

INFORME TÉCNICO ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

PROCEDIMIENTO SANCIONATORIO ROL A-002-2013 COMPAÑÍA MINERA NEVADA SPA, PROYECTO PASCUA LAMA

Gonzalo Amigo Pisk
Estudiante de Geología
10 de febrero de 2016



D) Introducción

El presente es un informe de la asistencia especializada de un estudiante de geología, en el contexto de la diligencia probatoria de inspección personal mandatada por la SMA en su Resolución Exenta N° 1191 del 17 de diciembre de 2015, realizada el 19 y 20 de Enero de 2016 en el marco del proceso sancionatorio AA-002-2013 contra Compañía Minera Nevada SpA, ubicada en el Valle del Huasco, III Región.

Dicho informe, fue elaborado por Gonzalo Amigo Pisk (en adelante, Perito), estudiante de geología, designado como Perito por las comunidades del Valle del Huasco, organizadas al alero de la Asamblea por el Agua del Guasco Alto, a partir de las observaciones realizadas los días 19 y 20 de Enero de 2016, en los terrenos pertenecientes a la Compañía Minera Nevada SpA, en específico en el Sistema de Manejo de Aguas del proyecto Pascua Lama.

El informe da cuenta de lo constatado por el Perito así como de las conclusiones a las que puede llegar gracias a la información del Expediente sancionatorio AA-02-2013, Expediente de la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto Pascua Lama tanto la 39/2001 como la 24/2006, incluyendo sus ADENDAS, y conocimientos de hidrogeología y glaciología.

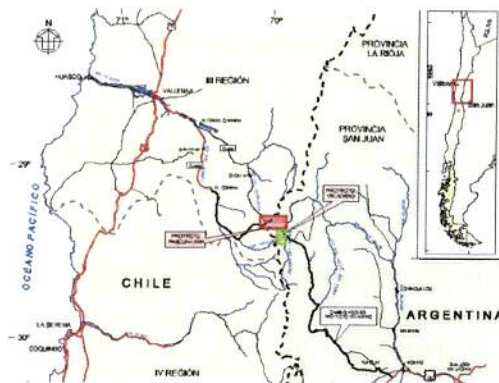


Figura 1-a. Mapa Ubicación del Proyecto Pascua – Lama Anexo IX-A p.6. ADENDA 2.
RCA 24/06.

II) Antecedentes

II a) Proceso sancionatorio AA-02-2013

Con fecha 18 de enero de 2013, CMN SpA realizó una autodenuncia en virtud de la cual puso en conocimiento de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante SMA) una serie de incumplimientos a la regulación ambiental en los cuales incurrido el titular del proyecto Pascua Lama. La autodenuncia fue rechazada por la SMA y en su lugar se procedió a la formulación de cargos mediante Resolución N°58 de la Unidad de Instrucción de Procedimientos Sancionatorios de la SMA, de 27 de marzo de 2013. El proceso sancionatorio dio lugar a la Resolución N°477 de 24 de mayo de 2013 de la SMA, en virtud de la cual se sancionó a la empresa por un conjunto de incumplimientos, que en total ascendían a una multa de 16.000 UTA, dictaminando además la paralización de la totalidad de las actividades de la fase de construcción del proyecto mientras no se ejecute el sistema de manejo de aguas en la forma prevista en la Resolución de Calificación Ambiental, la construcción transitoria de obras de emergencia y la continuidad del seguimiento de las variables ambientales.

Dicha sanción administrativa, en general a la comunidad del Valle del Huasco, no le pareció suficiente en atención a la magnitud, constancia y reiteración de los incumplimientos que afectaban a toda la cuenca del río Huasco y sus Afluentes, y sobre todo porque no se sancionó la contaminación de las aguas, por lo que se emprendieron tres reclamaciones judiciales ante el Segundo Tribunal Ambiental contra ésta, las cuales se acumularon en la causa caratulados “Rubén Cruz y otros con Superintendencia del Medio Ambiente”, Rol R-06-2013.

El 3 de marzo de 2013 el Ilustre Segundo Tribunal Ambiental acogió dichas reclamaciones y mandató reabrir el proceso de sanción, tomando en cuenta gran cantidad de las observaciones hechas por los reclamantes. El 22 de Abril de 2015, mediante Resolución Exenta N°696, la Superintendencia de Medio Ambiente ordenó reabrir el Procedimiento Administrativo Sancionatorio Rol A-002-2013.

II. b) Obras transitorias y medidas de emergencia

El Fallo del Tribunal Ambiental que impugnó la Resolución N°477, mantuvo en Resuelto Segundo de dicha Resolución:

“SEGUNDO: Adáptense las medidas urgentes y transitorias que indican que incluye la paralización de obras. En virtud de lo establecido en la letra g) del artículo 3o de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, este Superintendente cuenta con la

facultad de adoptar medidas urgentes y transitorias para el resguardo del medio ambiente, cuando la ejecución u operación de proyectos o actividades incumpla gravemente las normas, condiciones y medidas de una Resolución de Calificación Ambiental, y en razón de lo anterior se pueda generar un inminente daño al medio ambiente.

De acuerdo a los antecedentes contenidos en el presente expediente sancionatorio, ha quedado fehacientemente comprobado **el incumplimiento grave de las normas, condiciones y medidas establecidas en la RCA del proyecto "Modificaciones Proyecto Pascua Lama"**; que el propio infractor ha reconocido su responsabilidad, y considerando que la falta de construcción de las obras asociados al sistema de manejo de aguas es un riesgo para el medioambiente en sus componentes agua, suelo y biodiversidad presente en el área, es dable sostener que a consecuencia de las infracciones se puede generar un inminente daño para el medio ambiente; adáptense las siguientes medidas urgentes y transitorias por el infractor Compañía Minera Nevada SpA:

1. Paralizar la totalidad de las actividades de la fase de construcción del proyecto mientras no ejecute el sistema de manejo de aguas en la forma prevista en la Resolución de Calificación Ambiental. (...)

2. Construir transitoriamente las obras que se indican a continuación.

Incorporar las obras de captación, transporte y descarga al estanque de sedimentación norte, las cuales podrán operar exclusivamente durante el período necesario para implementar las obras definitivas que permitan cumplir cabalmente las condiciones establecidas en la RCA.

El diseño de las obras deberá considerar todos los resguardos necesarios, tanto para prevenir deslizamientos y fenómenos de remoción en masa, así como también para evitar el colapso del sistema temporal de conducción y evacuación de aguas de no contacto, tales como disipadores de energía, cámaras de inspección según el manual de normas y procedimientos de la Dirección General de Aguas, estabilización de cauces y laderas, obras de retención de sedimentos, entre otros.

La medida temporal deberá estar operativa antes del inicio de la temporada de deshielos, por lo que el infractor deberá informar al Superintendente la obra a realizar según los conceptos antes indicados y el plazo que requiere para el cumplimiento de la referida medida, dentro de 10 días contados de la notificación de la presente resolución.

3. Seguimiento de las variables ambientales (...)¹

En el transcurso del proceso sancionatorio se dispuso realizar obras transitorias y otras permanentes. Las primeras quedarían reguladas en la Fase 1 y las segundas en la Fase 2.

“La Fase 1 de obras transitorias considera las siguientes actividades:

¹ Superintendencia de Medio Ambiente. Resolución N° 477. Fojas 418 y 419.

- Obras de disipación de energía, captación y traspaso de agua hacia el Sedimentador Norte.
- By-pass en el Canal Perimetral Norte - Obras de control y arrastre de sedimentos en quebradas”²

Por su parte, la “Fase 2 de obras permanentes considera la habilitación de las siguientes áreas:

- Para el Sistema de Manejo de Aguas de No Contacto: Canal Perimetral Norte; Canal Perimetral Sur; Canal Perimetral Sector Acopio de Mineral; Piscina de Sedimentación Norte; y Piscina de Sedimentación Sur.
- Para el Sistema de Manejo de Aguas de Contacto: Sistema de Pozos de Bombeo y de Contingencia; Cámara de Captación y Restitución; Piscinas de Acumulación N°1 y N°2 y Piscina de Pulido; Piscina; y Canal de Aguas Contactadas Sector Acopio de Mineral;
- Para el Sistema de Manejo de Aguas Tratadas: Planta de Tratamiento de Aguas de Contacto (PTAC); y Sistema de Transporte de Agua Tratada”³.

“En Carta PL-0210/2013 de fecha 12 de noviembre de 2013 (Anexo 5), el titular informa la ejecución del 100% de todas las obras asociadas a la Fase 1, lo que constituye el término de las obras transitorias del Sistema de Manejo de Aguas de No Contacto, Canal Perimetral Norte, Fase 1”⁴.

“23 de enero de 2014. h) Compañía Minera Nevada SpA a través de Carta PL-008/2014 (Anexo 10), dio respuesta a la información solicitada, no entregando el Cronograma actualizado de todas las etapas que comprendan el desarrollo de la Ejecución Integra del Sistema de Manejo de Aguas (Fase 2), en el fondo y forma solicitado en el ORD. N° 37 de fecha 10 de enero de 2014 y presentando el desglose del estado de avance de las actividades de la Ejecución Integra del Sistema de Manejo de Aguas (Fase 2), señalando que el estado de avance real a la fecha de información era de un 79,1 % y no de un 82,3 % de acuerdo a lo señalado inicialmente en su Carta PL- 0218/2013 de fecha 25 de noviembre de 2013”⁵.

II. c) Diligencia probatoria

² Superintendencia de Medio Ambiente. INFORME DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL VERIFICACIÓN DE CONFORMIDAD EN LA APLICACIÓN DE MEDIDAS URGENTES Y TRANSITORIAS Proyecto Minero Pascua Lama DFZ-2013-6945-III-RCA-IA p. 15 y 16 Disponible en: file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/04_Informe%20Medidas%20Urgentes%20y%20Transitorias%20Pascua%20Lama_rev_final.pdf

³ Ibid.cit.p.16.

⁴ Ibidem.

⁵ Ibid.cit.p.17.

La SMA en su resolución N° 1191 expone “ Que, en razón de todos los antecedentes que constan en autos, esta Fiscal Instructora estima que existen hechos sustanciales, pertinentes y controvertidos, respecto a los cuales se hace necesario generar prueba, para: determinar la configuración del hecho infraccional 23.14 del Ordinario U.I.P.S N° 58. (No haber profundizado la zanja corta fuga, habiéndose verificado la superación de los valores de calidad de aguas subterráneas en 5 pozos monitoreados aguas debajo de dicha zanja”). Confirmar o modificar la calificación jurídica de algunos hechos infraccionales, o bien, determinar o descartar la aplicación de algunas circunstancias del artículo 40 de la LOSMA”⁶.

Y fija 5 hechos sustanciales, pertinentes y controvertidos. Dentro del que respecta para este informe es el 16.3:

“Que, de conformidad a lo dispuesto por el Ilustre Segundo Tribunal Ambiental, en el considerando septuagésimo de su sentencia, causa Rol R-06-2013, en lo que respecta a la calidad de las aguas superficiales, es deber de esta Superintendencia, indagar e investigar sobre la aplicación o exclusión de la circunstancia contenida en el literal b) del artículo 40 de la LO-SMA, la cual se relaciona con el funcionamiento del Sistema de Manejo de Aguas de Contacto y No Contacto”⁷.

Es preciso explicitar el Considerando Septuagésimo:

“Que estos sentenciadores consideran que la SMA debió pronunciarse sobre la calidad de las aguas como consecuencia de los incumplimientos a condiciones establecidas en la RCA relacionadas con ese componente ambiental. Lo anterior es de toda lógica, por cuanto para la calificación de las infracciones, como para la determinación específica de las sanciones – conforme a los criterios del artículo 40 de la LOSMA, la alteración o no de la calidad de las aguas es fundamental para precisar su gravedad y fundar adecuadamente la sanción específica elegida.

Por ejemplo, al sancionar la SMA a la Compañía por no activar los planes de alerta temprana en el mes de enero de 2013, necesariamente debió señalar los efectos de dicha omisión- esto es, si hubo o no daño ambiental- y descartar o confirmar si se afectó gravemente o se generó un riesgo significativo para la salud de la población, todo ello con la finalidad de calificar la infracción como grave o gravísima, conforme al artículo 36 de la LOSMA.

Luego, para determinar la sanción específica debió, a lo menos, considerar si se ocasionó o no un peligro, de acuerdo a la letra a) del artículo 40 de la misma ley”⁸.

⁶ Superintendencia de Medio Ambiente. Resolución N° 1191.p.5

⁷ *Ibidem*.

⁸ Ver considerando septuagésimo cuadragésimo sexto, de la Sentencia Rol R-06-2013, del Ilustre Segundo Tribunal Ambiental, de 3 de marzo de 2014.

A este respecto, la SMA considera el siguiente punto de prueba: - **Efectividad de haberse generado riesgo a la salud de la población, de conformidad al artículo 40 literal b) de la LO-SMA, como consecuencia de las infracciones contenidas en el Ordinario U.I.O.S N° 58, relacionadas con el Sistema de Manejo de Aguas de Contacto y No contacto.**

Y se decreta inspección personal de la SMA al proyecto Pascua Lama:

“En relación al segundo y tercer punto de prueba, se decreta la inspección personal a la faena minera Pascua Lama, encabezada por la Fiscal Instructora titular, en conjunto con profesionales idóneos de la Superintendencia de Medio Ambiente y del SAG. Esta diligencia se llevará a cabo los días 19 y 20 de enero de 2016 a partir de las 9:00 horas cada día, en el punto de control km 100 de CMNSpA”⁹

II. d) Compromisos Compañía Minera Nevada SpA en cuanto a mantener la calidad de las aguas del río Huasco y sus afluentes a consecuencia de su Proyecto Pascua Lama

Una de las mayores preocupaciones expresadas por las comunidades del Valle del Huasco durante los dos procesos de evaluación ambiental del proyecto Pascua Lama fue el impacto que tendría dicho proyecto en los recursos hídricos del Valle. Por un lado, existía y aún persiste incertidumbre sobre el daño que provocaría el proyecto en los glaciares -reservas de aguas fundamentales para los periodos de sequía-, los cuales en principio la empresa titular pretendía remover pero que en una segunda evaluación se determinó que ellos no podrían ser afectados. El segundo componente de preocupación considerado esencial para las comunidades, y que se refleja en las observaciones realizadas en los procesos de participación ciudadana, fue la posible contaminación y cambios que podría provocar el proyecto Pascua Lama en la calidad y cantidad de los cursos de agua del Valle del Huasco.

