la zona (suelos).**

**Respuesta:**

Tal como se señala en la sección 2.5.11 del EIA, en los sectores de estanques de almacenamiento se considera efectuar muestreos de suelo para determinar la eventual presencia de contaminación. Esta medida aplica para estanques de combustibles, reactivos de proceso, y en general cualquier instalación de almacenamiento de sustancias con alguna característica de peligrosidad. Si se detecta contaminación del suelo, el terreno será excavado en todo el espesor afectado; el material removido será dispuesto en tambores metálicos u otro tipo de recipiente adecuado y enviado al depósito de residuos peligrosos.

A la medida anterior se incorpora la remoción de eventuales derrames de relave o concentrado en el terreno. Estos materiales serán retirados mediante palas o maquinaria pesada (según corresponda), y dispuestos en el depósito de relaves. Alternativamente, el suelo con restos de concentrado podrá ser reprocesado en la etapa final de la operación de la planta.

- **Indicar a donde será enviada el agua residual que se genere del lavado de la planta.**

**Respuesta:**

Debido a que el agua residual de lavado de la planta contendrá las mismas sustancias del proceso de flotación (restos de reactivos, restos de concentrado, relaves, etc.), tendrá características similares a las de las aguas de relaves. Por lo tanto, se considera enviarla al depósito de relaves para su evaporación (tal como se señala en la sección 2.5.4 del EIA). Se debe considerar que eventuales derrames de sustancias peligrosas serán removidos según lo señalado en el punto anterior, y no como parte de la limpieza final (con agua) de las instalaciones.



- **Indicar que criterios se utilizarán para ubicar los materiales de fundaciones al final de la vida útil del proyecto.**

**Respuesta:**

Las fundaciones que deban ser removidas por encontrarse sobre el nivel del terreno serán llevadas hasta el depósito de estéril, donde se habilitará un sector especial para disponer los escombros (inertes).

- **El PC del EIA indica que probablemente se reemplazarán las instalaciones de monitoreo, tratamiento de aguas u otras, por instalaciones de menor tamaño. Sin perjuicio de lo cual, se deberá indicar si una vez terminados los monitoreos de la etapa de cierre se contempla el desmantelamiento de estos últimos.**

**Respuesta:**

Efectivamente, al término del monitoreo post-cierre se procederá al retiro o desmantelación total de las instalaciones que se empleen, sin perjuicio que durante el desarrollo del PC de detalle se acuerde con la autoridad dejar operativos ciertos elementos de interés en el futuro, como los pozos de monitoreo.

- **Indicar si se considera retirar los pozos y sistemas operativos instalados en los pozos.**

**Respuesta:**

Esta decisión se adoptará durante el desarrollo y evaluación del plan de cierre definitivo, dependiendo del destino de los respectivos derechos de aguas.

#### **2.5.4 ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO**

- **Indicar si al momento del cierre los sistemas de almacenamiento de petróleo y gasolina serán desmantelados, drenados y lavados y descontaminados los suelos (retiro y recambio de suelo). Asimismo, señalar si se efectuarán análisis del terreno que permitan identificar los suelos que deban ser descontaminados y si estas acciones también se aplicarán a los talleres de mantención.**



**Respuesta:**

El proyecto considera aplicar estas medidas durante la etapa de cierre, tal como se expresa en la sección 2.5.11 del EIA. Tales medidas se aplicarán también al sector de talleres de mantención.

**2.5.5 RAJOS**

- ***Existe contradicción entre E.I.A-1995 y EIA - Expansión respecto de la pertinencia de instalar canales perimetrales en el rajo (el primero señala que los construirá y el proyecto de expansión indica que evaluará el tema). Se solicita aclarar la medida que aplicará al manejo de aguas lluvias (canales perimetrales), señalando el punto de descarga de las mismas y las medidas que adoptará para no generar efectos aguas abajo.***

**Respuesta:**

Se aclara que el proyecto sí considera habilitar canales de contorno en el rajo, para interceptar y desviar las escorrentías superficiales, devolviéndolas a su cauce natural (quebrada) aguas abajo, a corta distancia de la obra. Ver también respuesta a la pregunta 2.5.2, segundo ítem.

**2.5.6 BOTADEROS**

- ***Señalar si al final de la vida útil del proyecto se evaluará la estabilidad a través de estudios de riesgos frente a crecidas e inundaciones, la estabilidad frente a eventos sísmicos (máximo sismo creíble) y la estabilidad química.***

**Respuesta:**

Respecto a la estabilidad frente a crecidas y sismos, ver respuesta a pregunta 2.5.2, ítems 4 y 5.

El proyecto considera evaluar la estabilidad química de los botaderos durante la vida útil a través del análisis de muestras de estériles que se tomarán a medida que éstos se vayan disponiendo. Esto permitirá conocer en el tiempo el potencial de generación de ácido de los materiales que van quedando dispuestos en el botadero, y finalmente el potencial global de generación de ácido al momento del cierre. Lo anterior se complementará, además, con el propio análisis del monitoreo de las aguas drenadas de los botaderos durante todo el período de operación. Los resultados indicarán si es necesario incluir en el PC de detalle sistemas de manejo/tratamiento de drenajes ácidos en el abandono.



### **2.5.7 TRANQUE DE RELAVE**

- **Se indica que se construirán canales abiertos para el manejo de crecidas, indicar su ubicación en planos y los criterios que se consideraron para su localización.**

**Respuesta:**

El trazado de los canales de contorno para la etapa de cierre del depósito de relaves de Collahuasi se definirá en el marco del Plan de Cierre de detalle del proyecto. El objetivo de estos canales es interceptar las escorrentías afluentes y se dimensionarán bajo criterios de seguridad de largo plazo. El criterio general es ubicar los canales siguiendo el perímetro final del depósito, y devolver las aguas al cauce natural (quebrada) de un modo que no provoque efectos erosivos.

- **Indicar si se aplicarán medidas tendientes a minimizar y controlar las emisiones de material que se generen cuando el tranque se seque y se encuentre expuesto a una mayor erosión eólica, con el consecuente arrastre de material.**

**Respuesta:**

Tal como se señala en la sección 2.5.5 del EIA, el proyecto considera evitar la erosión eólica (y también hídrica) de la superficie final de relaves mediante la instalación de una cubierta de material granular grueso, tanto en el sector de lamas como en los taludes y coronamiento del muro.

- **Indicar si al final de la vida útil del tranque se contempla efectuar un diagnóstico de la calidad de los suelos próximos al tranque para verificar el alcance de la contaminación de los mismo por el arrastre de material expuesto a la erosión eólica.**

**Respuesta:**

Efectivamente, el proyecto contempla efectuar un diagnóstico de la calidad de los suelos próximos al depósito de relaves al término de la operación, para evaluar si existe algún grado de contaminación y en función de ello planificar medidas de remediación que serán previamente aprobadas por la autoridad competente.



### **2.5.8 PLANTAS DE FILTRO Y SECADO**

- **Indicar si al final de la vida útil de las plantas y en caso que estas se desmantelen se contempla efectuar muestreos de suelo y descontaminación de la zona, en caso de corresponder.**

**Respuesta:**

La medida anterior formará parte de las acciones de cierre, tal como se señaló previamente para el caso de los estanques de almacenamiento de sustancias.

- **Indicar si se lavarán los equipos antes de ser desmantelados**

**Respuesta:**

Tal como se señala en la sección 2.5.4 el EIA, está considerado lavar las instalaciones y equipos de proceso durante el cierre del proyecto, antes de proceder con el desmantelamiento de los mismos.

### **2.5.9 PISCINAS DE EVAPORACIÓN**

- **Indicar si antes de efectuar el relleno de las piscinas se contempla efectuar análisis y toma de muestras de los terrenos aledaños a las piscinas, con el objeto de determinar si se generó algún grado de contaminación. De ser así, señalar si se aplicarían medidas para retirar los suelos contaminados.**

**Respuesta:**

Las medidas señaladas se incorporarán en el plan de cierre de detalle, incluyendo la remoción de suelo eventualmente contaminado.

### **2.5.10 CONDICIONES**

- a) **Ante la eventualidad de una paralización temporal o detención transitoria de la operación de una faena o instalación minera, el titular debiera comprometerse a:**
  - **Informar a la COREMA I Región, al menos (02) dos meses antes que el cierre temporal se haga efectivo. Lo anterior, sin perjuicio de la obligatoriedad de comunicar al SERNAGEOMIN según lo dispuesto en el Reglamento de seguridad minera.**



- **Indicar el plazo en el cual se espera que dure la paralización. Lo anterior, sin perjuicio de que por razones de la empresa los plazos se prolonguen, en cuyo caso, bastará con mantener informado a la COREMA y en el caso que se requieran medidas, proponerlas.**
- **Indicar las instalaciones u obras que se paralizarán.**
- **Indicar y describir las medidas de control ambiental que se llevarán a cabo para impedir que se generen efectos ambientales negativos no deseados.**

**Respuesta:**

Collahuasi se compromete a dar cumplimiento a lo solicitado en los puntos anteriores.

- b) **En este sentido, el titular del proyecto deberá presentar a la COREMA I Región, dos (02) años antes del Cierre el Plan de Cierre en detalle para su aprobación.**

**Respuesta:**

Collahuasi se compromete a dar cumplimiento a lo solicitado.

### **CAPÍTULO 3: PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE**

#### **Aguas Servidas**

- **El titular indica que la disposición de lodos generados por el funcionamiento de la planta de tratamiento del sector Rosario, se hará en el relleno sanitario de Collahuasi, se debe indicar que la disposición de estos residuos junto con los residuos domiciliarios no es recomendable, debido a los altos contenidos de humedad de los lodos, esto puede dificultar la operación normal del relleno sanitario e incluso colapsar. Por lo tanto es pertinente disponer los lodos en rellenos exclusivos para tal efecto, o bien destinar un sitio especial dentro del relleno sanitario de residuos domiciliarios.**

**Respuesta:**

Se acepta la recomendación. Dentro del depósito de residuos orgánicos se construirá una piscina especial para el secado de los lodos por evaporación, de aproximadamente 5 x 5 x 0.5 metros, la que se impermeabilizará con una membrana de polietileno de alta densidad de 1 a 1,5 mm de espesor, de manera de poder retirar los lodos tratados y secos.



### **Aceites y lubricantes usados**

- **En atención a lo estipulado en el artículo 19 del Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en lugares de trabajo, aprobado por Decreto N° 594/99 del Ministerio de salud, corresponderá que el transporte de Residuos Industriales desde las instalaciones de Collahuasi sea autorizado por el Servicio de Salud correspondiente, en este caso el Servicio de Salud de Iquique, Región de Tarapacá, y por lo tanto la autorización del Servicio de Salud de Antofagasta, región de Antofagasta, ( Resolución N° 4582 del 12.octubre.2000), sólo es válida en su jurisdicción.**

### **Respuesta:**

Collahuasi procederá oportunamente a solicitar por parte del Servicio de Salud de Iquique la autorización establecida en el Decreto N°594/99 sobre la materia.