Los organismos del Estado encargados de la evaluación ambiental que velan por el cumplimiento de la normativa vigente para aprobar un proyecto reflejaron la inquietud ciudadana por el recurso hídrico, y estimaron de gran importancia mantener tanto la calidad como la cantidad de las aguas que corren por el Valle de Huasco. Es por esto que una de las principales condiciones que demandó la autoridad para aprobar el proyecto fue el compromiso de su titular de cumplir una serie de obligaciones y controles para prevenir cualquier afección al recurso hídrico en el Valle. Ver:

⁹ Superintendencia de Medio Ambiente. Resolución N° 1191.p 9 y 10.

“el Proyecto no afectará la calidad de las aguas del Río del Estrecho en ninguna de sus etapas, incluida la fase de construcción”¹⁰.

“el Proyecto Pascua-Lama mantendrá la calidad y la cantidad de los recursos naturales renovables, especialmente los recursos hídricos”¹¹.

“Compañía Minera Nevada (CMN), en el marco de filosofía de Minería Responsable de Barrick Gold Corporation ha estudiado y evaluado alternativas de optimización y mejoramiento del Proyecto Pascua-Lama, especialmente en aquellos aspectos ambientales de mayor sensibilidad. Producto de este trabajo de revisión del Proyecto, se han incorporado y/o modificado obras e instalaciones que permitirán asegurar un buen desempeño ambiental, particularmente en lo relativo a mantener la calidad y cantidad de las aguas de los ríos ubicados aguas abajo del Proyecto”¹²

En el mismo sentido, la **Resolución de Calificación Ambiental (RCA) número 24 de 15 de febrero de 2006**, señala, por ejemplo, en el apartado 7.1.a) del mencionado instrumento de gestión ambiental, todo un capítulo dedicado al monitoreo en la cuenca del río Estrecho, tanto su calidad como su cantidad. En cuanto a la calidad, allí se define cuáles serán los puntos de monitoreo y los niveles de emergencia y preemergencia del sistema de manejo de aguas; respecto de la cantidad, se establecen parámetros temporales de monitoreo.

Además de todo lo anterior, uno de los principales compromisos que asumieron los titulares del proyecto Pascua Lama fue no contaminar los cursos de agua con drenaje ácido:

“Los deshielos que se producirán en primavera y verano en los botaderos de estériles y subcuencas aportantes generarán drenaje ácido al entrar en contacto con la roca estéril depositada. Estos drenajes constituyen un efluente del Proyecto de mala calidad, con bajo pH y altos contenidos de metales, por lo que deberán ser interceptados y tratados adecuadamente para evitar impactos en las aguas, e indirectamente en la población. El análisis de este impacto y las medidas, para hacerse cargo del mismo, están indicadas en el punto 5.2.6., Sistema de Control del Drenaje Ácido”¹³.

“La construcción de las obras e instalaciones de manejo y tratamiento de drenajes ácidos del depósito de estéril Nevada Norte se llevará a cabo de manera tal que estén operativas antes de iniciar la remoción de sobrecarga y estéril de la mina, lo cual implicará su disposición en el depósito. De esta forma se asegura que el Proyecto no afectará la calidad de las aguas del Río del Estrecho en ninguna de sus etapas, incluida la fase de construcción”¹⁴.

¹⁰ CONAMA. Resolución de Calificación Ambiental “Modificaciones Proyecto Pascua Lama” 024/2006, p.98.

¹¹ ADENDA N°2 del Estudio de Impacto Ambiental “Modificaciones Proyecto Pascua Lama” 024/2006, p.1

¹² Ibid.cit.p.1.

¹³ CONAMA. Resolución de Calificación Ambiental “Proyecto Pascua Lama” 039/2001, p.27.

¹⁴ CONAMA. Resolución de Calificación Ambiental “Modificaciones Proyecto Pascua Lama” 024/2006, p.98.

Y para ello comprometieron la construcción de un **Sistema de Manejo de Aguas Ácidas**, dentro del cual, la obra asociada al botadero de estériles es la parte más relevante. Es así que la RCA 24/2006 se refiere a ella en la fase de construcción del proyecto: el considerando 4.3.1., letra a) se refiere a las Obras de Interceptación y Manejo de Drenajes Ácidos, y en particular, el apartado a.2 de este mismo acápite regula la **Captación de Drenajes Ácidos o Aguas de Contacto**. Respecto de la fase de funcionamiento del proyecto, la RCA refiere en ella en la letra “i”:
Sistema de Manejo de Aguas Ácidas del Río el Estrecho i.1) Sistema de Manejo de Aguas de Contacto. Adicionalmente, existe mención expresa respecto del sistema de manejo de aguas de contacto en el apartado 4.3.3. de la RCA, que trata el proyecto respecto de su fase de cierre y abandono, el cual lo regula de en su letra “d)” a las **Instalaciones de Manejo y Tratamiento de Drenajes Ácidos**.

En el expediente de evaluación ambiental que condujo a la dictación de la RCA 24/2006, se contiene la Adenda N° 2, cuyo Anexo II-M establece el Plan de Manejo de Aguas Parte Superior de la Cuenca del Río Estrecho. Los puntos 3.0 y 5.0 están incluidos en el anexo II-M:

“3.0 Manejo de la Aguas de Contacto

3.1 Concepto General

Las aguas de contactos provendrán de los drenajes del área ocupada por las instalaciones de la mina, vale decir, las pilas de acopio del mineral, el rajo, y el botadero de estéril. Además se suman las aguas que provengan del sector alto de la cuenca, y pasen a través de algunas de las instalaciones.

Las aguas de las pilas de acopio del mineral serán drenadas hacia un canal colector ubicado en la parte baja del acopio, el que drenará por medio de una tubería de HDPE hacia un depósito donde las aguas de contacto serán acumuladas para ser utilizadas en el proceso o en el riego de caminos.

Las aguas del rajo serán drenadas por canales colectores ubicados en las rampas de acceso, y descargadas a depósitos ubicados en su interior, para ser utilizadas en el proceso y el riego de caminos.

Las aguas de contacto del botadero son drenadas hacia el cauce del Río del Estrecho, por cuyo cauce escurrirán y serán manejadas mediante un sistema de zanjas colectoras, pozos de alivios y tuberías de conducción”.

“5.0 Sistema de Agua de Contacto

Toda la escorrentía y filtraciones que fluyan a través de la roca excavada en el Rajo abierto que se deposita en el Botadero o en las Pilas de Acopio se consideran aguas de contacto, incluyendo la escorrentía captada al interior del rajo abierto. Toda el agua de

contacto será recolectada para que pueda ser muestreada y reutilizada, y si es necesario, contenida y/o tratada antes de su descarga”.

El Sistema de Manejo de Aguas fue diseñado con dos propósitos. Por un lado, evitar que aguas provenientes del derretimiento de los glaciares, deshielos y aguas lluvias entren en contacto con el material estéril del botadero, ya que ello generaría alteraciones en la composición natural del agua debido a la contaminación con el material de residuo minero del botadero. La segunda finalidad del sistema es evitar que las aguas originadas producto de lluvias, nieves o que existen en napas subterráneas y que ingresen o ya estén dentro de la zona del botadero, no entren en los cursos naturales de aguas, sin antes ser tratadas. En razón de lo anterior el sistema tiene dos sub-sistemas principales: **Sub-sistema de Aguas de No Contacto (SANC)** y **Sub-sistema de Aguas de Contacto (SAC)**.

a) Sub-sistema de Aguas de No Contacto o SANC

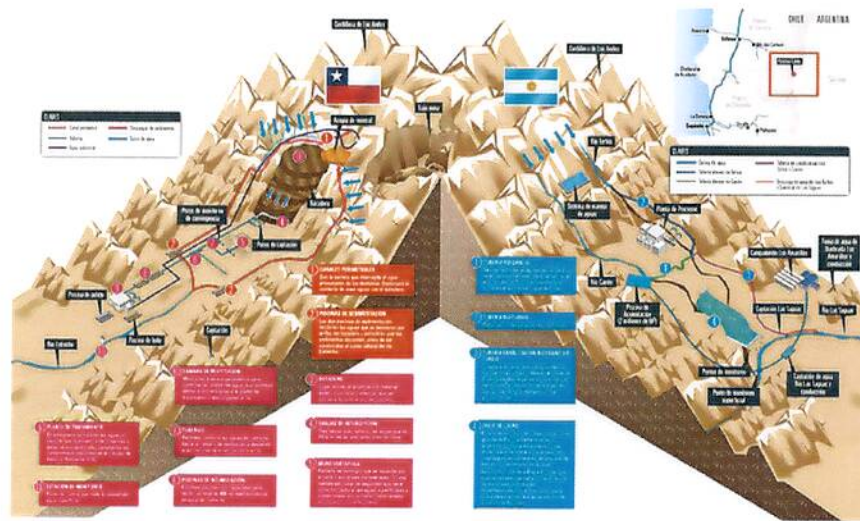
El objetivo del SANC es encauzar a través de canales perimetrales las aguas que bajan originalmente por las laderas y quebradas en dirección a la zona del botadero de estériles hacia un punto aguas abajo de esta área, y así impedir que las aguas naturales entren en contacto con material estéril del botadero y/o con aguas contactadas, evitando así su contaminación. El SANC del Botadero Nevada Norte se divide en dos partes:

- Canal perimetral Norte: Superior e Inferior y Estanque Sedimentador Norte.
- Canal Perimetral Sur y Estanque Sedimentador Sur.

El funcionamiento del SANC consiste básicamente en que las aguas captadas en los “Canales Perimetrales” (aguas limpias que bajan desde la cordillera) fluyan a través de éstos y sean dirigidos a los estanques sedimentadores para su posterior descarga al Río Estrecho, aguas abajo de su disposición natural. Es decir, los canales de desvío actúan como un *by pass*.

El SANC se muestra en el siguiente mapa¹⁵:

¹⁵ Disponible en el sitio: <http://pascua-lama.com/2013/07/01/uso-del-agua-en-pascua-lama/>.



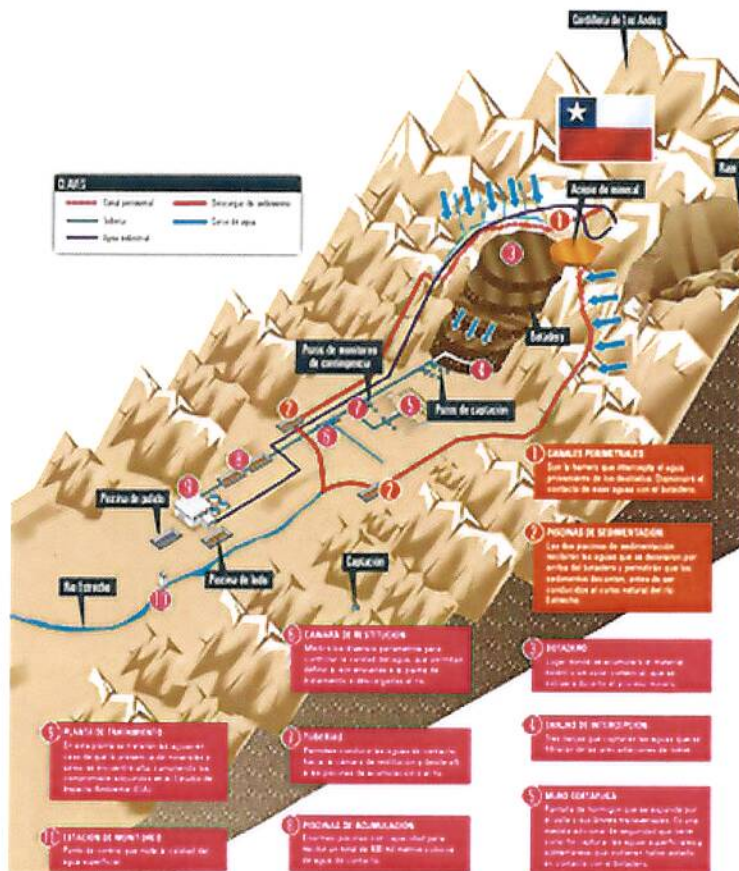
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 12 pto, Cursiva

b) Sub-sistema de Aguas de Contacto SAC

A diferencia del SANC, que evita que “aguas limpias” entren a la zona de contacto (con residuos mineros; es decir que se contaminen), en conformidad con lo dispuesto por la RCA, el SAC impide que las “aguas sucias” salgan de la zona de contacto sin antes haber pasado por un tratamiento que las “limpie” para luego descargarlas al Río Estrecho. El SAC consta de:

- Zanjas y pozos de monitoreo.
- Un “Muro Corta Fuga”.
- Piscinas de Acumulación (2).
- Planta de Tratamiento DAR.
- Piscina de Pulido.

El proceso del SAC consiste en captar la totalidad de las aguas que ingresan al área de influencia del botadero de estériles, sea en forma superficial o subterránea, a través de zanjas y sistemas de bombeo y –finalmente– de un muro cortafuga, que actúa como barrera pasiva para las aguas que evadan los sistemas de aguas arriba de éste. Estas obras están conectadas por una tubería que conducirá las aguas hasta las piscinas de acumulación, desde donde pasarán a su etapa de tratamiento.