## **CAPÍTULO 6: PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

- **El Plancton, base alimenticia de los flamencos, presenta grandes cambios temporales denominados sucesiones, que son ciclos continuos, si éstos se ven afectados por cambios de la concentración de nutriente en los salares podría afectar a las poblaciones de flamencos con consecuencias globales. De acuerdo a lo expuesto el titular deberá establecer un Programa de Monitoreo Estacional del Sistema Coposa-Michincha, que contemple censos de los flamencos y aves acuáticas.**

### **Respuesta:**

A continuación se presenta el alcance del programa de monitoreo de avifauna y limnología de ambientes acuáticos en los salares de Coposa y Michincha. En Coposa este monitoreo se efectúa desde 1997, y ahora se inicia en Michincha.

#### **a) Objetivos generales**

- **Desarrollar un monitoreo estacional, dos veces al año, en el salar de Coposa y salar de Michincha, considerando muestreo de plancton, bentos, características físico-químicas, variación limnimétrica de las lagunas, y presencia de avifauna, para caracterizar los componentes del ecosistema.**



**b) Objetivos específicos**

- Identificación y recuento de especies aviales asociadas a ambientes acuáticos (flamencos y aves acuáticas), considerando parámetros de abundancia y diversidad.
- Identificación de las colonias de nidificación de flamencos, recuento de especies nidificantes y crías.
- Realizar análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton y zoobentos de las lagunas salobres, considerando cladóceros, copépodos, anfípodos, braquiópodos, entre otros, para conocer la oferta alimenticia de las parinas.
- Realizar análisis cualitativo a nivel de especies y cuantitativo del fitoplancton y fitobentos de las lagunas salobres, considerando diatomeas, entre otras, para conocer la oferta alimenticia de las parinas.
- Monitoreo del tamaño de las lagunas y agua superficial del salar de Coposa y Michincha para describir los cambios dinámicos estacionales y efectos del clima sobre los cuerpos de agua.
- Monitoreo de las condiciones físico-químicas de las lagunas salobres de los salares, incluyendo nutrientes.

**c) Metodologías**

Aves

La identificación de aves se realiza por observaciones directas mediante el uso de prismáticos y telescopio montado en un trípode y se considera un recuento total de especímenes. En el caso de los flamencos se realiza un doble conteo.

Microinvertebrados

Zooplancton: para el análisis del plancton se toma una muestra de agua de 10 L en cada estación, se filtra mediante un tamiz y se fija en formalina al 5%. Posteriormente se procede al recuento.

Zoobentos: para el análisis de bentos se utiliza un core de 5cm<sup>3</sup> y las muestras se fijan en formalina al 5%. Posteriormente se procede al recuento.



El análisis cuantitativo de microinvertebrados (zooplancton y zoobentos), se basa en el recuento total de especímenes en el volumen tomado, expresando los resultados en ind/10 L para el zooplancton, y en ind/5cm<sup>3</sup> para el zoobentos.

Microalgas

Fitoplancton y fitobentos: para el análisis cuantitativo se utiliza el método “gota alícuota”, que consiste en extraer 2 alícuotas de cada muestra y la determinación del número de individuos por litro (ind/L), se realiza mediante una extrapolación algebraica simple.

El análisis cualitativo de las especies se realiza mediante microscopía.

Condiciones físico – químicas

El muestreo, la preservación de las muestras y los análisis de laboratorio se realizarán según los procedimientos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de uso internacional.

#### **d) Lugares de muestreo**

##### c.1 Salar de Coposa

El recuento de avifauna se realiza en los siguientes puntos de monitoreo

- Un punto fijo de observación ubicado unos 200 m al NE de la laguna Jachu Coposa
- Un recorrido por el borde sur de la laguna Jachu Coposa.

El resto de las variables se monitorea en dos transectos para representar la dinámica del salar, denominados:

- Transecto 1 (sur), que incluye las estaciones T1, T2 y T3
- Transecto 2 (norte), que incluye las estaciones T4, T5 y T6.

Además se monitorea el afloramiento de agua (estación A1). La Figura 4 muestra los transectos y estaciones de muestreo.

##### c.2 Salar de Michincha

Considerando el tamaño y las condiciones de visibilidad y accesibilidad de este Salar, se utilizan los mismos puntos de muestreo para el recuento de avifauna y el monitoreo del resto de las variables, siendo éstos los siguientes:



- Lugar ubicado en el centro de la laguna que se forma en la zona norte del salar, donde residen las parinas.
- Vertiente, ubicada en el sector sur del salar.

#### **6.2.10 PATRIMONIO CULTURAL**

- a) ***Se reitera la necesidad de identificar a la persona responsable en cada parte de la información arqueológica señalada en el Estudio.***

**Respuesta:**

A continuación se indican los diversos reconocimientos arqueológicos realizados en el área del proyecto y los respectivos profesionales responsables.

- Reconocimiento Arqueológico Area Mina. Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, Estudio de Impacto Ambiental. Investigador Responsable: Lautaro Núñez, Arqueólogo PhD. Geotécnica Consultores. 1995.
  - Estudio de Impacto Sobre el Patrimonio Cultural. Trazado Caminero Campamento Collahuasi – Carretera Sagasca, I Región de Tarapacá. Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi. Luis Briones Morales, Especialista. Marzo 1996.
  - Estudio de Impacto Sobre Patrimonio Cultural, Proyecto de Construcción Carretera Sagasca-Collahuasi. Luis Briones Morales (Universidad de Tarapacá) y Alvaro Romero. Octubre-Diciembre 1996.
  - INFORME FINAL: Arqueología y Proyecto de Valoración del sitio CO-37 Tambo Collahuasi. Luis Briones Morales (Universidad de Tarapacá) y Alvaro Romero. Abril de 2000.
  - Estudio Arqueológico del Trazado del Mineroducto Luis Briones M. Arqueólogo, 2001
  - Prospección del Area Geográfica del Pabellon del Inca, Luis Briones M. Arqueólogo, 2001
  - Asesoría Arqueológica para intervención minera en sector Bajo Rosario y Pabellón del Inca, Sra. Cora Moragas W., Arqueóloga y Luis Briones M., Arqueólogo, Estudio en Ejecución.
- b) ***Se reitera la consulta de ¿ quién autorizó, qué medidas fueron adoptadas y quién las aplicó a los siguientes sitios ; 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 70, 71 y 72?***



**Respuesta:**

Los sitios arqueológicos señalados corresponden a sitios reconocidos en el EIA de 1995 y están asociados al proyecto original. Ninguno de ellos es afectado por el proyecto de expansión que es materia de la evaluación actual, por lo que no forman parte de este proceso. No obstante, la información solicitada será presentada al Consejo de Monumentos Nacionales de manera independiente al actual proceso de calificación.

- c) *Se debe prospectar arqueológicamente la totalidad del trazado del mineroducto, antes de tomar una decisión ambiental sobre el proyecto. Por lo tanto, la información debe ser entregada durante este proceso de evaluación.***

**Respuesta:**

En Anexo A se adjunta el informe de la prospección de la totalidad del nuevo trazado del mineroducto. El informe señala que el nuevo tramo de mineroducto no afecta sitios arqueológicos.

Además se adjunta Anexo B con informe arqueológico del trazado del nuevo acueducto entre los pozos de Michincha y la planta de procesos.

- d) *Se insiste en que la planta debe ser localizada en un lugar donde no se intervengan sitios arqueológicos***

**Respuesta:**

La construcción de la ampliación de la planta no interviene sitios arqueológicos.

- e) *Si se está solicitando el permiso ambiental sectorial señalado en el artículo 74, se debe señalar para cada sitio arqueológico el por qué de tal solicitud, las actividades en cada sitio, y las actividades de investigación asociadas entre otros.***

**Respuesta:**

Se adjunta Anexo C con la información solicitada.



**SISTEMA ACUÍFERO SALAR DE COPOSA**

- 1** ***Según la respuesta a la pregunta f) del I Consolidado, ¿ no se considerará ningún umbral de descenso de niveles para implementar medidas de mitigación en salar de Coposa? .***

**Respuesta:**

La reposición del caudal de la vertiente (programa de mitigación) se iniciará cuando el valor medido del caudal de la vertiente descienda, si llegase a ocurrir, hasta el valor umbral previamente definido (caudal con probabilidad de excedencia 95%)

Por lo tanto, el caudal de la vertiente es la variable que activará las medidas de reposición del caudal y no los descensos de niveles del agua subterránea. En consecuencia, no se considera ningún valor umbral para la variable "descensos de niveles".

- 2** ***Se requiere un Estudio que defina claramente el comportamiento, origen y fuente de alimentación de la vertiente Jachucoposa en el Salar de Coposa. Establecido lo anterior, se deberá reproducir fielmente el comportamiento de esta vertiente en el modelo de simulación durante el período de calibración.***

**Respuesta:**

Se hace presente que los estudios presentados reúnen toda la información existente a la fecha sobre el comportamiento dinámico de los sistemas hídricos involucrados. Se ha incluido también toda la información, estudios y mediciones, de la Dirección General de Aguas sobre la vertiente de Jachucoposa (identificación y delimitación del sector acuífero que la alimenta, caudales aforados históricos, estudios específicos en la cuenca). Toda esa información ha sido integrada en el modelo de simulación hidrogeológico presentado.

Con los antecedentes anteriores, disponibles a la fecha, el modelo utiliza una conceptualización del "comportamiento, origen y fuente de alimentación de la vertiente Jachucoposa en el Salar de Coposa". Esta interpretación corresponde al caso más desfavorable, en el cual el caudal de la vertiente estaría directamente relacionado con el acuífero que se explota. Sin embargo, existen otras hipótesis, entre las cuales la vertiente estaría alimentada solamente por caudales provenientes de la zona de recarga, en cuyo caso no sería afectada por la explotación del acuífero. Con el objeto de mejorar el conocimiento del sistema Vertiente-Laguna se están realizando estudios que permitirán obtener un mayor entendimiento del sistema.



Con respecto al origen y fuente de alimentación de las aguas de la vertiente y bofedal de Jachucoposa, Se hace presente que ellos han sido identificados por la Dirección General de Aguas en su "Delimitación de Acuíferos de Vegas y Bofedales de las Regiones de Tarapacá y Antofagasta" (1996). El estudio anterior, por ser un estudio que es un referente utilizado por la Dirección General de Aguas para resolver materias de derechos de aprovechamiento de aguas, ha sido aceptado sin discutir sus conclusiones.

Con respecto al caudal de la vertiente de Jachucoposa, Se hace presente que el modelo presentado reproduce adecuadamente su comportamiento promedio durante el período de calibración. En efecto, los caudales medidos (aforos) de la vertiente Jachucoposa presentan un valor de 61 L/s para una probabilidad de 50% y de 60 L/s para su valor promedio anual. El modelo entrega un caudal de 60,9 L/s para la vertiente Jachucoposa, el cual es prácticamente idéntico a los valores medidos.

Se hace presente además que el objetivo del modelo de simulación es la predicción de impactos en el largo plazo. Por lo anterior, el caudal que es pronosticado con el modelo corresponde al caudal originado por años de humedad equivalente a un año promedio de la serie de años con mediciones históricas (año promedio).

El modelo no reproduce las variaciones del caudal originadas por períodos de sequía o por períodos extremadamente húmedos, por cuanto:

- a) no existen las mediciones históricas necesarias para lograrlo con un nivel de confianza técnica suficiente, y
- b) no es posible incluir en la predicción la secuencia de años húmedos y años secos con un nivel de certeza suficiente (no es posible predecir, para una secuencia de 50 años futuros, cual de ellos será húmedo y cual será seco).

Si el objetivo de la pregunta ("reproducir fielmente el comportamiento de esta vertiente en el modelo de simulación durante el período de calibración") se refiere a la reproducción de las variaciones entre años húmedos y años secos, para su logro se requerirá previamente instalar sistemas de medición de las variables hidrológicas involucradas, tales como (i) precipitación en el área de alimentación, y (ii) niveles del agua subterránea dentro de la zona prohibida para nuevas exploraciones y explotaciones y que corresponde al área de alimentación de la vertiente y del bofedal de Jachucoposa (según el estudio citado de la DGA). Este estudio se hará en acuerdo con la autoridad.

Después de efectuar dichas mediciones por un período de tiempo significativo en el cual la vertiente haya estado sometida a condiciones naturales de estrés hídrico para calibrar su comportamiento dinámico (equivalente a las pruebas de bombeo para el caso de pozos), se podrá formular un modelo de detalle para la vertiente (incluyendo sus variaciones



mensuales). En particular, se requiere evaluar los tiempos de tránsito de la recarga por la zona no saturada y la dependencia del caudal de la vertiente con los niveles del agua subterránea (curva de descarga).

Para el logro de lo anterior, sólo la Dirección General de Aguas puede autorizar directamente las obras necesarias dentro del área prohibida. La alternativa es que autorice a CMDIC para realizar las exploraciones necesarias, o permisos de investigación, en los terrenos públicos que alimentan la vertiente y el bofedal de Jachucoposa (según artículo 58 del Código de Aguas). Sin estas obras y autorizaciones es difícil mejorar el modelo presentado por CMDIC, adecuándolo para efectuar predicciones de las variaciones mensuales del caudal de la vertiente Jachucoposa.

En conclusión, y sin perjuicio de que CMDIC pueda realizar posteriormente los estudios solicitados, idealmente deberían ser realizados en forma conjunta entre la DGA y CMDIC, se hace presente que los estudios presentados:

- Han definido adecuadamente el comportamiento, origen y fuente de alimentación de la vertiente Jachucoposa (de hecho, han sido definidos en un estudio previo de la DGA).
- El modelo de simulación reproduce fielmente el caudal de la vertiente Jachucoposa para un año hidrológico promedio. Dicha escala de tiempo es la adecuada para los objetivos del estudio y que corresponde a la evaluación y predicción de eventuales impactos producto del bombeo programado por CMDIC.
- La modelación (conceptualización) del comportamiento, origen y fuente de la vertiente, siendo éste uno de los modelos pesimistas donde el impacto está directamente relacionado a la extracción.

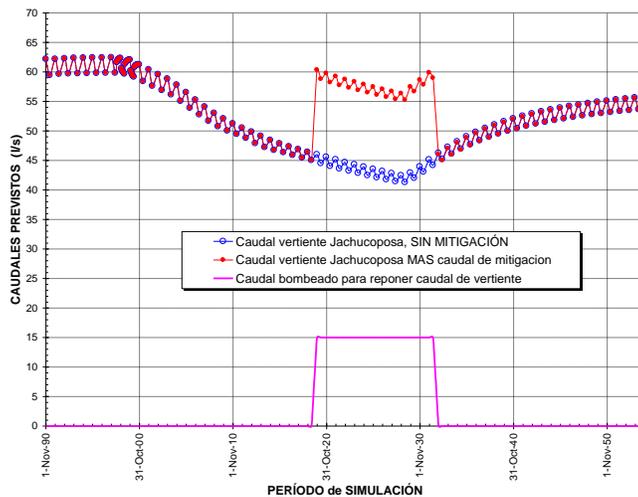
**3 En relación a la observación oportunamente hecha respecto del procedimiento a aplicar para contrarrestar los descensos en los caudales que ocurrirán en la denominada vertiente Jachucoposa, no se entiende la efectividad del procedimiento propuesto; reponer el caudal de la vertiente con aguas de similar composición química, recurriendo a un pozo de mitigación ubicado en algún punto de la propia zona de alimentación de la vertiente. El procedimiento de mitigación propuesto, pareciera de efectividad incierta, del momento que en rigor, sólo comprometería un trasvase de aguas de la propia hoyo, sin aporte externo, con ello no genera una efectiva mitigación.**



**Respuesta:**

El procedimiento propuesto fue evaluado con el modelo de simulación, verificándose así su efectividad.

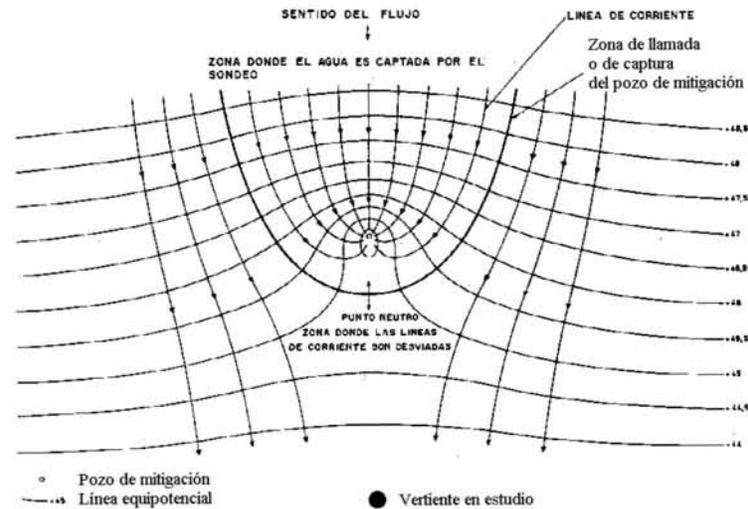
El procedimiento fue establecido en la respuesta a la pregunta 6.2.3-d.1 del Addenda N°1. La efectividad de la reposición del caudal es mostrada en la Figura N°11 del Addenda N°1, la cual se reproduce a continuación:



Caudal de la vertiente Jachucoposa SIN y CON mitigación de acuerdo con el plan propuesto  
(Fuente: Addendum N°1, mayo 2001)

En consecuencia, se observa que el procedimiento de mitigación propuesto produce una efectiva mitigación.

El objetivo de ubicar el o los pozos de mitigación en el área de alimentación de la vertiente o en sus proximidades, es asegurar que el agua que se alumbre con propósitos de mitigación tenga igual composición química que el agua original de la vertiente. No obstante, deberá estar suficientemente alejado de forma tal que la zona de captura (o de llamada) del pozo de mitigación no alcance el punto de afloramiento de la vertiente. En la figura siguiente se muestra en forma esquemática lo anterior. Con este plan de mitigación existe un compromiso en términos de caudales y calidad de las aguas a compensar.

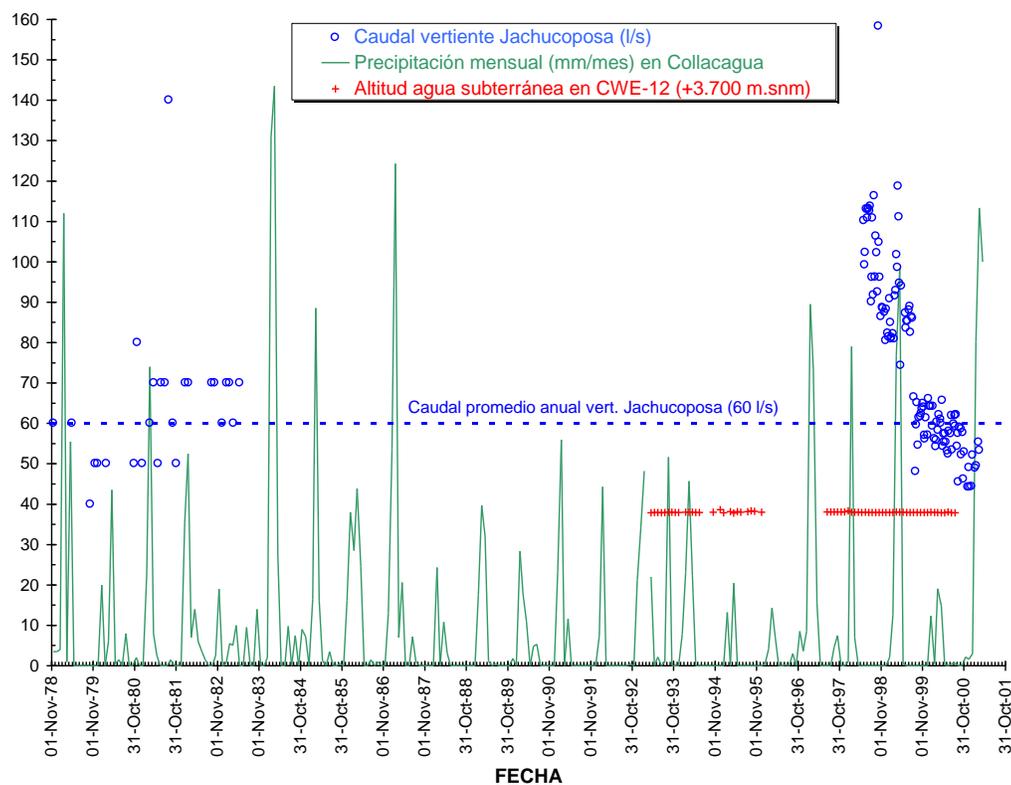




lluviosos. Se prevé que el caudal de la vertiente estaría siguiendo con desfase esas secuencias de años con diferentes contenidos de humedad.

No obstante lo anterior, tampoco es posible establecer una correlación directa entre la lluvia y el caudal de la vertiente.

Considerando lo anteriormente expuesto, el período de recurrencia de los caudales de la vertiente fue realizado por medio de un análisis de frecuencia de sus caudales medidos (a nivel mensual). Sus resultados fueron incluidos en el Addendum N°1.



**5** *Las carencias de sondajes, y por tanto del conocimiento de los niveles freáticos y sus eventuales oscilaciones naturales en el tiempo en el salar de Empexa, limita el confiable conocimiento de la situación de la superficie del agua subterránea. Por tanto, no es posible afirmar que la horizontalidad de los niveles de agua entre los salares de Coposa y Empexa, cree una condición hidráulica favorable a restringir el flujo subterráneo desde el salar de Coposa al salar de Empexa.*



**Respuesta:**

La superficie del agua subterránea en el límite de la cuenca del salar de Coposa con la cuenca del salar de Empexa ha sido establecida a base de las mediciones histórica de niveles (desde julio de 1997) en 3 pozos de CMDIC. Con base en esas mediciones se ha concluido que la horizontalidad de la superficie del agua subterránea en dicho sector de la cuenca de Coposa muestra que, de existir flujo hacia Empexa, dicho flujo sería mínimo a despreciable.