En cuanto a la Planta de Tratamiento, el titular se comprometió a que ésta “estará compuesta de las siguientes unidades o componentes principales:

- Unidad de oxidación mediante aplicación de peróxido (H₂O₂) para facilitar la conversión de hierro ferroso a hierro férrico;
- Unidad de neutralización mediante la aplicación de lechada de cal que permite subir el pH de la solución y generar la precipitación de metales;
- Unidad de clarificación, en que se aplican floculantes para facilitar la sedimentación de los sólidos;
- Piscina de regulación pulida de la descarga, que permite lograr una calidad estable dentro de los rangos de diseño.

El diseño y operación de la planta se presenta en Anexo II-K. El siguiente diagrama ilustra el proceso de tratamiento de los drenajes:¹⁶

II. e) Incumplimientos a condiciones establecidas en la RCA relacionadas con el componente ambiental agua del proceso sancionatorio A-002-2013.

N° de Hecho, acto u omisión constitutiva de infracción	Incumplimiento	Compromiso RCA	Respuesta de la empresa
23.1.	La construcción de la Obra de Arte de Salida del Canal Perimetral Norte Inferior en un lugar no adecuado, al no ser construida al final de una extensión de dicho canal. Asimismo, la construcción de obras de alivio, asociadas a las obras de arte Ws I y S del Canal Perimetral Norte Inferior, las cuales no fueron	<p><i>"(...) el lugar elegido para la construcción de la Obra de Salida, no fue el más adecuado, pues de acuerdo al tipo de terreno que se encuentra aguas abajo de este emplazamiento, cual es, depósitos coluviales y aluviales, se debió haber construido sobre este terreno una extensión del canal perimetral norte inferior, tal como señala la Adenda 2 Anexo 11-M en su apartado 4.2.1, antes citada. Dado lo anterior, la obra de arte debió ser construida al final de la extensión, salvando el riesgo descrito en la RCA. (...) Pues es del caso que esta obra de arte mencionada, no se construyó según lo indicado en la RCA"¹⁷.</i></p> <p><i>"Sin embargo, y a pesar de estar conscientes de los riesgos que involucraban la construcción de esta</i></p>	<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.1 del Ordinario N° 058.</p> <p>2. Es por esto, que mi representada detallará en el primer Otrosí de esta presentación las medidas y acciones que tendrán por objetivo reparar, corregir o mejorar la construcción del canal perimetral norte. Estas medidas tienen por finalidad mejorar integralmente el Sistema de Manejo de Aguas de No Contacto (SMANC), las cuales consideran el manejo de éstas a nivel de obras de captación (quebradas), conducción (Canales Norte Superior e Inferior) y obras de descarga al Sedimentador Norte, incluyendo además obras de control</p>

¹⁶ Adenda II p.133.

¹⁷ Compañía Minera Nevada SpA, Autodenuncia del art. 41 de la Ley 417, de fecha 18 de enero de 2013, p. 3 Disponible en: <http://snifa.sma.gob.cl/RegistroPublico/ProcesoSancion/VerExpediente?expediente=A-002-2013>

	<p>aprobadas en la RCA, ni en el proyecto de modificación de cauce aprobado por la Dirección General de Aguas mediante Resolución DGA W 163, de marzo de 2008, de la Dirección Regional de Aguas de la Región de Atacama. Las aguas conducidas por dichas obras de alivio van dirigidas al sistema de aguas de contacto, específicamente, al depósito de estériles nevada norte, y no aseguran la conductividad hidráulica del sistema de aguas de no contacto.</p>	<p><i>obra de salida en el lugar antes descrito</i>¹⁸.</p> <p><i>“El titular implementará un sistema de canales interceptores perimetrales para la etapa de operaciones, los cuales descargarán finalmente al río del Estrecho aguas abajo del botadero. Los canales norte y sur transportarán el caudal a quebradas naturales que descargan en la parte superior del río del Estrecho.(...) Canal interceptor perimetral inferior norte: se ubicará justo por encima del límite superior de la plataforma del botadero, comenzando a una altura de aprox. 4.800msnm. Este canal descargará en la Quebrada Q9, aguas debajo de la traza final del botadero”</i>¹⁹.</p>	<p>de sedimentos en las captaciones</p> <p>3. Finalmente, hacemos la salvedad de que las aguas conducidas por las obras de alivio descritas en el cargo en comento, no pudieron haber sido conducidas al depósito de estériles Nevada Norte, pues las primeras se encontraban a más de 500 metros de distancia de éste.</p>
23.2	<p>En la quebrada 9, lugar de descarga de la Obra de Arte de Salida del Canal Perimetral Norte Inferior, se constató que está cubierta por una</p>		<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.2 del Ordinario N° 058.</p> <p>2. Del mismo modo que en la respuesta anterior, mi representada describirá en el primer Otrosí de este documento las medidas y acciones</p>

¹⁸ Ibid. p. 4

¹⁹ RCA 24/2006P.112.

	<p>capa de material coluvial, la cual se ha erosionado debido a la bajada de flujos que ocurre en dicho sector. En razón de lo anterior, se evidenció que el cauce naturalmente no estaba labrado en roca y por ende, era necesario protegerlo mediante el uso de enrocados y geotextil como se estableció en la RCA, cuestión que el titular no realizó</p>		<p>que tendrán por objetivo reparar, corregir o mejorar la construcción del canal perimetral norte. Estas medidas tienen por finalidad mejorar integralmente el Sistema de Manejo de Aguas de No Contacto (SMANC), las cuales consideran el manejo de éstas a nivel de obras de captación (quebradas), conducción (Canales Norte Superior e Inferior) y obras de descarga al Sedimentador Norte, incluyendo además obras de control de sedimentos en las captaciones.</p>
23.3	<p>La construcción de un canal auxiliar no autorizado dentro del sistema de aguas de contacto que capta las aguas provenientes del canal perimetral norte inferior y que las dirige hasta el lugar de descarga original de la obra de arte de salida del canal perimetral norte</p>		<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.3 del Ordinario N° 058, señalando que esta obra se construyó con motivo de las reparaciones que tuvieron que realizarse para evitar que las aguas de no contacto ingresaran al sistema de aguas de contacto. Lo anterior, debido a los eventos descritos en la autodenuncia, acaecidos los días 22 de diciembre de 2012 y 10 de enero del presente año.</p> <p>2. Reforzando lo recién expuesto, mi representada indicará en el segundo Otrosí la necesidad de implementar ciertas obras de manera urgente, pues</p>

	inferior.		resultan fundamentales para poder evitar que los primeros deshielos de este año, ocasionen eventos que gatillen efectos o contingencias ambientales.
23.4	No haber construido la unidad de oxidación mediante peróxido de hidrogeno en la planta de tratamiento de drenaje ácido	"Planta de tratamiento de drenaje ácido (...) compuesta entre otros, por la Unidad de oxidación mediante aplicación de peróxido (H2O2) para facilitar la conversión de hierro ferroso a hierro férrico ²⁰ (o sea en compuesto insoluble al agua).	<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.4 del Ordinario N° 058.</p> <p>2. Es por lo anterior que CMN procederá a implementar la unidad de oxidación según lo dispuesto en considerando No 4.3.2 i.) de la RCA N° 024/2006, que establece que el Titular deberá construir una: "Planta de tratamiento de drenaje ácido, que corresponde a una tecnología probada (HSD, High Density Sludge), de alta eficiencia, y de operación automatizada y simple compuesta por las siguientes unidades o componentes principales: Unidad de oxidación mediante aplicación de peróxido (H2O2) para facilitar la conversión de hierro ferroso a hierro férrico"</p>
23.5	No haber construido la planta de osmosis inversa o tratamiento secundario alternativo.	<i>"(...) representa una de las tecnologías de contingencia o de tratamiento secundario cuya instalación se propone para la "limpieza" de efluentes provenientes de la planta de HDS para ser empleada estrictamente "en caso que se requiera". La inclusión de una herramienta de contingencia o de tratamiento secundario en el diseño del tratamiento general del drenaje ácido se basa en la necesidad potencial de, por un lado, contar con una descarga y tratamiento auxiliar de pequeños volúmenes de agua de contacto</i>	<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.5 del Ordinario N° 058.</p> <p>2. De acuerdo a esto, CMN iniciará la construcción de la Planta de Osmosis Inversa o Tratamiento Complementario, conforme lo describe el considerando N° 4.3 .2 i. 1) de la RCA N° 024/2006: "En forma contigua a la planta de tratamiento de drenaje ácido se localizará la unidad de tratamiento complementario</p>

²⁰ COREMA de la Región de Atacama, Resolución Exenta N° 24, de 15 de febrero de 2006, p. 32

		<p>generada durante los periodos secos, cuando las concentraciones de sulfato en el agua que va a la planta de tratamiento tengan probabilidad de ser >2000 mg/l y , por otro lado, el requerimiento eventual de un tratamiento suplementario auxiliar del agua para asegurar la conformidad con las concentraciones de línea base de elementos como, por ejemplo, selenio.</p> <p>Esta unidad de Tratamiento Complementario a la Planta de Tratamiento de Drenaje Acido, se pondrá en operación ante el evento que el efluente sobrepase los valores máximos establecidos en la Norma de descarga (D.S.N°90/001, tabla según pronunciamiento de la D.G.A. sobre el caudal de dilución)²¹.</p>	<p>(osmosis reversa u otra equivalente a definir durante el desarrollo de la ingeniería de detalles), para responder a eventuales contingencias o demandas puntuales si fuera necesario, como alto contenido de sulfatos en años secos.</p>
23.6	No haber construido el sistema de evaporación forzada.	<p>"Plan de Aleria ante contingencias, mediante el cual podrá interrumpirse la descarga al río e iniciar evaporación forzada (...). (...) se compondrá de rociadores instalados en las piscinas de drenajes captados del depósito de estéril Nevada Norte. Proveedores de estos dispositivos (SMI Evaporative Systems, IBR Mine Solutions Inc., entre otros), como también la información publicada en la literatura especializada, señalan tasas de evaporación variables dentro de un rango de 25% a 60% del volumen de líquido bombeado por el sistema de evaporación forzada. Aunque la tasa de evaporación es variable dependiendo de las condiciones climáticas existentes (temperatura, velocidad del viento, humedad relativa y tasa de evaporación natural), además de las condiciones de operación de los rociadores (abertura de los aspersores, presión de aspersión) se estima que la</p>	<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.6 del Ordinario N=> 058.</p> <p>2. A consecuencia de lo anterior, CMN procederá a construir el Sistema de Evaporación Forzada, conforme lo estable el considerando 4.5.2. a) de la Resolución de Calificación Ambiental N° 024/2006: "El sistema de evaporación forzada se compondrá de rociadores instalados en las piscinas de drenajes captados del depósito de estéril Nevada Norte(. .)El diseño conceptual del sistema de Pascua-Lama considera una batería de 3 a 4 rociadores operando con presiones que otorguen una capacidad de evaporación forzada de 91/s."</p>

²¹ Ibid.p.136

		<p><i>eficiencia del sistema para las condiciones de Pascua-Lama promediará un 40%. Con esta eficiencia, un rociador operando a presiones de aspersión entre 100 y 200 psi puede evaporar entre 1,7 y 2,4 l/s. El diseño conceptual del sistema de Pascua-Lama considera una batería de 3 a 4 rociadores operando con presiones que otorguen una capacidad de evaporación forzada de 9 l/s.</i>"²²</p>	
23.7	<p>Descarga no justificada al río estrecho proveniente de la Planta de Tratamiento de drenaje Acido. Asimismo, dicha descarga no fue declarada ni monitoreada de conformidad al Decreto Supremo N°90, de 2000, del Ministerio del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales ("DS</p>		<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.7 del Ordinario N° 058.</p> <p>2. Es por lo anterior que CMN viene en asegurar que las próximas descargas que se realicen desde la piscina de pulido se avisarán a la Superintendencia de Medio Ambiente cuando correspondiera.</p> <p>3. Por último, es dable explicar que la descarga objeto de este hecho tuvo relación con un procedimiento de prueba, el cual se realizó una sola vez y consistió en un ensayo de estanqueidad de la piscina de pulido la que, en cualquier caso, constituye un paso exigido por la normativa sectorial para obtener el permiso de funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas de Contacto (PTAC).</p>

²² RCA 24/2006 p. 136.

	90").		
23.10	<p>La construcción de una Cámara de Captación y Restitución. Dicha obra desvía las aguas sin tratar hacia las piscinas de acumulación o al Río Estrecho, incumpliendo el sistema de manejo de aguas de contacto aprobado, puesto que éste contemplaba que la totalidad de las aguas de contacto debían ser dirigidas a las piscinas de acumulación para tratar las aguas y/o recircularlas una vez determinado si cumplen con los objetivos de calidad de agua.</p>		<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.10 del Ordinario N° 058.</p> <p>2. Debido a lo anterior, esta parte, al igual que para los hechos contenidos en los considerandos 23.1 y 23.2 del Ordinario, regularizará la construcción y funcionamiento de la Cámara de Captación y Restitución (CCR).</p> <p>3. Una descripción de esta regularización, se informará en el primer Otrosí de esta Presentación.</p>
23.11	<p>La descarga de aguas de contacto al Río Estrecho que no cumplen con los objetivos de calidad de aguas. Además, cabe agregar que en la obra señalada en el numeral 23.10</p>		<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.11 del Ordinario N° 058.</p> <p>2. Al igual que en la respuesta anterior, la función de desvío de aguas que realiza la CCR al río del Estrecho, será debidamente regularizado, conforme a lo que se indicará en el primer Otrosí de esta presentación.</p>

	<p>precedente, se toma decisión de descargar al río Estrecho, según medición in situ de dos parámetros de calidad (Ph y conductividad eléctrica), siendo que la RCA dispone que la descarga al río Estrecho debe cumplir con el DS 90.</p>		
23.12	<p>No contar con un sistema de captación de aguas acidas infiltradas asociados a una batería de pozos de aguas subterráneas que permita siempre contar con uno en operación y otro en Stand-by.</p>	<p><i>"zanjas y pozos de captación de los drenajes al pie del depósito de estéril, para recolectar tanto los flujos superficiales como subterráneos que puedan generarse"</i>²³.</p>	<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.12 del Ordinario N° 058.</p> <p>2. Se hace presente que CMN ha construido los pozos y procederá a energizarlos, pues a la fecha no cuentan con el sistema adecuado para bombear las aguas que hayan sido captadas, cumpliendo así con sus funciones, conforme a lo establecido en el Considerando N° 4.3.2 i.1) de la RCA N° 024: <i>"Batería de pozos de bombeo operacionales constituidas por dos líneas, una activa y otra pasiva o de respaldo. Cada línea cuenta con tres pozos profundos y tres pozos someros, ubicadas aguas arriba de la pantalla cortafuga."</i></p>
23.13	<p>La falta de captación de aguas acidas infiltradas proveniente del</p>		<p>1. Mi representada acepta lo descrito en el hecho contenido en el considerando 23.13 del Ordinario N° 058.</p>

²³ Ibid., p.32

	<p>depósito de estériles Nevada Norte durante el mes de enero de 2013.</p>	<p>2. Es por esto que, según puede deducirse del informe de fiscalización correspondiente, y reiterando lo señalado para los demás pozos ya tratados en el numeral anterior, mi representada procederá a energizar además los pozos que se encuentran aguas abajo del muro cortafuga, correspondientes a la Línea 4 (L4-PM1, L4-PM2, L4-PM3, L4-PM4, y L4-PM5), asegurando así la captación íntegra y redundante de aguas de contacto que pudieran infiltrarse, y dando cumplimiento a lo establecido en el Considerando N° 4.3.2</p> <p>i.l) de la RCA N° 024/2006: <i>"Pozos de Bombeo de Contingencia, ubicada aguas debajo de la pantalla cortafuga, para monitorear y contener aguas ácidas, constituida por una batería de pozos de verificación y control de aguas, actúan generando conos de abatimiento de la napa para traer los flujos de drenaje."</i></p>
<p>23.14</p>	<p>No haber profundizado la zanja corta fuga, habiéndose verificado la superación de los valores de calidad de aguas subterráneas en 5 pozos monitoreados aguas debajo de dicha zanja.</p>	<p>Sin perjuicio de lo expuesto, estimamos que el considerando 23 .14, relativo a la profundidad de la Pantalla Cortafuga, no puede ser incluido en el presente reconocimiento o aceptación de hechos, ya que estimamos fundadamente que se ha construido acorde a lo señalado en la Resolución de Calificación Ambiental N° 24, teniendo en consideración los más altos estándares nacionales e internacionales.(página 1).</p> <p>1. Conforme al cargo propuesto por la autoridad, se presume que debido a la falta de profundización de la pantalla o zanja cortafuga (en adiante la</p>

		<p>Pantalla), se habría producido una supuesta filtración aguas abajo de esta construcción.</p> <p>CMN reafirma que, de los hechos verificados, la Pantalla Cortafuga fue diseñada y construida con los más altos estándares de calidad de la industria, para cumplir con el objetivo de captar las aguas superficiales y subterráneas. Adjuntamos a esta presentación un estudio que ratificó lo anteriormente expuesto (Anexo 1). En éste se indica que la profundidad de la Pantalla Cortafuga, alcanza en todos los casos la roca mecánicamente competente, (con profundidad máxima de 62 metros), de acuerdo a lo requerido por la ingeniería de detalle. Como complemento de lo anterior y a modo de permitir el sellado de la interfase muro-roca y de las potenciales fracturas presentes en la roca fundamental se ejecuto una cortina de inyecciones de lechada cementicia, hasta una profundidad promedio de 30 metros bajo la pantalla cortafuga.</p> <p>De esta forma se logró materializar, con los más altos estándares, los diseños comprometidos a fin de alcanzar el objetivo dispuesto en la RCA N°24/2006, que es evitar la filtración de aguas superficiales y subterráneas.</p> <p>2. En este sentido, la Pantalla se diseñó sobre la base de un programa de investigación de alta calidad realizada por Golder Associates que determinó, entre otros aspectos, el sitio para la posición óptima de la Pantalla, mediante exploración con</p>
--	--	---

		<p>orificios de núcleo de diamante perforado, con fotos de núcleos, registros de taladro geofísico (prueba de refracción sísmica) y cartografía geológica superficial. Por medio de estas medidas, se determinaron las profundidades en roca erosionada y roca fresca desde el programa de perforación y explotación.</p> <p>3. Reforzando lo anterior, y tal como se indica en el documento digital "KnightPiésold. Zanja Cortafuga y Tubería de Conducción N° 5 (Ref. No. SA202- 00027/41-06). 2012" (Anexo 2), la Pantalla fue construida siguiendo todos los requerimientos técnicos para asegurar su adecuado funcionamiento de acuerdo a los compromisos originales de la RCA N° 024. Lo señalado implica, sin duda alguna, su construcción hasta el basamento rocoso o roca madre. En efecto, y tal como se menciona en el documento antes indicado, la Pantalla se construyó utilizando una pared moldeada y una cortina de inyección, con las siguientes características:</p> <p>Pared Moldeada:</p> <ul style="list-style-type: none">· Se realizó en una extensión de aproximadamente 20 m, lo que mejora el sello con la roca basal. · La cota final de la superficie de la pared se dejó a una misma elevación, mejorando de esta manera la intercepción de aguas (4.041 m.s.n.m). · Se aumentó en un 30% el volumen de hormigón instalado, en comparación al diseño original,
--	--	---

		<p>debido al aumento de material excavado en el perfil de la pared.</p> <p>Cortina de Inyecciones:</p> <ul style="list-style-type: none">· El diseño original contemplaba realizar inyecciones hasta una cota de 4.058 m.s.n.m., sin embargo la cortina de inyecciones no continuó hacia los extremos de la excavación, debido a que la roca basal encontrada durante la construcción a cada lado de la pared moldeada, resultó ser de una calidad no alterada. <p>Los antecedentes antes indicados muestran que la Pantalla fue construida siguiendo estándares técnicos que permiten asegurar su eficiencia, en términos de controlar toda infiltración provenientes aguas arriba de esta obra. De lo anterior, se desprende que existió un acabado análisis para determinar la ubicación, material y profundidad idónea para la construcción de la Pantalla.</p> <p>4. Ahora respecto de lo indicado en el Cargo en comento, debemos señalar que la autoridad, para concluir que se superaban los valores de la calidad de las aguas en los pozos inmediatamente a continuación de la Pantalla, comparó los niveles de esas aguas con los del punto denominado BT-3, que se encuentra a 1.340 metros desde los pozos de contingencia (IA), con lo que la muestra de comparación se encuentra en un estado de dilución mayor que la ubicada en los pozos monitoreados, explicándose así los resultados obtenidos por la autoridad, sin considerar que estos pozos se encuentran en una zona naturalmente</p>
--	--	---

			<p>ácida</p> <p>Es por esto que la comparación de la calidad de las aguas no debió realizarse con este punto, ya que se ubica en un lugar geográfico que no presenta ninguna relación con el analizado para estos efectos, y más importante aún, porque no existe mención alguna en los procesos de evaluación del Proyecto que las aguas captadas por estos pozos deban ser comparadas con el punto BT-3.</p> <p>5. Así las cosas, y al no existir alteración alguna en las calidades de las aguas en los pozos aguas abajo de la Pantalla, no es aplicable el considerando No 9.1 i de la RCA</p> <p>N°024/2006, como pretende la autoridad fiscalizadora, toda vez que no se cumple el requisito esencial establecido en dicho considerando, cual es, que se detecte una modificación en la calidad de dichas aguas.</p> <p>1 <i>"El titular deberá profundizar la zanja cortafuga en el caso de que se detecte modificación en la calidad de las aguas en los pozos ubicados aguas abajo de ella. Esta medida es adicional al bombeo desde los pozos y tratamiento de esta agua. Asimismo, debem mejorar las condiciones de la harrera impermeable hasta la roca basal."</i></p> <p>6. En suma, consideramos que este cargo debe ser totalmente descartado, ya que en ningún momento se ha visto amenazado componente ambiental alguno debido al eventual incumplimiento de la RCA al</p>
--	--	--	---

				construir la Pantalla Cortafuga.
--	--	--	--	----------------------------------

II.f) Superación de parámetros

“Hay indicios de que las obras y actividades de la Fase de Construcción del Proyecto Pascua-Lama han alterado la calidad de las aguas superficiales en la cuenca del río Estrecho, considerando el comportamiento de los parámetros indicativos del Drenaje Acido de Rocas y la turbidez, detectándose un incremento a partir del inicio de esta fase en comparación con la Línea de Base establecida en la RCA y las correspondientes normas aplicables. Asimismo, existen indicios de que el Titular no ejecutó los planes de respuesta comprometidos en la RCA durante esta Fase de Construcción, a pesar de la evidencia sobre el comportamiento de la calidad del agua superficial, que superó los Niveles de Alerta establecidos en la RCA, tanto antes de los hechos objeto de esta reclamación como con ocasión de los mismos”²⁴.

Además, el Tribunal indica que *“(...) la situación de la calidad de las aguas del río Estrecho con-proyecto, es decir, post-inicio de las obras y actividades de la Fase de Construcción en octubre de 2009, difiere de la situación sin-proyecto, observándose niveles bastante mayores a los niveles de cumplimiento definidos en la RCA.”²⁵*

Se sostiene también la evidencia de que *“(...) durante la Fase de Construcción, se superaron los Niveles de Alerta de la RCA en los puntos de control en múltiples ocasiones, por lo que el Titular del proyecto debió haber activado los planes de respuesta en varias oportunidades, no habiendo registros de que lo haya hecho. Esto, es de suponer, debido a la aplicación de la adaptación metodológica y los consiguientes Niveles de Alerta más laxos lo que, como ya se explicó más arriba, no aplicaban en la Fase de Construcción, sino que debió siempre considerar los niveles establecidos en la RCA. De lo anterior, se*

²⁴ Sentencia Rol R-06-2013, del Ilustre Segundo Tribunal Ambiental, de 3 de marzo de 2014, considerando centésimo quinto.

²⁵ *Ibíd.*, considerando octogésimo sexto.

*desprende que el Titular faltó al cumplimiento de la RCA en estas materias y la SMA debió pronunciarse al respecto en la resolución reclamada en esta causa.*²⁶

Con todos estos datos el Tribunal determina que:

“1. Hay indicios de que las obras y actividades de la Fase de Construcción del Proyecto Pascua-Lama han alterado la calidad de las aguas superficiales en la cuenca del río Estrecho (...).”²⁷

De igual manera, concluye la existencia de indicios de que no fueron ejecutados los planes de respuesta a los que el titular se compromete en la RCA, a pesar de haberse superado los niveles de alerta establecidos. Se mandata a la SMA referirse a la afectación de las condiciones establecidas en la RCA sobre las aguas superficiales.

2.- Se constata contaminación o alteración de calidad de aguas superación niveles de calidad de agua elevados tras los eventos nombrados en la autodenuncia.

Respecto de este punto, el Tribunal establece que tomando para estos análisis la metodología correcta, no la que ocupa la SMA, una regla ad-hoc, se comprueba que se sobrepasan los valores de la norma aplicable o de la línea de base del proyecto. Se señala asimismo la necesidad de evaluar los monitoréos anteriores al evento de enero de 2013.

*“Nonagésimo segundo: (...) si la SMA se hubiera ceñido al criterio de comparación contenido en la RCA, con los mismos datos que tuvo a su disposición, habría detectado un mayor número de excedencias en los dos meses evaluados, sugiriéndole posibles excedencias anteriores. De lo cual se derivaría la necesidad de evaluar los monitoreos anteriores al evento, para recabar mayores evidencias sobre un posible efecto del proyecto en la calidad de las aguas, pues el Titular del proyecto estuvo obligado durante toda la Fase de Construcción a cumplir la RCA y no sólo a partir del evento de enero de 2013.”*²⁸

²⁶ *Ibíd.*, considerando octogésimo noveno.

²⁷ *Ibíd.*, considerando centésimo quinto.

²⁸ *Ibíd.*, considerando nonagésimo segundo.

4) Oficio Ordinario N° 426, del Director Regional de Aguas de Atacama, de fecha 27 de junio de 2013²⁹.

El Tribunal destaca en su fallo, cuando analiza la calidad de las aguas superficiales³⁰, que su análisis concuerda en gran medida con el realizado por el Director Regional de Aguas de Atacama, en su Oficio Ordinario N° 426. En este documento dirigido al Superintendente de Medio Ambiente, la autoridad sectorial, refiriéndose a la autodenuncia de la Compañía, da cuenta de elementos de análisis notables. En lo referido a la calidad de las aguas, la DGA realiza un estudio de los niveles de DAM (Drenaje Ácido de Mina). Se hace presente en el mismo Oficio la calidad y confiabilidad de los resultados analíticos que este Servicio informa. Y brinda innegables antecedentes de graves contaminaciones por drenaje ácido.

Respecto de indicadores de DAM, analizando la evolución en el tiempo de la concentración de la mayoría de los mismos contemplados en la RCA, se llega a una serie de conclusiones, de las que creemos relevante destacar la siguiente: *“se evidencian diferencias de varios órdenes de magnitud entre los valores de concentración de los indicadores de DAM registrados por este Servicio y los valores incluidos en los reportes de calidad de aguas presentados por parte del Titular a esta Dirección. Así, de un total de 40 datos de calidad de aguas registrados por la D.G.A. en relación a los principales indicadores de DAM, un 62,5% de estos muestra superaciones respecto de los valores informados por el Titular (...)”*³¹. Esto es concordante con un elemento que es menester hacer presente, y es que la D.G.A. al elaborar este oficio es conteste con todo lo que establece el Tribunal respecto de la Metodología de Cálculo de Niveles de Alerta de Calidad de Aguas, y es que esta debe ser la que contiene la RCA del proyecto. Así, en el numeral 10 de este Oficio, *“(...) este Servicio entiende que los Niveles de Alerta de Calidad de Aguas vigentes y autorizados son los elaborados en base a la información presentada durante el respectivo proceso de evaluación ambiental del proyecto de marras, y que a la fecha, la modificación*

²⁹ Dirección General de Aguas. Ordinario N°426 de 27 junio de 2013.