A continuación se muestran esos antecedentes (los datos están en el informe hidrogeológico de Coposa presentado anteriormente):

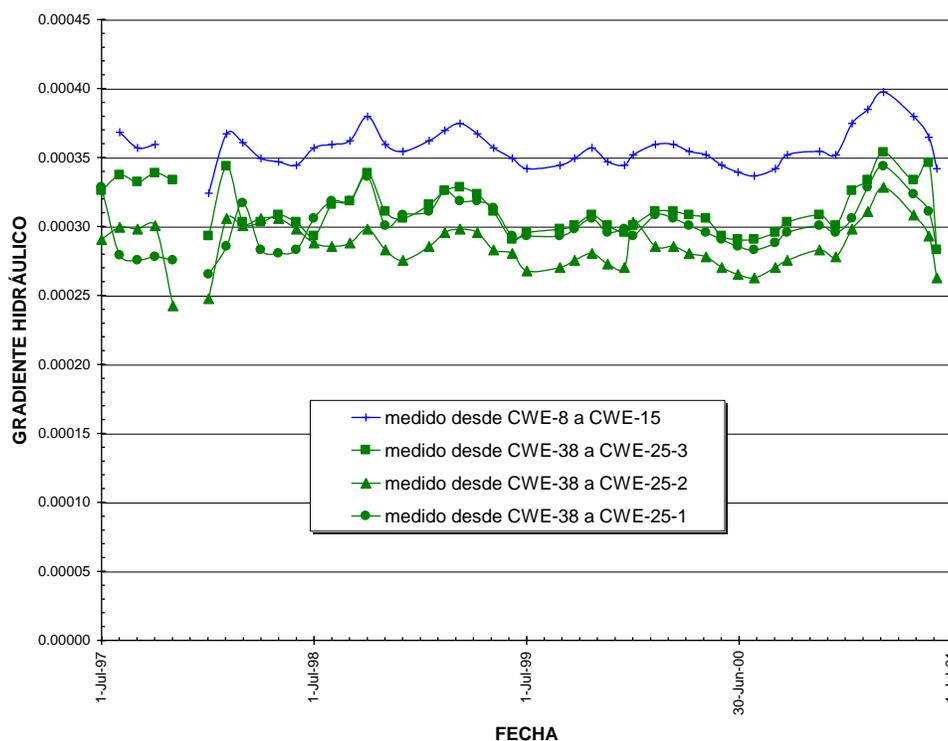
En el extremo norte de la cuenca del Salar de Coposa, CMDIC ha construido tres sondajes profundos (CWE-25, CWE-15 Y CWE-38), de los cuales uno es un multipiezómetro (CWE-25). La ubicación de estos sondajes es la siguiente (en Figura N°6.2 del informe hidrogeológico de Coposa se muestra su ubicación en forma gráfica):

Pozo	Norte	Este	Cota	Prof. Pozo
CWE38	7722851	539964	3734	216
CWE25-1	7725798	542607	3738	102 m (82-97 m)
CWE25-2	7725798	542607	3738	102 m (56-70 m)
CWE25-3	7725798	542607	3738	102 m (18-34 m)
CWE15	7725761	542635	3739	72

Los pozos CWE-25 y CWE-15 se ubican más al norte y próximos al límite de la cuenca. El pozo CWE-38 se ubica al sudoeste de los anteriores y en dirección de aguas arriba del flujo subterráneo natural. En consecuencia, el gradiente hidráulico, el cual representa la energía del flujo subterráneo, se evalúa entre los pozos CWE-38 y CWE-25 y entre los pozos CWE-38 y CWE-15.

En la Figura siguiente se presentan los resultados del cálculo. Se observa que el gradiente hidráulico es muy pequeño, lo cual comprueba que la superficie del agua subterránea en el sector analizado es prácticamente horizontal. Además, considerando las oscilaciones naturales en el tiempo se observa que el gradiente hidráulico ha variado entre 0,00025 (valor mínimo) y 0,0004 (valor máximo) en el período entre julio de 1997 y julio de 2001.

Todo lo anterior conduce a concluir que el flujo hacia Empexa, de existir, es mínimo a despreciable.



## SISTEMA ACUÍFERO SALAR DE MICHINCHA

- 1 **Respecto del Monitoreo de la calidad del agua subterránea en la cuenca de Michincha destinado a detectar posibles alteraciones en la calidad química por efecto de las infiltraciones del Tranque de Relaves, se deberá considerar un criterio de contaminación "cero" para adoptar las medidas de mitigación o remediación necesarias cuando la calidad química natural del acuífero se vea alterada.**

### Respuesta:

Collahuasi interpreta que la observación formulada intenta establecer que debe evitar supera el contenido natural del agua subterránea en los parámetros indicadores; es decir, las medidas de mitigación o remediación deben activarse antes que las infiltraciones hagan superar el contenido natural máximo registrado de Molibdeno y Conductividad Específica en las aguas receptoras.

De acuerdo con lo informado por CMDIC en el Addendum N°1, el contenido natural de las aguas subterráneas medidas en el pozo MA-01 -en el período 11/03/2000 al 23/12/2000-, es la siguiente (parámetros indicadores):



Molibdeno Total:	Concentración promedio	=	0,006 mg/l
	Concentración máxima	=	0,008
	Concentración mínima	=	0,003

Conductividad Específica:	Promedio	=	793 $\mu$ S/cm
	Máximo	=	815
	Mínimo	=	747

Dichos valores podrán ser considerados como el contenido natural de las aguas en el sector acuífero donde se localiza el pozo MA-01. No obstante, se hace presente: (i) dichos valores surgen del análisis estadístico de 9 muestras de agua (en un año), (ii) varios de los pozos de monitoreo aún no han sido construidos, por lo que no se dispone en la actualidad de datos de la calidad de las aguas en esos puntos, y (iii) es recomendable medir el contenido natural en todos los puntos de observación.

Considerando lo anterior, se modifica la respuesta a la observación (2.4.7 a.6) del Addendum N°1, quedando como sigue:

La necesidad de interceptar infiltraciones del depósito de relaves se definirá en función de los resultados del plan de monitoreo de aguas subterráneas que se especifica en la respuesta (2.4.7 a.7) del Addendum N°1. La intercepción de infiltraciones, desde los pozos (4) de bombeo a construir (2001-2002), se llevará a cabo siempre que en los pozos de monitoreo los parámetros indicadores de la calidad de las aguas de relave (Conductividad Específica y el Molibdeno Total) alcancen concentraciones próximas a los niveles naturales máximos de línea base, precedidos por tendencias crecientes sostenidas, al menos durante el periodo de un año (cuatro medidas consecutivas con frecuencia trimestral). El seguimiento de la calidad de las aguas permitirá realizar análisis estadísticos que permitan establecer con mayor objetividad cuándo una serie de datos estaría dentro o fuera de una tendencia creciente.

Ante tal situación se procederá de la siguiente manera:

- i. Se iniciará la extracción de agua desde el o los pozos que muestren concentraciones de los parámetros indicadores próximas a los contenidos naturales del agua subterránea en ese punto. El contenido natural del agua subterránea en cada pozo de monitoreo será establecida por la Dirección General de Aguas, de acuerdo a los antecedentes que posea o de acuerdo a la información que aporta Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM. en la respuesta 2.4.7 a.2) de los valores de línea base del acuífero.
- ii. La infiltración captada será recirculada a la laguna de clarificación del depósito o directamente al proceso.



- iii. Se habilitarán pozos de monitoreo de verificación de calidad aguas abajo de los pozos de intercepción, en los cuales se iniciará un monitoreo complementario de calidad de las aguas subterráneas.
- iv. El caudal interceptado se regulará (reducirá o aumentará) dependiendo de los resultados de calidad de las aguas subterráneas en los pozos de verificación.
- v. Asimismo, en función de los resultados en los pozos de verificación se optimizará el sistema de bombeo, agregando o eliminando puntos de captación de infiltraciones, según sea el caso.
- vi. Las medidas anteriores se prolongarán hasta que los resultados de los monitoreos muestren una recuperación.
- vii. La medida de mitigación anterior se ajustará en caudal y tiempo de tal forma de mantener siempre los niveles de concentración dentro de los rangos de línea base.

**2 Se deberá reemplazar el Pozo P-6, destinado a extraer agua para mitigar la disminución del caudal de la vertiente Michincha, debido a que se ubica ( según las coordenadas) dentro de un acuífero protegido que alimenta la vega de Michincha.**

**Respuesta:**

Se hace presente que la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM (CMDIC) cuenta con los derechos de aprovechamiento de aguas necesarios para aprovechar aguas subterráneas desde el pozo P-6 y que corresponde a una autorización otorgada por la Dirección General de Aguas para extraer un caudal de hasta 135 L/s, derecho/autorización que fue otorgado antes que se identificara y delimitara el área protegida del acuífero que alimenta a la denominada "vega de Michincha".

En efecto, la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM posee derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, consuntivos permanentes y continuos, por 135 L/s a ser captados desde el pozo denominado P-6, los cuales fueron constituidos por la Dirección General de Aguas por Resolución N°115 de 1984, la cual fue posteriormente modificada por Resolución DGA N°1 de 1991.

De acuerdo con el inciso segundo del artículo 63 del Código de Aguas, "Las zonas que correspondan a acuíferos que alimenten vegas y los llamados bofedales de las Regiones de Tarapacá y de Antofagasta se entenderán prohibidas para mayores extracciones que las autorizadas, así como para nuevas explotaciones, sin necesidad de declaración expresa. La Dirección General de Aguas deberá previamente identificar y delimitar dichas zonas."



La identificación y delimitación de las zonas de vegas y bofedales en las cuencas de los salares de Coposa y Michincha fue efectuada en 1996, incluyendo a la denominada "vega de Michincha". En consecuencia, la Dirección General de Aguas autorizó la extracción de hasta 135 L/s desde el pozo P-6 con anterioridad a identificar y delimitar la zona que corresponde al acuífero que alimenta a la denominada vega de Michincha. Por lo tanto, la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM cuenta con la autorización requerida.

No obstante lo anterior, es intención de Collahuasi trasladar sus derechos de agua desde el actual Pozo P-6 a otro punto de captación, dejando en el punto de ubicación actual de P-6 un caudal de 6 L/s con el propósito de reponer el caudal de la vertiente Michincha, en el eventual caso que su caudal natural sea afectado por efecto del abatimiento de niveles del agua subterránea producido por la explotación de sus pozos de producción (RPW-3 y P-4).

- 3        *La reposición del caudal de la vertiente Michincha se hará mediante extracciones desde el denominado pozo P6, ..."por el periodo que se necesario".... El pozo P6 posee un potencial compatible con la condición de satisfacer las eventuales demandas y extracciones cuasi ilimitadas asociadas a esta alternativa?***

**Respuesta:**

Efectivamente, el pozo P-6 posee un potencial compatible para un aprovechamiento permanente de más de 6 L/s. Lo anterior fue constatado por la DGA cuando constituyó los derechos de aprovechamiento correspondientes, que alcanzan los 135 L/s.

- 4        *Se deben incorporar los antecedentes técnicos que permitan afirmar que la laguna de Michincha no filtra agua hacia el sistema acuífero y que su aporte hacia las aguas subterráneas bajo ella es despreciable***

**Respuesta:**

Los antecedentes requeridos pueden obtenerse de Resacher-Alonso y Salazar (DGA, 1999). En dicho estudio se concluye, como resultado del balance hídrico de la laguna de Michincha, que la infiltración desde la laguna hacia el sistema acuífero es un 13% del volumen de agua de aporte a la laguna. El volumen de agua restante, hasta completar el 100%, se evapora.