³⁰ Ver considerando centésimo cuarto de la Sentencia Rol R-06-2013.

³¹ Dirección General de Aguas de Atacama, Ord. N° 426, de 27 de junio de 2013, pág. 9.

a que se refiere el numeral 9) anterior carece de validez legal por parte de esta Dirección.”³²

En el punto 22 del Oficio se indica que: “(...) puede notarse que, durante el mes de diciembre de 2012 se superaron cada uno de los indicadores de drenaje ácido en cuestión, con la excepción del mes de enero de 2013, cumpliendo sólo levemente en el mes de enero de 2013 algunos de estos parámetros.

Así las cosas, y a modo de síntesis, es posible indicar que, atendida la información de calidad de aguas superficiales en el área de influencia del proyecto minero Pascua Lama, el evento de colapso del sistema de manejo de aguas habilitado en la cabecera de la subcuenca del Río El Estrecho a que se refiere la autodenuncia en cuestión, generó una alteración negativa en la calidad de las aguas superficiales generadas en esa zona (...)”³³

En conclusión, sobre el fenómeno de DAM, este Servicio consigna: “(...) del análisis integral y panorámico de los registros de calidad de las aguas superficiales del Río Chollay, el que recibe los escurrimientos drenados desde las nacientes de la subcuenca del Río El Estrecho, es posible evidenciar que existen indicios de la ocurrencia inducida del fenómeno de DAM con motivo de la ejecución del proyecto de marras, lo que se traduce puntualmente en altas concentraciones en la mayoría de los indicadores de DAM definidos en la correspondiente RCA, cuya perturbación se observa con claridad durante el período de verano de los años 2011, 2012 y 2013, lo cual es coincidente con la ejecución de las labores mineras desarrolladas por la empresa COMPAÑÍA MINERA NEVADA SpA (...)”³⁴.

II.g) Análisis temporal de la cobertura nival a través de imágenes MODIS para el sector de Pascua Lama

A continuación se presentan imágenes MODIS tratadas en un ambiente SIG (Sistema de Información Geográfica). Se presenta la evolución temporal de ellas desde el 21 de enero al 25 de enero del 2013. Esto evidencia que en época de verano cae precipitación nival, y que debido a los cambios drásticos de temperatura, la nieve se derrite, escurriendo aguas abajo

³² *Ibíd.*, pág. 4.

³³ *Ibíd.*, pág.10-11.

³⁴ *Ibíd.*, pág. 11.

del Valle del Río Estrecho hacia la Subcuenca El Tránsito y del Huasco. Debido a esto el Valle del Huasco queda expuesto a drenajes de aguas ácidas desde la cabecera de la cuenca del Río del Estrecho, donde se emplazan las instalaciones de Pascua Lama.

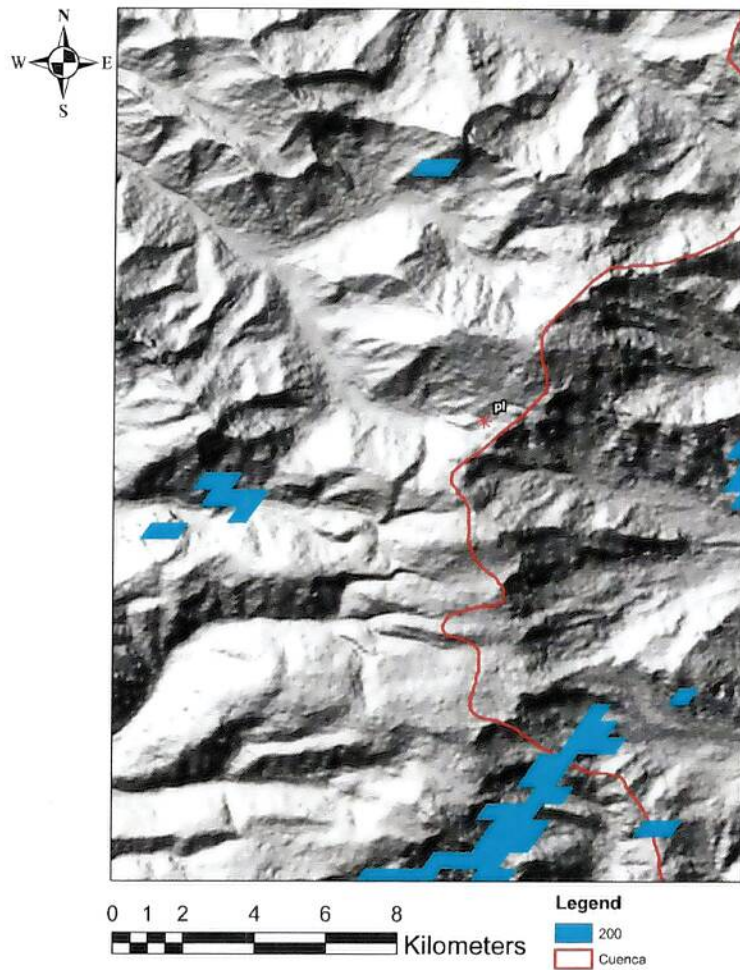


Figura 1. Modelo de elevación digital y cobertura nival en píxeles de 500x500 m. Fecha: 21 de enero de 2013. Pl: Pascua Lama.

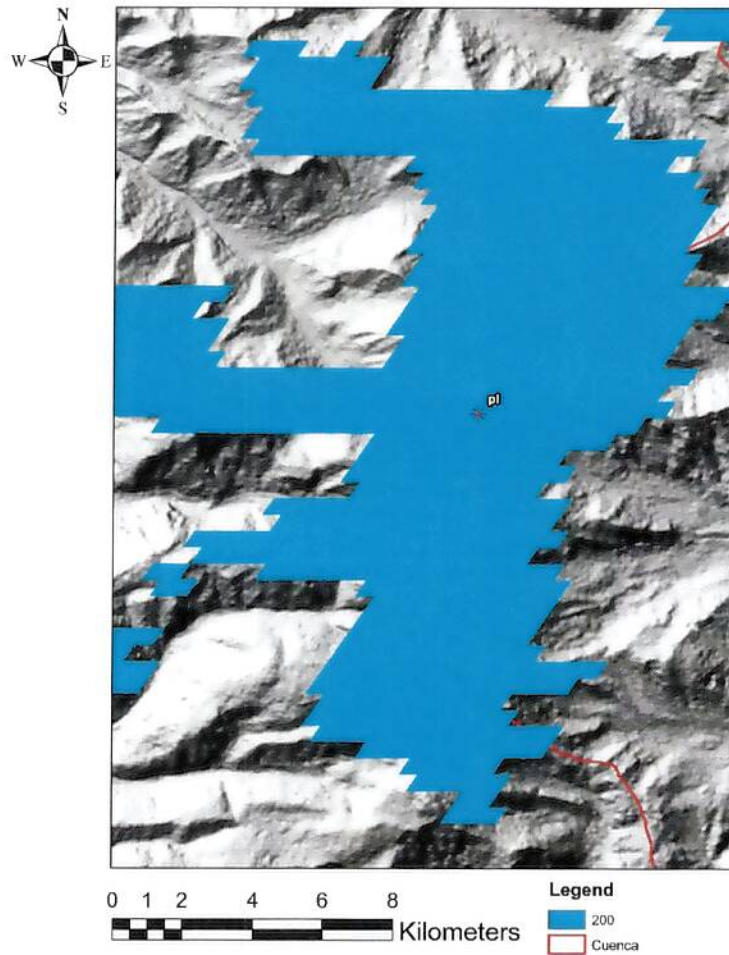


Figura 2. Modelo de elevación digital y cobertura nival en píxeles de 500x500 m. Fecha: 22 de enero de 2013. Pl: Pascua Lama.

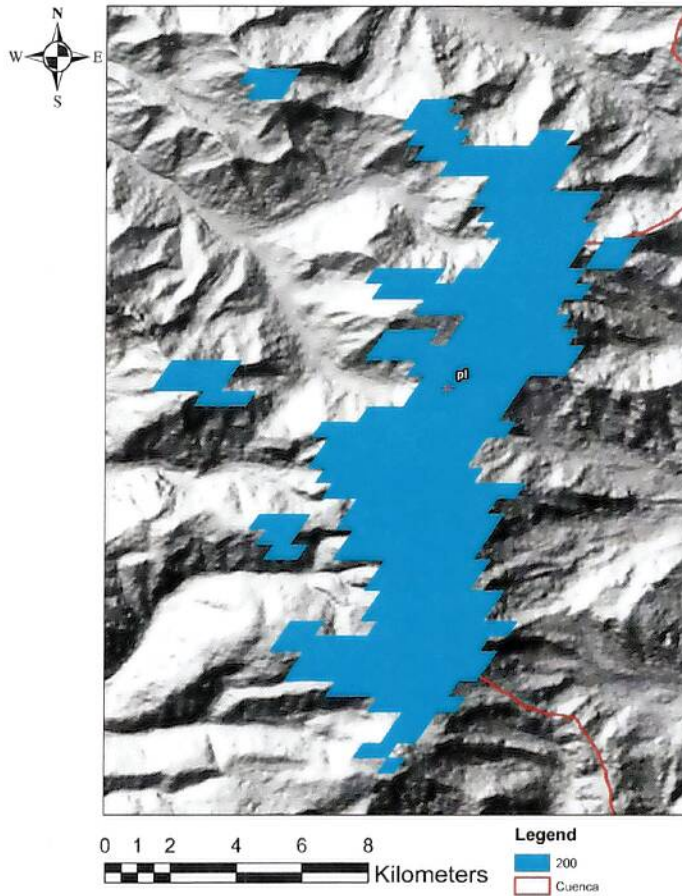


Figura 3. Modelo de elevación digital y cobertura nival en píxeles de 500x500 m. Fecha: 23 de enero de 2013. Pl: Pascua Lama

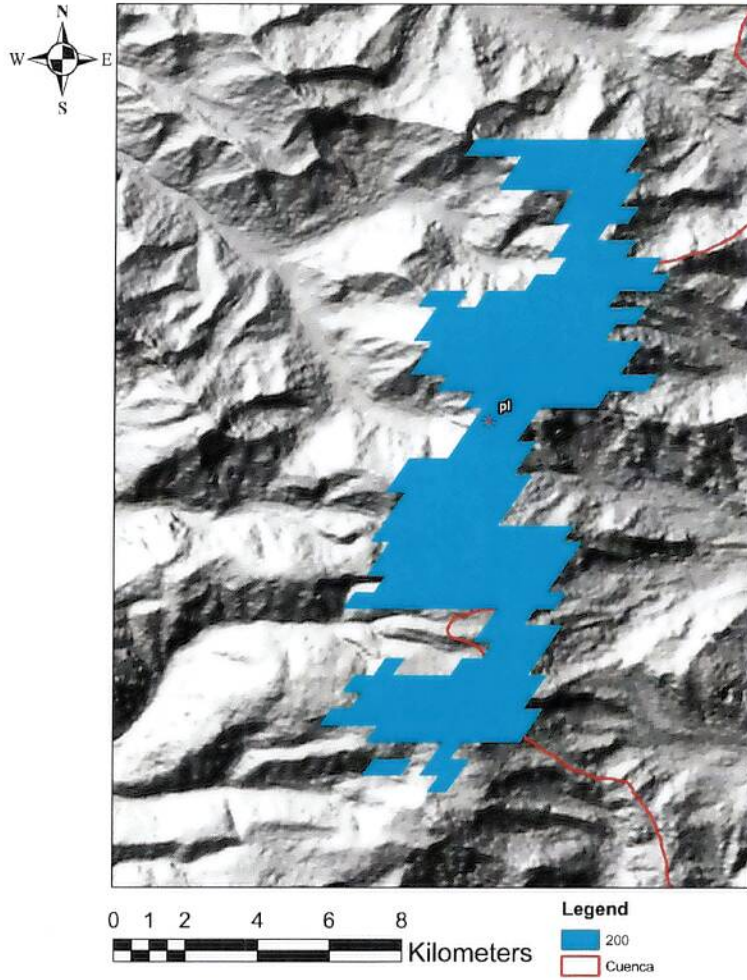


Figura 4. Modelo de elevación digital y cobertura nival en píxeles de 500x500 m. Fecha: 24 de enero del 2013. Pl: Pascua Lama.