- 5** **No se acepta la hipótesis establecida por el proponente, en relación a que el único impacto esperable por el descenso del nivel freático en el área de alguno de los dos Salares, sea una disminución de la evaporación. Se requiere la realización de un estudio para definir la relación existente entre la profundidad del nivel freático y su afectación al medio ambiente, considerar al menos :**
- **Efecto del aumento de la temperatura del suelo y/o aumento del poder de desecación de la atmósfera, sobre superficies de agua libre circundantes o formaciones vegetacionales comprometidas. Determinando descensos máximos tolerables.**
  - **Efecto producido por el aumento en el gradiente hidráulico entre las formaciones acuíferas superficiales, laguna o nivel saturado de las formaciones de vegas y bofedales existentes. Determinando descensos máximos tolerables.**
  - **Estos descensos también estarán directamente relacionados con la disminución de los caudales en las vertientes, por lo que deberán establecerse caudales mínimos asociados a descensos máximos tolerables.**

**Realizados los Estudios anteriores, el proponente deberá diseñar un Plan de Alerta Temprana destinado a prevenir con anticipación la violación de los límites tolerables, así mismo establecerá reglas de operación para la extracción de agua subterránea considerando limitaciones a la explotación si se requiere. Sólo en casos de fallas en los mecanismos de pronóstico será aceptable la implementación de los planes de mitigación.**

**Estos planes de pronóstico de Alerta Temprana deberán contar con una red de control de flujos superficiales y niveles freáticos suficientemente distribuida, así como una adecuada periodicidad de medición. Esta red deberá contemplar la instalación de al menos un equipo de captura de datos digital ( data logger) con plataforma de transmisión de datos satelital en cada cuenca, equipados con sondas para medición de caudal en las vertientes o en los pozos de mitigación si se presentase el caso , niveles freáticos ( superficial y profundo), conductividad, pH, precipitación. Dichas estaciones deberán estar permanentemente conectadas a la red de la Dirección General de Aguas. La realización de los Estudios indicados, así como el diseño de los Planes de Alerta Temprana, deberán acordarse en detalle con la Dirección General de Aguas.**

**Respuesta:**

Collahuasi entiende que la observación ha sido formulada para el área del salar. En el resto de la cuenca los niveles del agua subterránea están demasiado profundos y por lo tanto no afectan al medio ambiente de la superficie del terreno.

A continuación se responde a cada uno de los elementos identificados en la pregunta:



**Efecto sobre formaciones vegetacionales en el salar:**

En el salar propiamente tal, la alta concentración de sales en el terreno no permite la existencia de vegetación. La existente está asociada a las aguas superficiales proveniente de la vertiente y de las lluvias, las cuales abastecen a los bofedales y lagunas.

Tal como se señaló en los informes hidrogeológicos y en el Addendum N°1, los estudios efectuados por CMDIC permiten prever que el aprovechamiento de las aguas a que tiene derecho producirá una disminución del caudal que es alumbrado por las vertientes. Los modelos presentados calculan el caudal de las vertientes con un enfoque pesimista (mayor impacto posible) por cuanto dichos cálculos se sustentan en que el caudal de las vertientes dependen directamente de la posición del nivel del agua subterránea en el sector donde surgen.

Para mitigar dichos impactos, si llegasen a ocurrir, CMDIC se compromete a reponer el caudal de cada vertiente (con aguas de igual o similar<sup>2</sup> calidad), de forma tal que en ningún momento sea inferior al caudal natural con probabilidad de excedencia 95%. El Plan de Mitigación (reponer el caudal de la vertiente, en el eventual caso que sea afectado por el proyecto) fue presentado en detalle en el Addendum N°1. Al aplicar este plan, se mitigarán los impactos en los bofedales y lagunas del salar, por lo que no serán afectadas las formaciones vegetacionales asociadas a las aguas superficiales (se repondrá el agua de la vertiente a una calidad similar a la que tenía con anterioridad al eventual impacto, manteniendo o restableciendo sus propiedades básicas: caudal y calidad).

**Efecto sobre temperatura del suelo en el salar:**

Sólo en una pequeña fracción del área total del salar de Coposa se experimentará un abatimiento de niveles superior a 1 metro y menor que 2,5 metros (ver Figura N°9.6 en informe de modelación del sistema acuífero de la cuenca del salar de Coposa). En el resto del área el abatimiento de niveles es reducido a despreciable.

En la parte del área que experimentará abatimientos entre 1 y 2,5 metros, la energía calórica que ingresará al suelo será similar a la que ingresaba antes de descender los niveles, por cuanto el albedo del suelo permanecerá invariable (alta concentración de sales en la superficie). Sin embargo, al estar los niveles del agua subterránea a mayor profundidad, se producirá una menor pérdida evaporativa del agua subterránea a través de esta área del suelo (menor evaporación a través del salar), por lo que se producirá una menor pérdida de calor desde el suelo. En consecuencia, efectivamente se producirá una modificación del

<sup>2</sup> Si no es de igual calidad se considerará utilizar aguas de similar calidad siempre y cuando no produzca afecciones al medio biológico asociado al sistema



balance de energía dentro del suelo por lo que es posible que se produzca un leve incremento en la amplitud de la oscilación de la temperatura superficial del suelo en algunos sectores del área del salar. No se espera que ella llegue al agua subterránea.

No obstante lo anterior, el impacto que ello podría ocasionar en las formaciones vegetacionales es nulo a despreciable (no existen formaciones vegetacionales en dichas áreas) y no tiene ninguna importancia práctica. Su interés podría radicar en el cálculo de las variaciones horarias de la evaporación a través del suelo del salar.

**Efecto sobre aumento del poder de desecación de la atmósfera:**

Al descender los niveles del agua subterránea en parte del área del salar se producirá, en dicha zona, una disminución del flujo de humedad que retorna a la atmósfera (reducción de la evaporación del agua subterránea a través del suelo del salar). No obstante, esta reducción del flujo de humedad no impacta (solo impactaría en forma extremadamente marginal) en la humedad del aire sobre el salar por cuanto el aire ya presenta una humedad relativa extremadamente baja (10 a 20%).

En consecuencia, el abatimiento de los niveles del agua subterránea en el salar no impacta en el "poder de desecación de la atmósfera".

**Efecto sobre superficies de agua libre circundantes:**

De acuerdo con los estudios existentes en el área, muchos de los cuales son de instituciones que participan en el Comité Técnico de la COREMA, las lagunas ubicadas en los salares de interés son originadas por las aguas superficiales de las vertientes y de las lluvias del invierno altiplánico. Aún más, en dichos estudios se postula que ellas están desconectadas del nivel de las aguas subterráneas bajo las mismas.

Al estar desconectadas del nivel saturado e infiltrando "por goteo", su existencia es independiente del abatimiento predicho de los niveles del agua subterránea.

En consecuencia, al mantenerse o restablecerse –por reposición de caudales- el caudal y la calidad del agua de las vertientes, además de mantenerse las lluvias del "invierno altiplánico" (variable exógena al proyecto), no se prevé impacto en las aguas libres (lagunas) existentes en el salar.



**Efecto por el aumento en el gradiente hidráulico entre las formaciones acuíferas superficiales:**

No se prevé un "aumento en el gradiente hidráulico" vertical y que origina la filtración de agua desde las lagunas hacia el agua subterránea. Las lagunas están desconectadas del agua subterránea, existiendo entre ellas una zona no saturada. Esta zona no saturada es la que define el gradiente hidráulico. Al aumentar dicha zona no saturada, por abatimiento en los niveles de la zona saturada, no se impactará el caudal de infiltración. Sólo se producirá un mayor tiempo de tránsito del agua que viaja desde la laguna hasta la zona saturada.

**Efecto en la disminución de los caudales en las vertientes:**

Este efecto fue ampliamente discutido en los informes de Modelación y en el Addendum N°1. Para mitigar los eventuales impactos, se propuso reponer el caudal de las vertientes por medio del bombeo de aguas desde un pozo de mitigación que permita alumbrar aguas con calidad igual o similar (siempre que esas diferencias no produzcan afecciones al sistema biológico asociado al sistema vertiente-bofedal-laguna) que las aguas de la vertiente.

Para implementar el sistema de reposición del caudal de las vertientes Jachucoposa y Michincha, en cada una de ellas se implementará:

- Un pozo de mitigación, cuyas aguas presenten igual o similar características físico-químicas que el agua de las vertientes. Ubicación del punto donde será construido y posterior construcción, incluyendo los permisos necesarios.
- Energía eléctrica para la bomba y sistemas de medición. La tecnología actual hace necesario un tendido eléctrico para conducir dicha energía.
- Un estanque de regulación de los caudales bombeados, de forma tal que el agua que se entregue a la vertiente sea constante, con sistema de medición de niveles y partida-parada automática de la bomba del pozo.
- Cañería de impulsión desde el pozo al estanque de regulación.
- Cañería de conducción de las aguas desde el estanque a la vertiente, con válvula de regulación y sistema de medición del caudal conducido.



**Caudales mínimos asociados a descensos máximos tolerables:**

No es necesario aplicar el concepto de “descensos máximos tolerables” (concepto no definido en la legislación o normativa nacional) por cuanto CMDIC repondrá el agua de la vertiente en el eventual caso que ella sea afectada por el proyecto. En consecuencia, nunca existirá un mayor estrés hídrico que el que ya ha experimentado en forma natural el sistema vertiente-bofedal-laguna (antes de iniciarse el aprovechamiento de agua en las cuencas).

El plan de mitigación (reposición) propuesto por CMDIC establece que los caudales mínimos de las vertientes comprometidas (caudal natural más caudal de reposición) nunca descenderán a valores menores a los correspondientes a una probabilidad de excedencia del 95%. Aún más, CMDIC propone mantener siempre dichos caudales en el rango entre el caudal promedio histórico y el correspondiente a un 95% de probabilidad de excedencia.

Para verificar el cumplimiento del compromiso de reponer el agua de las vertientes, en el caso que sea necesario, en Addendum N°1 se propuso un programa de monitoreo del agua (natural más reposición) de las vertientes. El cumplimiento de dicho programa podrá ser fiscalizado en el seguimiento ambiental del proyecto.

**Plan de Alerta Temprana:**

CMDIC propuso y definió los alcances del Plan de Alerta Temprana en el Addendum N°1, el cual corresponde al monitoreo necesario para el seguimiento ambiental del proyecto en lo relativo a la verificación de la efectividad de las medidas de reposición (reparación o restauración) del agua de las vertientes; en el presente Addendum expone sus planes, redes de medición y realización de estudios en acuerdo con la autoridad.

**Limitaciones a la Explotación:**

No se requiere establecer a priori “limitaciones a la explotación” por cuanto el cumplimiento o efectividad de las medidas de reposición (reparación o restauración) del agua de las vertientes podrá ser comprobada en la fiscalización del proyecto y validadas con los estudios y proyectos a efectuar.

**Red de medición o monitoreo de las variables hidrológicas relevantes:**

Considerando las exigencias técnicas formuladas para la red de medición, se propone medir al menos las siguientes variables hidrológicas:



- Sistema de medición continuo del caudal total de la vertiente (natural más caudal de reposición) y sistema de medición continuo de parámetros indicadores de la calidad del agua (a base de sensores, incluyendo conductividad y temperatura). Además, mediciones permanentes (1 vez al mes) de caudal (aforos) y características físico-químicas (toma de muestra y análisis en laboratorio) de las aguas.
- Construcción de al menos dos pozos de control estratigráfico, habilitado para observación de niveles (multipiezómetros) y de muestreo de aguas, ubicados en la zona de alimentación de la vertiente Jachucoposa (zona protegida, se requiere permiso de la DGA).
- Construcción de al menos dos pozos (multipiezómetros) aguas abajo de la vertiente Jachucoposa y en la zona de la laguna permanente. Uno de ellos para observación de niveles y muestreo de las aguas correspondientes al sistema superficial, y el otro para el sistema profundo.
- Sistema de medición de la precipitación (pluviómetro), evaporación de lagunas (evaporímetros) y del agua subterránea a través del suelo del salar (lisímetros).