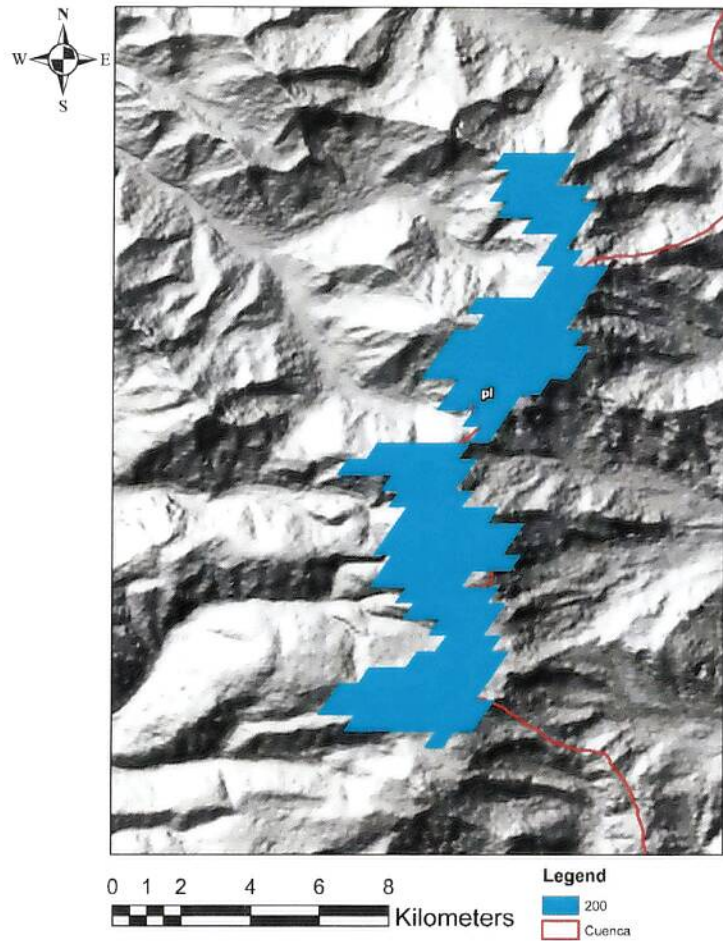


Figura 5. Modelo de elevación digital y cobertura nival en píxeles de 500x500 m. Fecha: 25 de enero de 2013. Pl: Pascua Lama

Visita inspectiva

A continuación se presentan un mapa con los puntos de control en donde se realizó la diligencia probatoria encargada por la SMA y se revisaron y registraron las instalaciones del sistema de manejo de aguas tanto de contacto como de no contacto.

Mapa puntos de control

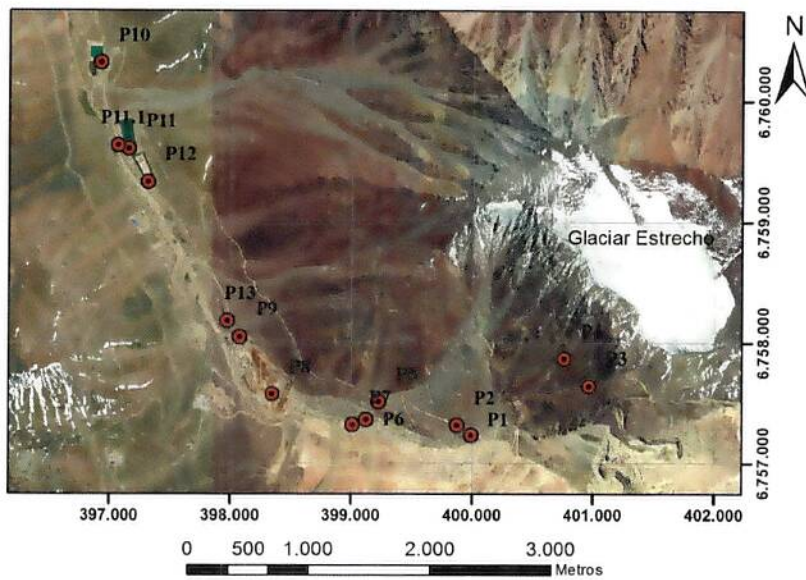


Figura 1. Mapa con los puntos de control que se realizaron en la diligencia probatoria para el sistema de manejo de aguas de contacto y no contacto encargado por la SMA los días 19 y 20 de enero del 2016.

Puntos de control georreferenciados con respectivos nombres

Día 1 (19-01-2016)

Punto	Coordenada Norte	Coordenada Este	Cota	Nombre lugar	Observación
1	6.757.240	399.990	4.328	Estación 1: Captación A	Captación quebrada La Negra y disipación de energía
2	6.757.321	399.877	4.334	Estación 2: Quebrada 4	Captación quebrada 4 y disipación de energía
3	6.757.649	400.976	4.799	Estación 3: CNPNI	Quebrada 0 y bypass quebrada 1
4	6.757.876	400.766	4.755	Estación 4: Quebrada 6	Captación quebrada 6 y disipación de energía
5	6.757.518	399.230	4.236	Captación quebrada 4 y 5	
6	6.757.369	399.125	4.172	Sala eléctrica	Telemetría en línea
7	6.757.324	399.015	4.153	Sistema de pozos de línea 2	Pozos de bombeo
8	6.758.581	398.352	4.051	Estación 6: Muro cortafugas	
9	6.758.056	398.076	4.010	Cámara de Captación Restitución (CCR)	Se mide caudal, conductividad, pH
10	6.760.325	396.925	3.835	Planta de Tratamiento de agua de contacto (ARD)	

Día 2 (20-01-2016)

11	6.759.612	397.160	3.904	Estación 1: Piscina de acumulación n° 2	
11.1	6.759.639	397.069	3.882	Subestación Vertedero de Emergencia	
12	6.759.336	397.319	3.908	Estación 2: Piscina de acumulación n° 1	
13	6.758.188	397.973	4.016	Estación 3: Sedimentador Norte	

El día 1 (fecha: 19-01-2016) de diligencia probatoria se constató lo siguiente:

En la imagen 2 se observa que la Quebrada la Negra se encuentra con muros de contención para disipar la energía, pasando un caudal relativamente bajo, ya que el caudal principalmente proviene del deshielo del Glaciar Estrecho y del permafrost circundante. Sin embargo, no se tiene la certeza de cuanto caudal pasa por la Quebrada la Negra cuando el aporte hídrico proviene del derretimiento de la nieve en otras estaciones del año, por lo tanto, frente a una eventual crecida por nevadas grandes, queda en la incertidumbre si los disipadores de energía soportarían estas crecidas. Si esto sucediera podría llegar agua de no contacto a las aguas de contacto, produciéndose contaminación de las aguas limpias.

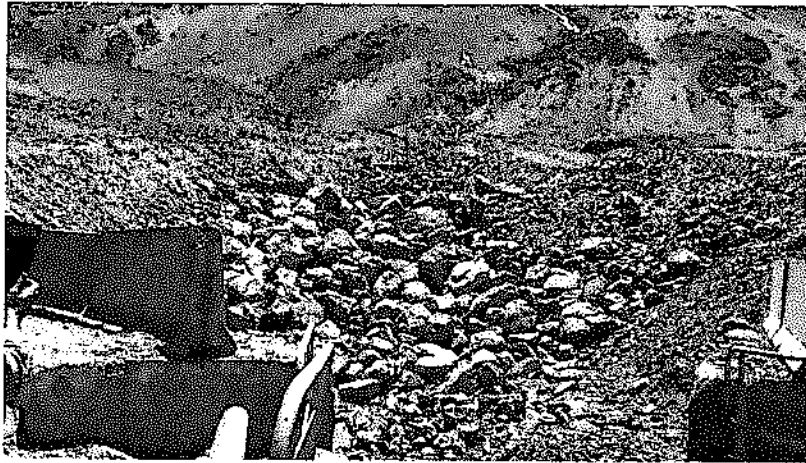


Imagen 1. Captación A Quebrada La Negra y obras de disipación de energía. Imagen tomada mirando hacia el Norte.

En el momento de las observaciones en el lugar la empresa CMNSpA dejó constancia de que no había nieve en el lugar, tal como lo evidencia la imagen 2. Sin embargo, en otras estaciones del año (invierno, otoño y primavera) precipita nieve, así lo demuestra una imagen satelital Landsat con fecha de toma el 28 de Mayo del 2012 (Figura 2). Además, no sólo en esas estaciones existe tales precipitaciones, sino que en verano también, debido al conocido fenómeno del invierno Altiplánico. Así lo evidencian las imágenes satelitales MODIS.

También la empresa dijo que cuando caía la nieve, prácticamente se sublimaba toda. De ser así, no existirían los depósitos de firn, que es nieve que ha sobrevivido a lo largo de la época estival (verano) y se encuentra más compactada, tal como lo demuestra la imagen 3. Por eso, cabe señalar que cuando hay nieve en las laderas, cierta parte se preserva; como queda constatado en las imágenes, otra parte se sublima y otra se fusiona (degrita) según la

energía incidente en esta. La parte de la nieve que se derrite y es convertida en agua líquida también tiene diferentes procesos hidrogeológicos, ya que se evapora, escurre e infiltra. La infiltración que ocurre en los sectores aledaños a las captaciones, es decir en las laderas de los cerros, se evidencia en el estudio realizado por Milana (2005) para la Junta de Vigilancia del Río Huasco. Según Milana (2005) los informes de campo sugieren que la onda de fusión en el Río del Estrecho es altamente retrasada por flujo granular. Esto se observa en campo por el hecho que muchos drenajes se infiltran en su totalidad y reaparecen luego.

Además, según Milana (2010) la estación que muestra mejor correlación es la NE-2A ($R^2=0,45$), que se encuentra a corta distancia del Glaciar Estrecho. La experiencia en otros lugares andinos indica que la onda hídrica en la estación NE-2A no debería estar retrasada en más de 2 horas, sin embargo se observa un retraso de cerca de unas 8 horas, lo que evidentemente responde al efecto de que casi la totalidad del agua es “engullida” por el material aluvial y re entregada en numerosas ocasiones. Esto también se puede apreciar de las fluctuaciones de la superficie piezométrica que registran estas ondas diurnas en pozos de monitoreo en la cuenca del Estrecho.

También la empresa CMNSpA dijo que el agua no se infiltraba, que sólo escurría por las quebradas. Sin embargo, luego de derretirse la nieve estacional en las laderas de los cerros, escurre e infiltra, por lo que no toda es captada en las tuberías. Según Brajadas (1999) el suelo es producido por intemperismo, es decir, por la fractura y rompimiento de varios tipos de rocas en piezas más pequeñas mediante procesos mecánicos y químicos. (Ver Figura 3). En las imágenes 5 y 6 se puede constatar que el material sedimentario no es consolidado, por lo que tiene una alta porosidad; los espacios vacíos son ocupados por aire y agua.



Imagen 2. Captación A Quebrada la Negra y obras de disipación de energía. Las laderas están sin nieve. Imagen tomada mirando hacia el Nor-Oeste.

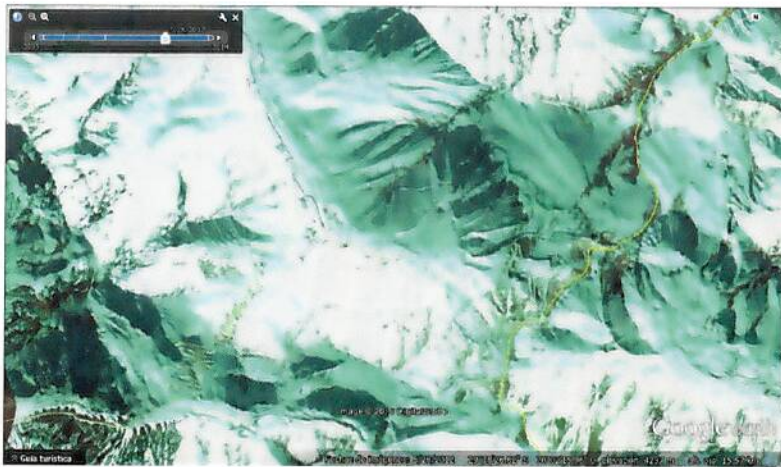


Figura 2. Imagen satelital Landsat que muestra el sector de Pascua Lama cubierto de nieve. Fecha de la imagen: 28/05/2012. Imagen obtenida de Google Earth.



Imagen 3. Depósitos de firn en laderas del cerro. Foto tomada mirando al Nor-Oeste.



Imagen 4. Depósito de firn aledaño al sector Quebrada 6.

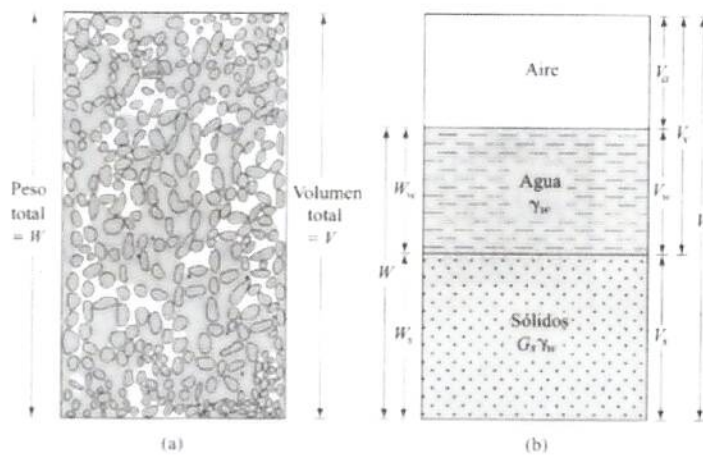


Figura 3. A) Grafica de un perfil de suelo en estado natural. B) Grafica de las tres fases que contiene el suelo, es decir, sólidos, líquido y aire. Obtención de la imagen: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (Brajadas, 1999).



Imagen 5. Sector aledaño a la Captación A Quebrada La Negra. Nótese el depósito sedimentario no consolidado. Imagen tomada mirando hacia el Norte.



Imagen 6. Captación A Quebrada La Negra y obras de disipación de energía. Nótese el espesor del depósito sedimentario no consolidado.

Debido a la infiltración que ocurre en los depósitos sedimentarios del terreno estas aguas podrían descender hasta llegar a las aguas contactadas. Cabe señalar que la empresa CMNSpA afirma que el agua no se infiltra y que no se contacta. Sin embargo, no lo comprobaron en el momento de la diligencia probatoria ni tampoco existe en terreno un método para comprobar que cierta parte del agua no se infiltra y no se contacta.

Además, en el informe realizado por Golder Associates denominado "Condiciones Hidrogeológicas de Línea Base Sector Superior del Río Estrecho" preparado para Compañía Minera Nevada Ltda. se afirma que en diferentes litologías del sector de Pascua Lama y específicamente en el sector donde se encuentra el sistema de manejo de aguas de contacto y no contacto existe infiltración de agua en dichos materiales rocosos. Según Golder Associates (2005b) la ocurrencia de aguas subterráneas se da en el fondo del valle y en los bordes de las laderas.