La tecnología de medición será a lo menos igual a la utilizada por la Dirección General de Aguas en la operación de sus redes de medición continuas.

Si los impactos previstos llegasen a presentarse y según la magnitud de los impactos efectivamente medidos, la tecnología de medición podrá ser mejorada –acordada con COREMA I Región- para obtener una efectiva fiscalización.

**Realización de estudios acordados con la Dirección General de Aguas:**

Considerando lo señalado en la observación, se hace presente que CMDIC está dispuesta a acordar la realización de estudios que sean de utilidad para mejorar el conocimiento del comportamiento dinámico del sistema y que permitan predecir de mejor forma los eventuales impactos que pudiesen producirse por el aprovechamiento programado de las aguas subterráneas de las cuencas, así como en la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En lo principal, se propone la realización de los siguientes estudios:

- Estudio hidrogeoquímico, isotópico y de trazadores, para verificar las hipótesis de origen de las aguas alumbradas por la vertiente.



- Después de un período de medición de al menos 1 año, incorporación de estos nuevos antecedentes al modelo y recalibración. Con lo anterior, actualización de las predicciones y de la red de vigilancia.
- Elaboración de un modelo de simulación, de detalle, del sistema vertiente – laguna
- El cronograma propuesto para la realización de lo anterior, es el siguiente:

ACTIVIDADES	AÑO del PROYECTO			
	1	2	3	4
Construcción Obras e Instalación de Instrumentación	■			
Mediciones y estudio hidrogeoquímico		■		
Recalibración modelo hidrogeológico			■	
Elaboración modelo Vertiente-Laguna			■	
Actualización Programa de Mitigación				■
Sistema de Mitigación listo para operar				■

## INFORME:

### ESTUDIO IMPACTO PATRIMONIO CULTURAL

#### I.-

<b>Materia</b>	: Evaluación de Impacto al Patrimonio Cultural.
<b>Proyecto</b>	: Desvío de Mineroducto Sector Rosario
<b>Encargo</b>	: Minera Doña Inés de Collahuasi – Región de Tarapacá
<b>Responsable</b>	: Luis Briones Morales – Especialista
<b>Fecha</b>	: Julio del 2001

#### II.-

##### **Actividades**

Se prospectan los sectores indicados como alternativa para un nuevo trazado del mineroducto (según lo proyectado en el plano entregado). Franja N°1 (7.5 has), Franja N°2 (2 has). El trabajo de terreno fue realizado el 26-27 de junio del año en curso.

#### III.

##### **Descripción:**

**La Franja N° 1** comprende entre las UTM 523804 E, 7686819 N, punto de entronque con la matriz instalada junto al camino de Quebrada Blanca, en el punto marcado como **“Flange N° 38 Km. 21 – 24”** (Foto 1; punto de enlace) y la UTM 529806 E, 7684390 N, que corresponde al desvío de la matriz, pasado el portezuelo Tres Tetas, hacia el oriente (Foto 2; punto de desvío del mineroducto hacia el portezuelo)

**La Franja N° 2**, desde el sector “La Caseta” al norte de la “Poderosa”, en las UTM 532145 E, 7682638 N, hasta frente al cementerio cristiano, donde entronca con la anterior instalación de la tubería, en las UTM 532966 E, 768061 N. Desde este último punto, el desvío proyectado de la matriz tiene una variante de 30° N en relación al trazado anterior, modificación que es como la hipotenusa de un triángulo escaleno, siendo sus otros dos lados, la actual matriz (Foto 3; vista desde el punto de desvío hacia el noroeste hasta el punto de la caseta).

#### **IV.**

##### **Fichaje.**

De material cultural asociado directa o indirectamente al desvío proyectado, ubicado en la Franja N°1, según plano.

**Identificación;** Campamento de pastores, portezuelo - Tres Tetas. CO

**Localización;** UTM 528455 E-7685956 N

**Descripción del lugar;** Altiplano Tarapaqueño, ladera occidental del portezuelo

**Material cultural;** Refugio bajo roca (RP) – histórico, latas, vidrios, ropas, etc.

**Adscripción Temporal;** Subactual y probable origen prehistórico

**Método del estudio;** Observación, documentación, descripción y localización.

**Potencial de Estudio;** Alto interés

**Probabilidad del impacto;** Nulo

**Magnitud del impacto;** Bajo

**Valoración del impacto;** Mínimo

#### **V.**

##### **Identificación y valoración de los impactos potenciales**

El patrimonio cultural de la zona es susceptible de impacto en función a las características propias del bien y de las actividades propias de la construcción de la nueva matriz del mineroducto. En este sentido los riesgos

potenciales corresponden a la construcción misma del nuevo trazado, las excavaciones y la instalación de la obra.

Se Identifican los riesgos potenciales para el bien patrimonial identificado en la Franja 1 y que hemos denominado **“campamento de pastores” en portezuelo “Tres Tetas” – CO - ¿** (La enumeración de este sitio debe continuar con la nomenclatura iniciada por L. Nuñez en su EIA en 1993)?. En este sitio se evalúa la probabilidad de impacto y la magnitud que podría alcanzar dicho impacto de producirse algún grado de contacto.

De esta manera podemos valorar los potenciales impactos de acuerdo a los siguientes cuadros:

Cuadro 1. Método de valoración de impacto

		Probabilidad				
		N	B	M	A	
Magnitud	B	•••••				N: Nulo B: Bajo M: Medio A: Alto
	M					
	A					

Cuadro 2. Nivel de valoración de impacto

	Nivel 0	Ausencia de impacto
	Nivel I	Impacto sin relevancia
	Nivel II	Impacto de relevancia relativa
	Nivel III	Impacto de gran relevancia

## **VI.**

### **Mayores Antecedentes:**

Se reconoce en el sector de mayor prolongación del desvío, lo que definen como Franja 1, un solo antecedente cultural. Se trata de un conjunto de 3 corrales y un par de recintos habitacionales adosadas a afloramiento rocoso natural. Al interior de los corrales protegidos por el límite sur por el abrigo rocoso, se

conservan, en especial en el corral 2, un alero habilitado como refugio para pernoctar. El conjunto de corrales y sus recintos habitacionales adosados, se localiza en el suave faldeo que se extiende hacia el occidente para caer en un pequeño bofedal (Foto 4; Vista panorámica). El sitio corresponde a pastores subactuales no descartándose un uso más extensivo en el pasado. Restos superficiales de latas, vidrios y ropas de reciente data, nos indican un uso reciente.

**Recinto 1.** Corral de 10 x 15 mts. en un eje N – S, construido de pirca de piedras sin argamasa. Su sección Sur esta constituido por el afloramiento de roca, en cuya base se estableció un hábitat transitorio. Posee una entrada o huerta hacia el oriente.

**Recinto 2.** Corral localizado más al oriente y en una cota más interior de la pendiente, sus dimensiones son de 10 x 10 mts. de características similares al anterior. Su ingreso también es por el este.

**Recinto 3.** Corral localizado en la cota más inferior y al norte del recinto 1, sus dimensiones son 10 x 15 mts., en su eje mayor de este – oeste. Su ingreso es por el norte. Este recinto en su sección sur esta constituido por el afloramiento rocoso, originando un pequeño alero que fue habilitado como refugio temporal y que definimos como **Recinto 4.** Este tiene un pircado bajo que permite transformarse en un hábitat. Se observan restos de paja y ropa moderna, entre restos de lata y otros objetos de uso reciente.

**Recinto 5.** Habitacional, localizado en un costado inmediato al recinto 3 por el exterior, se trata de un recinto de un pircado que sobrepasa el metro de alto, con una anchura interior de 2 x 5 mts. en su eje mayor este – oeste. En la base interior, hacia el fondo, se observa una estructura de piedra que cumplió la función de camastro. El acceso es por el este, no se observan demostración de techumbre.

**Recinto 6.** Localizado inmediatamente en un nivel superior del anterior con características más o menos similares

## VII.

### **Recomendación final:**

Para los trabajos a realizar en la Franja 1, se recomienda considerar la existencia del campamento de pastores descritos y que se valoran como un patrimonio cultural relevante. De acuerdo a la evaluación realizada en terreno no sería impactado por la nueva instalación de la nueva matriz. De todos modos se insiste en que se trata de una reserva cultural de carácter histórico y prehistórico. Se recomienda, además, que el sitio sea delimitado con **estacas** y **letrero**.

### **Indice de Imágenes**

**Foto 1:** Enlace matriz, Franja 1

**Foto 2:** Vista panorámica hacia el portezuelo

**Foto 3:** Panorámica desde el portezuelo hacia el oeste

**Foto 4:** Restos de sitio histórico-arqueológico CO

**Foto 5:** Recinto 2, corral

**Foto 6:** Recinto 3 y 5

**Foto 7:** Acercamiento a recinto 5

**Croquis del sitio**



Foto 1: Punto de enlace. Franja N° 1



Foto 2: Punto de desvío del mineroducto hacia el portezuelo de Tres Tetas.



Foto 3: Vista panorámica desde portezuelo hacia el oeste, mostrando el paisaje por donde se proyecta el trazado de la nueva matriz



Foto 4: Acercamiento sector de ruina, campamento de pastores - CO



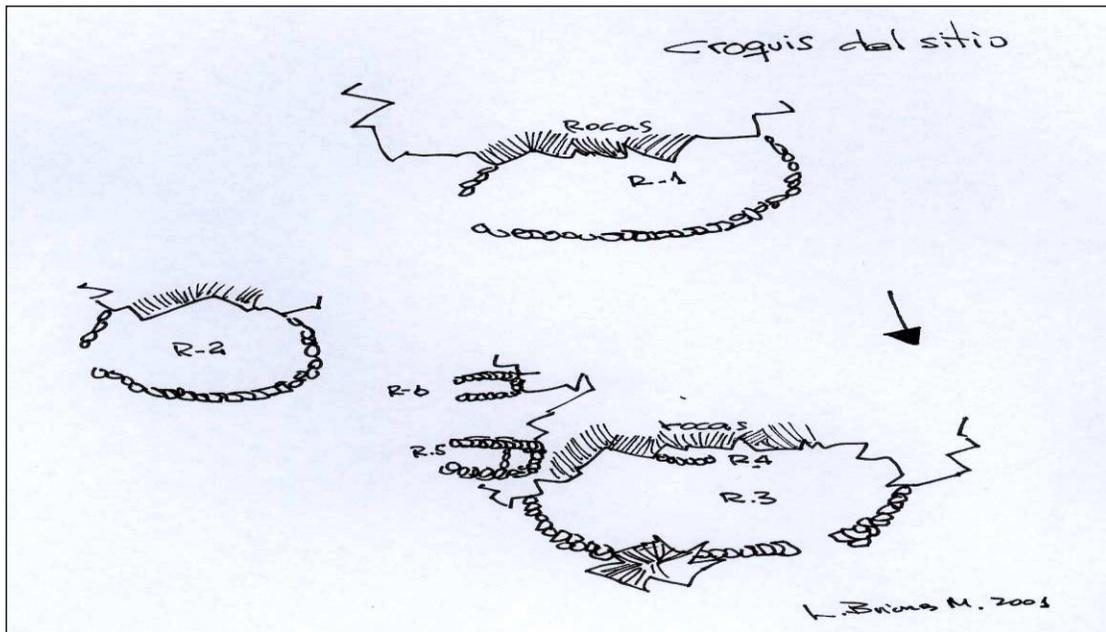
Foto 5: Recinto 2, corral.