En el área de estudio se identifican condiciones de flujo de aguas subterráneas confinadas y no confinadas. Los flujos no confinados se presentan en las unidades sedimentarias superiores donde el agua subterránea se presenta en los poros de los depósitos aluviales, fluviales y coluviales (unidad FAS). Las condiciones de flujo no confinados también se identifican dentro del lecho de roca fracturada, en la zona de cabeceras superior de la cuenca que interesa (RE-1 Y RE-5) (Golder Associates, 2005b).

En este mismo sentido según Golder Associates (2005b) las condiciones de flujo (semi) confinado se producen dentro de la roca fracturada y zona intemperizada o meteorizada más profunda en el fondo del valle.

Las condiciones de confinamiento se generan por un contraste de permeabilidad vertical entre los rellenos fluvio-glaciales (unidad GT) y la roca fracturada, más permeable, inmediatamente subyacente (unidad GR) (Golder Associates, 2005b).

Los hidrogramas según Golder Associates (2005b) indican tendencias estacionales, tales como: 1. Los cambios en los niveles de agua subterránea coinciden con las variaciones del flujo superficial. 2. Durante el invierno, todas las precipitaciones se acumulan en forma de nieve la cual se almacena en la cuenca. Los niveles de agua subterránea en todos los pozos de monitoreo declinan durante este período del año alcanzando su nivel más bajo en el mes de Octubre. 3. Los periodos de deshielo durante primavera y verano liberan las aguas almacenadas en la parte superior de la cuenca, generando una fuente de recarga de aguas subterránea. Los niveles más altos de agua subterránea se producen a fines de la temporada de verano (marzo).

Por lo general, los niveles de agua subterránea en las unidades sedimentarias no presentan una variación superior a 5 m. a lo largo del año. En cambio, se registran fluctuaciones de agua subterránea de hasta 20 m. en los piezómetros más profundos debido a un coeficiente de almacenamiento más bajo asociado con la roca fracturada (Golder Associates, 2005b).

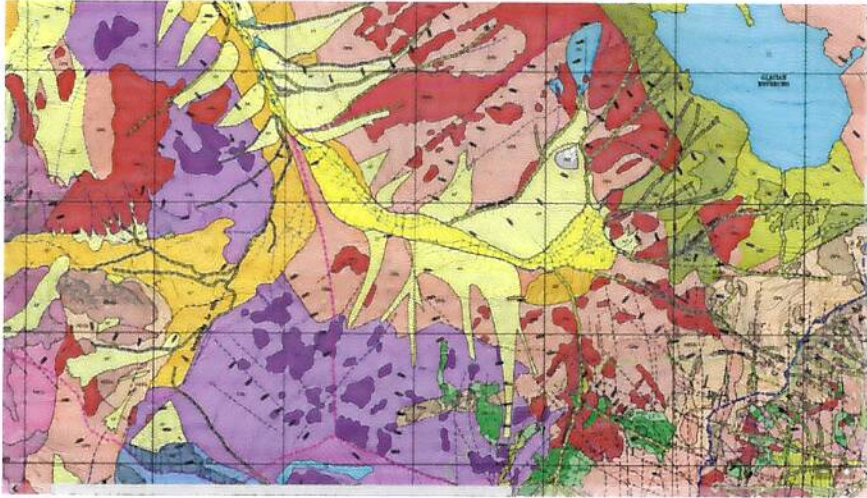


Figura 4. Mapa geológico del sector de Pascua Lama. Obtenido del informe: Condiciones Hidrogeológicas de Línea Base Sector Superior del Río del Estrecho (Golder Associates, 2005b).

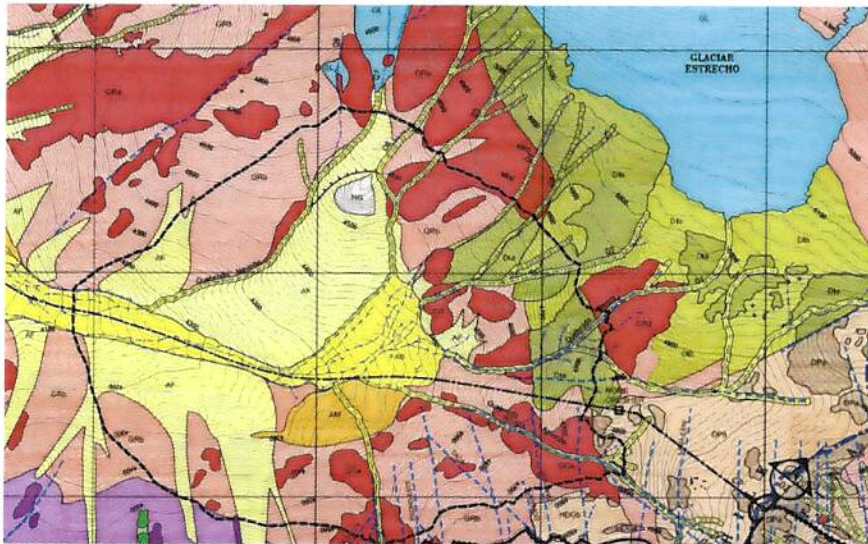


Figura 5. Mapa geológico del sector del Proyecto Pascua Lama. Ampliado en la parte del sistema de manejo de aguas de contacto y no contacto. Obtenido de: Informe Geológico Valle del Río del Estrecho Proyecto Pascua Lama (Golder Associates, 2005a).

LEYENDA

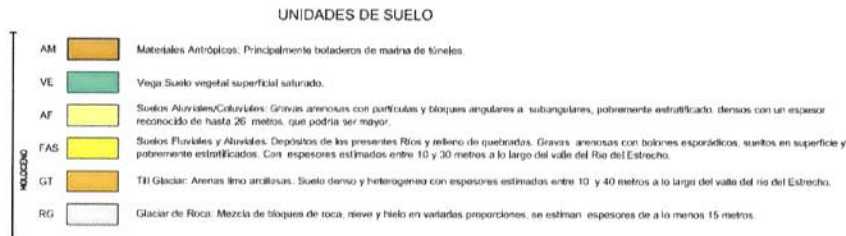


Figura 6. Leyenda de las unidades de suelo asociado al mapa de la figura 5. Obtenido de: Informe Geológico Valle del Río del Estrecho Proyecto Pascua Lama (Golder Associates, 2005a).



Figura 7. Leyenda de las unidades de roca del Cenozoico asociado al mapa de la figura 5. Obtenido de: Informe Geológico Valle del Río del Estrecho Proyecto Pascua Lama (Golder Associates, 2005a).

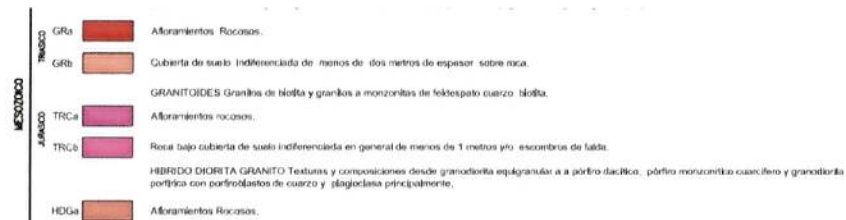


Figura 8. Leyenda de las unidades de roca del Mesozoico asociado al mapa de la figura 5. Obtenido de: Informe Geológico Valle del Río del Estrecho Proyecto Pascua Lama (Golder Associates, 2005a).



Figura 9. Leyenda de las unidades de roca del Paleozoico asociado al mapa de la figura 5. Obtenido de: Informe Geológico Valle del Río del Estrecho Proyecto Pascua Lama (Golder Associates, 2005a)

Las unidades hidrogeológicas para la cuenca del Río Estrecho según Golder Associates (2005b) son las siguientes:

- Depósitos de Conos y Taludes Coluviales, Depósitos Aluvionales y Conos de Deyección (AF/TM).
- Sedimentos Fluviales y Aluviales (FAS)
- Sedimentos Fluvio-Glaciales (GT)
- Roca fracturada (GR)

La unidad AF/TM según Golder Associates (2005b) es no saturada y funciona como una zona de infiltración (recarga) de aguas superficiales a lo largo de las laderas del valle durante periodos de escorrentías por pequeñas crecidas.

En la unidad FAS según Golder Associates (2005b) el flujo de agua subterránea se considera no confinado y vía un flujo de medios porosos. En base a la respuesta del nivel de agua subterránea a la recarga, el FAS se comporta como una unidad conectada hidráulicamente con el agua superficial. Sin embargo, se pueden presentar algunas condiciones de confinamiento hacia la base de la unidad debido a la estratificación geológica y a los contrastes de permeabilidad vertical.

La unidad GT según Golder Associates (2005b) se presenta saturada a lo largo del fondo del valle, pero en el sector de cabecera de la cuenca y a lo largo de los márgenes del valle permanece sobre el nivel de agua subterránea (4.200 msnm). La unidad se considera un acuitardo, aun cuando en algunas áreas infiltra, con el flujo de agua subterránea limitado a lentes de grava y arena discontinuos y al límite de contacto con el lecho rocoso. El flujo de agua subterránea parece ser confinado y vía medios porosos entre espacio granular.

El basamento fracturado (unidad GR) según Golder Associates (2005b) posee un espesor de 8 a 10 m. Además las unidades sedimentarias gruesas en la parte inferior de la unidad GT que se encuentra en contacto directo con el basamento fracturado pueden facilitar más el flujo de agua subterránea a lo largo de la zona de contacto.

Los estudios realizados por Golder Associates (2005b) comprueban que hay infiltración y aguas subterráneas en las unidades AF/TM, FAS, GT y GR. Por otra parte el sistema de manejo de aguas de no contacto se emplazan en estas unidades sedimentarias, lo que quiere decir es que el plan de manejo de aguas no contactadas no contempla las aguas infiltradas que se encuentran en estos depósitos sedimentarios y basamento rocoso fracturado, que se generan por el derretimiento de la nieve. Estas obras de SMANC (Sistema de Manejo de Aguas No Contactadas) sólo atrapan las aguas que escurren por las quebradas, tal como se muestra en la figura 10 y no así la nieve que luego de derretirse se infiltra en los materiales sedimentarios y en los materiales rocosos fracturados y alterados por intemperismo.

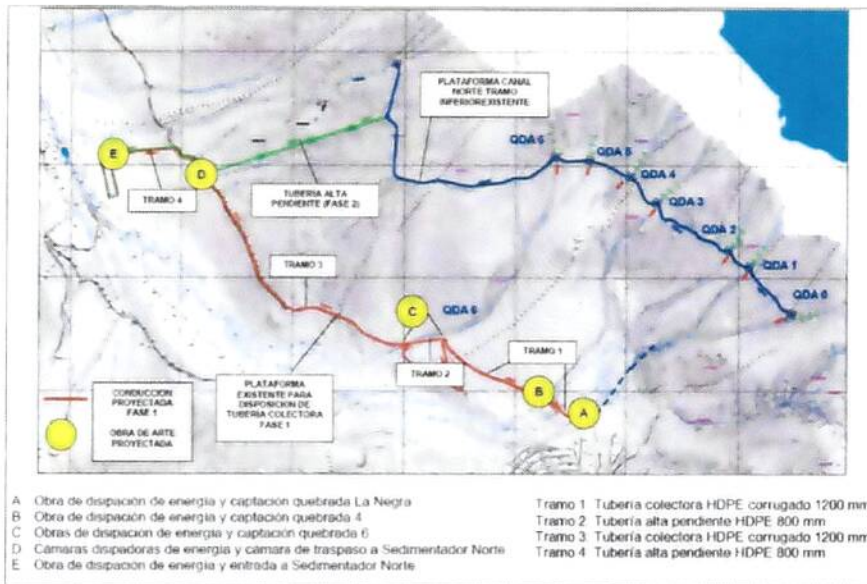


Figura 10. Sistema de Manejo de Aguas de No Contacto. Obtenido de: Anexo 3. Carta PL-120-2013, Compañía Minera Nevada SpA (Barrick, 2013).

Por lo tanto, se puede deducir que la nieve que cae en las laderas y que no pasan por las quebradas se derrite e infiltran por los depósitos aluviales, coluviales y fluviales llegando a las aguas de contacto que se encuentra en el valle del Río Estrecho.

Cuando la cobertura nival se encuentra en las laderas norte y sur del sistema de manejo de aguas (como se muestra en la imagen 11) al derretirse, escurren e infiltran hacia el valle del Río Estrecho, juntándose con las aguas de contacto. Por lo tanto gran parte de la nieve "limpia" que cae en las laderas de los cerros y que luego se derrite, escurre e infiltra hacia las aguas de contacto, produciéndose una mayor contaminación de aguas de la que estima este sistema de manejo de aguas.

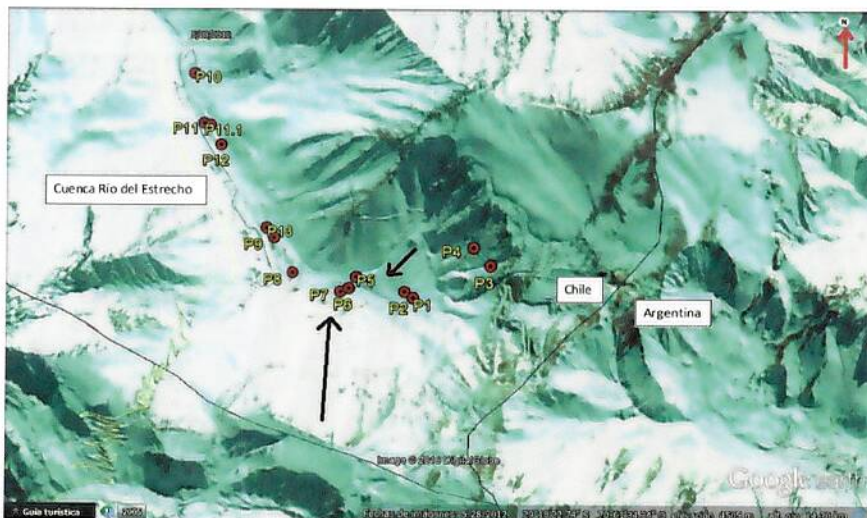


Figura 11. Imagen satelital Landsat que muestra el sector de Pascua Lama cubierto de nieve. Las líneas negras indican el sentido de escurrimiento e infiltración del agua luego que se derrite la nieve. La línea roja indica el norte. Imagen obtenida de Google Earth.