Foto 6: Recinto 3, corral y Recinto 5, habitación. Vista hacia el norte.



Foto 7: Recinto 5, habitación, acercamiento. Ingreso por el oriente, sin techo.



Croquis del Sitio CO- Portezuelo Tres Tetas.

## **INFORME DE IMPACTO AL PATRIMONIO CULTURAL**

### **I.-**

<b>Materia</b>	: Evaluación de Impacto al Patrimonio Cultural.
<b>Proyecto</b>	: Acueducto Salar de Michincha
<b>Encargo</b>	: Minera Doña Inés de Collahuasi – Región de Tarapacá
<b>Responsable</b>	: Luis Briones Morales – Especialista
<b>Fecha</b>	: Julio del 2001

### **II.-**

#### **Actividades**

Prospección del área. Con fecha 26 de junio se realizó una visita al terreno, de acuerdo a las indicaciones entregadas por la minera, desde su punto inicial (UTM – 547948 E; 7678208 N) hasta el terminal en el estanque de distribución en una longitud de sobre 13.000 metros.

### **III.**

#### **Descripción:**

El terreno donde se emplazaría el acueducto, desde su punto inicial en el borde este del salar de Michincha hasta su terminal, presenta características de una geomorfología lacustre en el primer segmento que corresponde al rodeo que va haciendo el trazado al salar mismo. En el curso medio de este trazado, continuando con la característica similar del terreno para conectar con los pozos 4 y 3. El P.3 en las UTM 544918 E 7682714 N, marca también el desvío del trazado hacia el oeste, atravesando en dos puntos extremos la matriz del antiguo ferrocarril minero de Ujina. En el cruce de esta matriz ferroviaria cerca de la ex estación Ujina en la UTM 539344 E 7681162 N, la matriz continua su desplazamiento hacia el oeste cruzando una serie de caminos mineros activos,

hasta introducirse en una quebradilla para concluir su recorrido en uno de los estanques de distribución. En la mayor parte del tramo del trazado corre paralelo al tendido eléctrico y acueducto de Quebrada Blanca, que corre igualmente en el sentido este - oeste hacia la mina.

Hecho el recorrido no se observa ninguna interferencia con resto cultural alguno ya sea histórico o prehistórico. Se descarta la existencia de cualquier asentamiento, resto de corral o de vivienda en todo el tramo. Los sondeos ya fueron realizados, por consiguiente, el entorno de cada uno de ellos permanece con material producto de la excavación.

Junto con la instalación del ducto se instalará paralelamente a él un tendido eléctrico y caseta, lo que significa al momento de realizar la obra hacer perforaciones, lo que implica tomar medidas respecto a la existencia de restos culturales bajo la superficie.

#### **IV.**

##### **Fichaje.**

###### **Identificación;**

**Localización;** P 6 UTM 547948 E-7678208 N; P 4 UTM 545788 E 7682255 N; P 3 544918 E 7682714 N; Cruce FFCC 539344 E 7681162 N.

**Descripción del lugar;** Salar de Michincha, borde salar y quebradillas que desaguan aguas lluvias en el salar

**Material cultural;** No se observó

**Adscripción Temporal;**

**Método del estudio;** Observación, documentación, descripción y localización.

**Potencial de Estudio;**

**Probabilidad del impacto;** No

**Magnitud del impacto;** No

**Valoración del impacto; No**

**V.**

**Identificación y valoración de los impactos potenciales**

No habiéndose identificado en todo el tramo del acueducto ningún antecedente cultural que amerite un estudio o rescate solo es recomendable tomar la medida respectiva, al ejecutar la obra. El patrimonio cultural de la zona es susceptible de impacto en función a las características propias del bien y de las actividades propias de la construcción del acueducto. En este sentido los riesgos potenciales corresponden al momento de ejecutar la obra.

Podemos valorar los potenciales impactos de acuerdo a los siguientes cuadros:

**Cuadro 1. Método de valoración de impacto**

		Probabilidad				
		N	B	M	A	
Magnitud	B					N: Nulo B: Bajo M: Medio A: Alto
	M					
	A					

**Cuadro 2. Nivel de valoración de impacto**

	Nivel 0	Ausencia de impacto
	Nivel I	Impacto sin relevancia
	Nivel II	Impacto de relevancia relativa
	Nivel III	Impacto de gran relevancia

## **VII.**

### **Reco**

#### **mendación final:**

Al realizar la obra, se recomienda considerar la posibilidad de hallar algún objeto o resto cultural bajo la superficie actual. En este caso se debe dar alerta a la autoridad pertinente, en este caso el Consejo Asesor de Monumentos Nacionales de la Provincia o a sus Visitantes.



1. Montaje Fotográfico del sector, indicando el trazado aproximado del acueducto. (Foto L.B.M.)



2. Al fondo Salar de Michincha, desde donde se inicia el recorrido del acueducto. (Foto L.B.M.)



3. Cruce del FFCC Ujina, rumbo al depósito al extremo superior izquierdo. (Foto L.B.M.)



4. Vista hacia el oriente desde sector de almacenamiento. En el primer plano la quebradilla por donde ingresará el ducto.

**ASESORIA ARQUEOLOGICA**

**EN AREA DE EXPANSION MINERA RAJO ROSARIO**

**(COMPAÑIA MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI SCM)**

**ETAPA I**

**EVALUACION, DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS**

**CORA R. MORAGAS WACHTENDORFF  
ARQUEOLOGA**

**IQUIQUE, JULIO, 2001**

**ASESORIA ARQUEOLOGICA  
EN AREA DE EXPANSION MINERA RAJO ROSARIO**

**COMPAÑIA MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI SCM**

**EVALUACION, DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS**

**INTRODUCCION**

De acuerdo a solicitud de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM se presenta un proyecto de asesoría arqueológica destinado a evaluar, rescatar y/o preservar los sitios arqueológicos involucrados en la expansión minera del rajo Rosario.

Dicho sector será intervenido mediante actividades consistentes en:

- a. Ampliación del rajo de extracción
- b. Depósito de los materiales provenientes del rajo.
- c. Ampliación del tranque de relaves

Lo anterior implica que un total de veinticinco sitios existentes en dicho sector sufrirán impacto directo, con pérdida inminente. Entre éstos, la mayor parte de los sitios son de carácter histórico republicano, asociados a actividades mineras del siglo pasado, existiendo además un pequeño refugio prehispánico y un par de recintos pircados de pastores subactuales.

El programa de trabajo arqueológico comprende dos etapas:

**ETAPA I:**

- Evaluación de los sitios arqueológicos, diagnóstico y propuesta de acciones a ejecutar.
- Tramitación del proyecto ante el Consejo de Monumentos Nacionales.

## **ETAPA II:**

- Trabajo de terreno. Aplicación de las actividades propuestas en Etapa I para cada sitio.
- Confección de informe final con copias respectivas para el Consejo de Monumentos Nacionales.

## **DESARROLLO ETAPA I: EVALUACION DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS**

### **CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACION**

La elaboración del presente documento se realizó a base de la siguiente información:

- a. Inspección visual de superficie en terreno: Para ejecución de la presente etapa se realizaron tres visitas a terreno con el objeto de reconocer los sitios arqueológicos e históricos ubicados dentro del sector de expansión minera.
- b. Revisión de informes y Estudio de Impacto Ambiental relativos al sector involucrado:
  - Informe del arqueólogo Lautaro Núñez en Estudio de Impacto Ambiental (Anexo 10), 1993; y Estrategia de Rescate de Sitios Arqueológicos Localizados en Areas de Intervención Minera, del mismo autor, 1995. .
  - Informe de Impacto Ambiental realizado por los Srs. Briones y Romero para Proyecto de Expansión 110 ktpd, Anexo C, 1996.

En el presente trabajo se mantiene la denominación otorgada para cada sitio en los estudios previos.

### **DISTRIBUCIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS SITIOS**

Dentro del sector de ampliación minera, los sitios que serán intervenidos se distribuyen de la siguiente manera:

- a. Dieciocho de los sitios (Co-46, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67 y 68) se ubican en el lugar de ampliación del rajo de extracción de minerales; por lo tanto su pérdida será inminente.
- b. Dos de los sitios (Co- 41 y 42) se encuentran dentro del perímetro

circundante al rajo, en el sector de depósito o botadero. Por este motivo, estos sitios quedarán aterrados, con pérdida inminente.

- c. Cinco de los sitios (Co-69, 76, 78, 79 y 81) se ubican en el sector de la ampliación del tranque de relaves, igualmente con pérdida inminente.

La mayor parte de los sitios implicados en el sector de la expansión de Rosario son de carácter histórico tardío, con excepción de un pequeño refugio prehispánico y un par de refugios pircados y corrales de probables pastores subactuales. Los sitios históricos

corresponden mayoritariamente a recintos habitacionales o asentamientos relacionados con la actividad minera de fines del Siglo XIX y comienzos del XX.

Se adjunta tabla con mayores detalles, considerando que los parámetros utilizados para la definición de valor Patrimonial Bajo o Medio, o Sin Valor patrimonial se han basado en la representatividad de cada sitio de acuerdo a su estado actual de conservación, antecedentes históricos recopilados, tamaño de la construcción y su importancia, teniendo presente que todos pertenecen prácticamente a una misma época (caso La Poderosa).

En los casos, en que en la tabla adjunta antes mencionada, en la columna “Evaluación Asesoría Arqueológica”, aparece la palabra “documentar”, esto considera para cada caso el desarrollo de actividades tales como obtención de documentación gráfica (fotografías y/o video), levantamiento topográfico, dibujo, ejecución de sondajes y/o calicatas y obtención de información en base a recolección superficial.

## **DIAGNOSTICO Y PROPUESTA**

En la tabla adjunta se entrega la siguiente información referente a los sitios involucrados en el sector de ampliación minera:

- a) Denominación del sitio: Para estos efectos se mantiene la nomenclatura otorgada en el Estudio de Impacto Ambiental realizado en el año 1993.
- b) Caracterización por sitio. Esta se realiza a base de la información entregada por el Estudio de Impacto Ambiental, e incluye una breve descripción, ubicación cronológica y registros culturales de superficie.

El arqueólogo L. Núñez a cargo de dicho estudio, realizó una recolección de superficie, depositando los materiales recolectados en el Museo Arqueológico de San Pedro de Atacama.

- c) Observaciones realizadas en el Estudio de Impacto Ambiental; principalmente en lo que se refiere a estado de conservación, valor patrimonial y acciones ejercidas.
- d) Diagnóstico actual, obtenido de acuerdo a nuestra inspección en terreno. Se incluye valor patrimonial, estado de conservación, su situación frente a los trabajos mineros en el sector y medidas de protección.
- e) Propuesta de actividades a realizar para cada uno de los sitios.

## CONCLUSION

1. Los sitios que recibirán impacto directo con pérdida inminente tienen valor patrimonial nulo, bajo o medio.
2. Todos los sitios con excepción de uno (y dos inciertos), tienen carácter histórico, y se ubican cronológicamente dentro del Período Republicano Medio a Tardío; es decir entre fines del Siglo XIX y comienzos del XX.
3. Uno de los sitios corresponde a un pequeño refugio prehispánico del período Agropastoralista tardío, sin significado patrimonial relevante.
4. La intervención minera en el sector tendrá como consecuencia la pérdida inminente de numerosos vestigios históricos que representan testimonios importantes sobre la actividad minera durante una época específica. Anterior a la destrucción de estos sitios, se recomienda una completa documentación (levantamiento topográfico y arquitectónico, filmación de videos, registro fotográfico) y recolección superficial cuando sea pertinente. Mediante la recopilación de antecedentes y su documentación, podrán realizarse futuros estudios de investigación relativos a la actividad minera subactual.
5. Existe un conjunto arquitectónico de considerable valor patrimonial (Co-56), que corresponde al asentamiento minero denominado “La Poderosa”, desarrollado a comienzos del siglo XX. Este se compone de cuatro calles o hileras de viviendas paralelas, con muros compuestos de piedra en la parte inferior; barro y estuco en la superior.

En el Estudio de Impacto Ambiental se propusieron medidas de protección para este asentamiento, consistentes en la instalación de un cierre perimetral, con lo cual concordamos plenamente. Sin embargo, de acuerdo a la modificación del proyecto de explotación minera, esta medida no será posible de aplicar.

Ante el planteamiento de la empresa minera Collahuasi con respecto a la inminente pérdida del asentamiento, motivado por la ampliación del rajo, consideramos la posibilidad de trasladar estas ruinas a un lugar cercano al de su origen. Para tal efecto se solicitó el asesoramiento del especialista en conservación Sr. Eduardo Muñoz, quien comunicó sobre la no factibilidad de tal tarea debido al material deleznable con que están construidas las viviendas.

Después de haber agotado los intentos de conservación de tales vestigios históricos, y ante su situación de pérdida inminente, consideramos que además de realizar una acabada documentación sobre el sector, la empresa minera Collahuasi comprometerá una medida de compensación mediante la puesta en valor y conservación de algún sitio de interés patrimonial que se encuentre en peligro de destrucción.

Incluido en las actividades de reconocimiento y documentación del sitio denominado La Poderosa, se considerará la ejecución de algunos sondajes (pozos de sondeo), con el propósito de obtener información acerca de los contenidos del subsuelo. De acuerdo a las características del suelo, algunos de los sondajes propuestos podrán ser reemplazados por calicatas.

Para definir exactamente la ubicación de los sondajes o calicatas, y su cantidad, se utilizará la información bibliográfica y documental obtenidas, como también la información producto de la prospección y recolección.

Se propone la protección de los petroglifos del sector de Tamentica (Quebrada de Guatacondo), mediante la dotación de vigilancia y el desarrollo de un proyecto que los ponga en valor, con su respectiva señalética y descripción, de modo que se transforme en un real aporte a la comunidad. El desarrollo de este proyecto deberá ser presentado en forma previa al Honorable Consejo de Monumentos Nacionales para su respectiva aprobación. En la actualidad este sitio arqueológico se encuentra permanentemente visitado y está siendo saqueado mediante la sustracción de los bloques pequeños. Algunos bloques de mayor tamaño han recibido daño por empleo de explosivos para facilitar su traslado.

Cora R. Moragas Wachtendorff  
Arqueóloga

IQUIQUE, JULIO, 2001

**SITIOS ARQUEOLOGICOS INVOLUCRADOS EN AMPLIACION MINERA  
RAJO ROSARIO: EVALUACION Y PROPUESTAS**

<b>Nº Sitio</b>	<b>Identificación según E.I.A.</b>	<b>Comentarios en E.I.A.</b>	<b>Evaluación asesoría arqueológica</b>	<b>Propuesta</b>
Co-41	Asentamiento e instalación minera subactual. Conjunto de 6 sectores de viviendas. Per. Republicano Medio (Comienzos S. XX).	No hay	Valor patrimonial medio. Regular estado de conservación. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-42	Tres recintos con mojinetes. Registro superficial no diagnóstico Per. Republicano Temprano, sin asociación a vestigios hispánicos.	Recintos erosionados.	Sitio no localizado.	Sin propuesta
Co-46	Asentamiento minero subactual de 2 calles y 4 unidades arquitectónicas. Registro cultural escaso y no diagnóstico. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX).	Asentamiento reducido.	Valor patrimonial medio. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-47	Asentamiento minero subactual de 3 sectores, uno en mal estado. Registro cultural superficial escaso y no diagnóstico. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX).	No hay	Sitio no localizado.	Sin propuesta
Co-50	Seis recintos con muros pircados y estucados. Registro cultural superficial: cerámica, loza y metales Per. Republicano Medio a Tardío (Comienzos S. XX).	No hay	Valor patrimonial bajo. Regular estado de conservación; algunos muros derrumbados. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-51	Tres recintos de barro dispuestos en forma de U con acceso a un patio central. Registro superficial: loza, latas, cerámica y vidrio. Per. Republicano Medio a Tardío (S. XIX a XX).	No hay	Valor patrimonial medio. Regular estado de conservación; Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico) Recolección superficial.

Nº Sitio	Identificación según E.I.A.	Comentarios en E.I.A.	Evaluación asesoría arqueológica	Propuesta
Co-52	Conjunto de recintos de piedra y arcilla con un edificio con mojinete. Registro superficial: cerámica contemporánea, loza, vidrio, metal. Periodo Republicano Medio a Tardío (S. XIX a XX).	No hay	Pequeño asentamiento de valor patrimonial bajo. Muros mayoritariamente derrumbados. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-53	Conjunto de tres unidades arquitectónicas de pircas. Presencia de pino oregón, cerámica esmaltada, loza, vidrio, fierro. Per. Republicano Medio (Fines S. XIX).	Ocupación poco densa.	Pequeño asentamiento de valor patrimonial bajo. Muros mayoritariamente derrumbados. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-54	Asentamiento minero de dos unidades arquitectónicas separadas. Material cultural similar a los sitios anteriores. Per. Republicano Medio a Tardío (S. XIX y XX).	Dañado por paso de niveladora.	Pequeño asentamiento de valor patrimonial bajo. Mal estado de conservación. Dañado por construcción de camino publico. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-55	Hilera de recintos habitacionales de piedra y estuco de barro. Registro cultural superficial: loza, metal y vidrio. Per. Republicano Temprano a Medio (Fines S. XIX).	Parcialmente cubierto y alterado por deposito de relaves subactuales.	Pequeña ocupación alterada por relaves mineros subactuales. Mal estado de conservación. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-56	Asentamiento e instalación minera subactual "La Poderosa" compuesto por 4 calles o hileras de viviendas paralelas. Muros de piedra, barro y estuco. Extenso basural con registro de cerámica esmaltada, loza, vidrio y metal. Per. Republicano Medio a Tardío (Comienzos S. XX).	Se recomienda la instalación de un cerco de protección.	Valor patrimonial destacado por sus dimensiones considerables. Regular estado de conservación. Se considero la posibilidad de conservarlo mediante su traslado, no siendo factible de acuerdo a opinión de especialista. Se solicita a la empresa una medida de compensación por su pérdida. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico) Recolección superficial.

<b>Nº Sitio</b>	<b>Identificación según E.I.A.</b>	<b>Comentarios en E.I.A.</b>	<b>Evaluación asesoría arqueológica</b>	<b>Propuesta</b>
Co-60	Doble corrida de viviendas con muros de piedra y barro. Sin registro de materiales superficiales. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX).	Muros erosionados.	Valor patrimonial bajo. Mal estado de conservación. Muros muy erosionados. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-61	Recintos rectangulares encerrados en muro perimetral. Sin registro cultural superficial. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX).	Rodeado de relaves y alterado por acción de motoniveladora.	Regular estado de conservación con alteración por paso de maquinaria. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-62	Conjunto de recintos construidos sobre un terraplén, a los que se accede por una escalera. Uso administrativo. Sería uno de los últimos conjuntos construidos en el área (hacia 1930). Sin registro cultural superficial. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX).	No hay	Valor patrimonial medio. Regular estado de conservación. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-63	Recintos de planta rectangular de piedra y estuco de barro. Sin registro de material superficial. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX).	Mal estado de conservación	Valor patrimonial bajo. Mal estado de conservación. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-64	Grandes recintos de piedra sin estuco con muros de contención, posiblemente asociados a labores mineras. Sin registro de material superficial. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX).	No hay	Valor patrimonial medio. Regular estado de conservación. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-65	Grandes recintos rectangulares de piedra con restos de pintura blanca en su interior. Estructurados sobre planos aterrazados. Sin registros de material superficial. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX).	No hay	Valor patrimonial medio. Regular estado de conservación. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)

<b>Nº Sitio</b>	<b>Identificación según E.I.A.</b>	<b>Comentarios en E.I.A.</b>	<b>Evaluación asesoría arqueológica</b>	<b>Propuesta</b>
Co-66	Recintos aislados de planta rectangular con cimientos de piedra y estuco de barro. Sin registro de material superficial. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX)	No hay	Valor patrimonial bajo. Mal estado de conservación. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-67	Recintos de piedra planta cuadrangular asociados a horno. Sin registro cultural diagnóstico Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX)	No hay	Valor patrimonial medio. Regular estado de conservación Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-68	Unidad arquitectónica cortada en dos por un camino reciente. Sin registro cultural superficial diagnóstico. Per. Republicano Tardío (Comienzos S. XX)	No hay	Valor patrimonial bajo. Mal estado de conservación. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-69	Refugio indígena prehispánico en abrigo rocoso con estructura pircada. Restos de talla lítica, cerámica y crisocola. Per. Agropastoralista Tardío.	No hay	Pequeño refugio de valor patrimonial bajo. Documentar previo a alteración.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-76	Dos recintos cuadrangulares pircados. Parte de los muros desplomados. Sin material diagnóstico. Probable filiación incaica por su cercanía al tambo Collahuasi.	Señalización y cercado. Mal estado de conservación.	Pequeño refugio de valor patrimonial bajo. Documentar previo a alteración.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-78	Corral ovoidal con escaso material cultural en superficie. Probablemente construido por pastores subactuales.	Deficiente estado de conservación.	Sin valor patrimonial. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-79	Conjunto de corrales cuadrangulares pircados. Escaso material superficial (latas, vidrios y un fogón). Pastores subactuales.	Buen estado de conservación. Señalización y cercado.	Buen estado de conservación. Valor patrimonial bajo. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y registro fotográfico)
Co-81	Recinto pircado semi-oval sin restos culturales en superficie. Probable filiación incaica por su cercanía a	No hay	Sin valor patrimonial. Documentar previo a alteración del sector.	Documentación gráfica (levantamiento topográfico, y arquitectónico; filmación y

| un sendero de acceso al cerro. |

| registro fotográfico) |