Por otra parte el SMANC no sólo no contempla la infiltración de la nieve derretida, sino el aporte hídrico que hace el permafrost a la cuenca del Río Estrecho. Como se puede ver en la figura 12 y 13 que corresponde al "Inventario de Glaciares, Ambiente Periglacial y otras Reservas Hídricas Criósfericas de la III Región de Atacama y Áreas Binacionales, para determinar nuevas fuentes de agua" desarrollado por el Departamento de Geología de la Universidad de Atacama. Dichas figuras muestran mapas del inventario en la zona del Proyecto Pascua Lama.

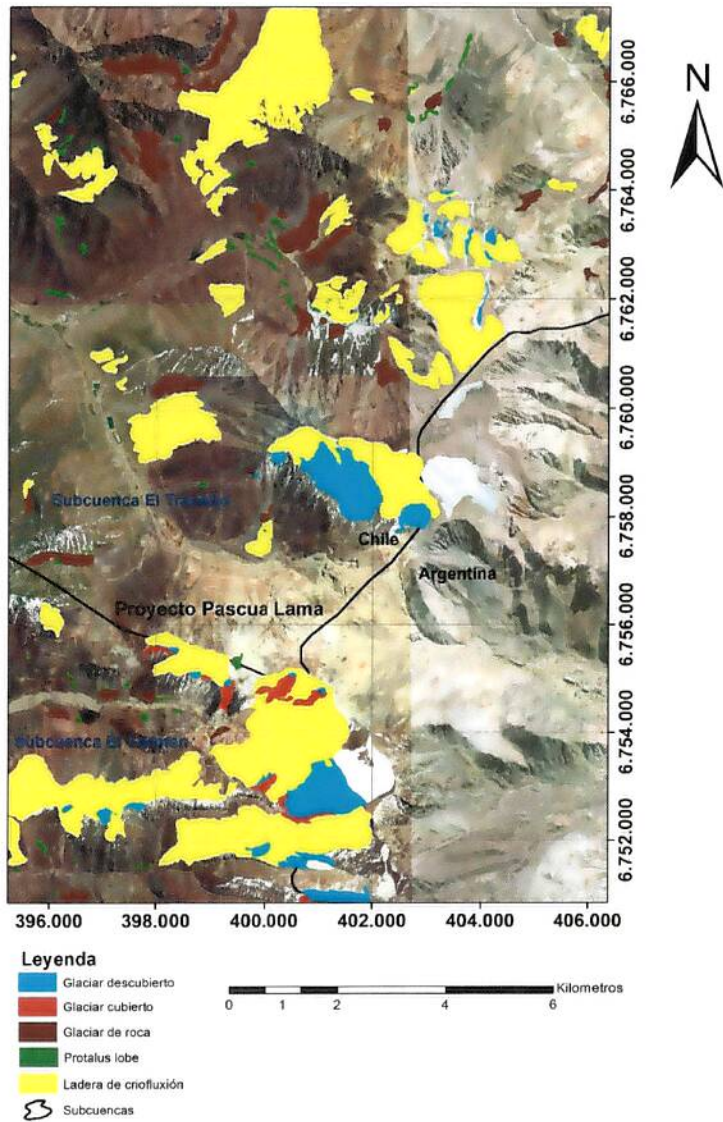


Figura 12. Mapa del "Inventario de Glaciares, Ambiente Periglacial y otras Reservas Hídricas Criósfericas de la III Región de Atacama y Áreas Binacionales, para determinar nuevas fuentes de agua" en el sector del Proyecto Minero Pascua Lama.

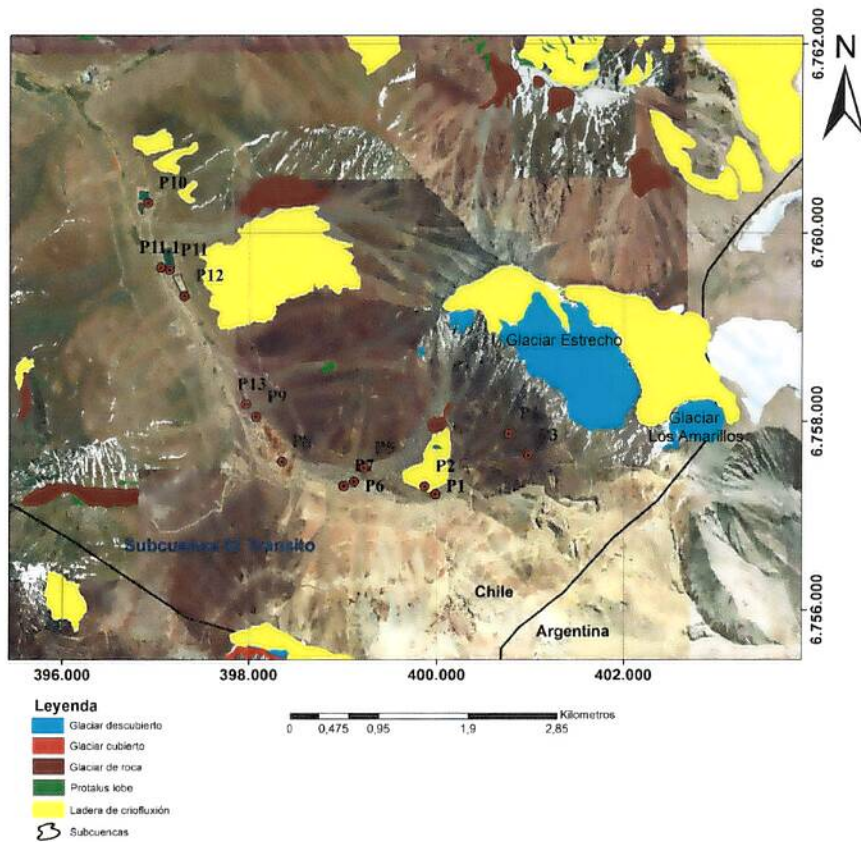


Figura 13. Mapa del Inventario de Glaciares, Ambiente Periglacial y otras reservas hídricas Criósfericas de la III Región de Atacama y Áreas Binacionales, para determinar nuevas fuentes de agua” en el sector del Sistema de Manejo de Aguas del Proyecto Pascua Lama. Se superponen los puntos de control realizados en la diligencia probatoria encargada por la SMA.

De manera de comprender el mapa del inventario mencionado a continuación se describen las entidades inventariadas en dicho trabajo.

Según García (2016) para este inventario se diferenciaron entre dos tipos de glaciares descubiertos presentes en esta región. En primer lugar, los glaciares tradicionales, que se definen como un cuerpo de hielo formado a partir de la recristalización de nieve, cuya vida es al menos comparable a la del ser humano y de suficiente tamaño como para desarrollar un movimiento perceptible, y en el cual se identifica una región donde domina la acumulación y otra donde domina la ablación. En segundo lugar están los glaciares

reservorios (Lliboutry, 1958, 1998; Milana, 1999, 2005, 2015), como se explica en el ítem de geomorfología, Lliboutry (1958) utilizó en Chile el nombre de reservorios glaciales. Los glaciares reservorios constituyen importantes reservas hídricas, dado que su área acumulada suele superar la de los glaciares tradicionales, y dado que son más pequeños suelen ensuciarse más en años poca precipitación nival, por lo que su desgaste acelerado es fundamental para contrarrestar los efectos hídricos negativos de la escasez de nieve estacional.

Los Glaciares Cubiertos según García (2016) son cuerpos de hielo masivo con una cubierta detrítica externa, que evolucionan desde un glaciar descubierto (se ubican en los frentes de estos glaciares), las cubiertas detríticas pueden variar desde unos pocos centímetros a muchos metros hacia zonas más bajas. Es importante destacar que el rol de la cubierta detrítica en el hielo varía según el espesor que tenga, estudios anteriores han determinado que a menor espesor de la cubierta, mayor es la ablación sobre el hielo (Clark, 1994). Las cubiertas detríticas suelen hacer a los cuerpos de hielo menos sensible al cambio climático (a menos que sean muy delgadas), lo que les permite estar presentes a menores alturas que los glaciares descubiertos. Es relevante aclarar que lo mencionado ocurre por procesos naturales y no por procesos antrópicos.

El permafrost según García (2016) para la Región de Atacama implica una proporción de agua en estado sólido, ya que tiene incidencia hídrica y además es un tipo de suelo detectable mediante técnicas geofísicas y por fotointerpretación, mientras que el suelo por debajo de 0°C (seco) no tiene estas características ya que las características físicas del suelo no varían a excepción de la temperatura. Debido a la estacionalidad del clima, la parte superior que se descongela durante la estación más cálida, se le denomina capa activa. Los cuerpos de permafrost que fueron inventariados son: Glaciares de roca, Protalus lobe y Ladera de crioflucción.

Los Glaciares de roca según García (2016) son geoformas geomorfológicas y geocriogénicas (debido a que están asociadas a hielo), en forma de lengua o lóbulo, caracterizados por presentar estructuras fluidales (cordones y surcos), un escarpe frontal y lateral distintivo como resultado del lento desplazamiento que ocurre en la ladera o valle abajo.

Los Protalus lobe (lóbulos de talud) según García (2016) en el caso de los Andes están asociados a condiciones de permafrost (Milana, 2010, Amigo et. al., 2015, García et. al., 2015, Ulloa et. al., 2015) como en las montañas de Wrangell de Alaska, una zona de campo de estudios pioneros sobre glaciares de roca (Capps, 1910). Los modelos de elementos finitos de pequeños glaciares de roca y lóbulos de talud, sugieren que para que fluyan incluso lentamente el componente de hielo debe ser sustancial (Azizi y Whalley, 1995). Los Protalus lobe se forman por la lenta reptación de la superficie del suelo por efecto de la gravedad. Tal reptación es posible debido a la plasticidad que da el hielo al suelo, permitiendo el flujo como un manto de alta viscosidad. Éste, al ser detenido por un cambio de pendiente, se apila formando arrugas.

Para las Laderas de crioflucción, según García (2016) en los Andes Áridos se ha preferido utilizar el término de crioflucción para designar todos los tipos de reptación de suelo ladera abajo, generada por un contenido de hielo en su estructura. Así, las laderas de crioflucción en la región han sido documentadas y asociadas a permafrost, en la Región de Atacama, Chile y San Juan, Argentina (Corte, 1990, Milana, 2010), y en el proyecto Binacional Pascua-Lama (Milana 2005). Se caracterizan por la formación de rugosidades en el suelo por su reptación, estas son producidas por los ciclos de congelamiento y descongelamiento de la capa activa. La formación de terracillas paralelas se da como resultado de esta reptación, las mismas suelen tener un espaciamiento bastante regular, que depende de la pendiente en la que se encuentran. Por la pendiente y tipo de detrito que hay en ellas, estas laderas no podrían retener agua tal como lo hace un acuífero, pero sí son extremadamente adecuadas para retenerla en fase sólida (hielo), e ir liberándola, a medida que el calor del verano funde el hielo (Milana, 2010).

Si se compara la Figura 4 que corresponde al mapa geológico en Pascua Lama realizado por Golder Associates (2005a) con la Figura 13 que corresponde al mapa del "Inventario de Glaciares, Ambiente Periglacial y otras Reservas Hídricas Criosféricas" en el sector del sistema de manejo de aguas se puede observar que en este último existen muchos cuerpos criosféricos, y muchos de ellos asociados a permafrost (suelo congelado) que no se encuentran en el mapa Geológico realizado por Golder Associates (2005a) y menos se contemplan para el sistema de manejo de aguas del Proyecto Pascua Lama. Estas geoformas de permafrost contienen hielo en sus estructura y en épocas cálidas desarrollan una capa activa que se derrite y aporta hídricamente. Como el agua en estado sólido ocupa espacios entre los suelos, esta al derretirse escurre e infiltra ladera abajo, alcanzando el valle del Río Estrecho. Por lo mencionado anteriormente, existe una proporción más de agua que se infiltra en los depósitos sedimentarios que llegan a las aguas de contacto.

Estos cuerpos de hielo se alimentan de nieve que recrystaliza. Por lo tanto, las obras que se realizan para la construcción y mantención del sistema de manejo de aguas de contacto y no contacto alteran el funcionamiento normal del ciclo del agua. Además no permiten que la nieve estacional pueda permanecer y preservarse para poder formar cuerpos de hielo estables. Se puede observar en la figura 12 y 13 que muchos lugares geográficos son importantes nichos criogénicos, sino fuera así no existirían estas geoformas que contienen hielo en su estructura.

El mapa de inventario de Glaciares y Ambiente Periglacial también demuestra que el funcionamiento hidrogeológico del lugar donde se emplazan las obras del sistema de manejo de aguas puede ser mucho más complejo de lo que se piensa. Esto debido a que en el sector no sólo hay glaciares sino que permafrost, tal como se constata en las figuras 12 y 13.

En ciertos sectores existen depósitos de firn, como se muestra en la imagen 8 ubicada en la Obra de Captación – Quebrada 0. Sin embargo en otros lugares también existen estos cuerpos de nieve que han perdurado en la época estival (ver imagen 3). En el momento de la diligencia probatoria en la Obra de Captación mencionada anteriormente la empresa

CMNSpA dijo que la nieve que caía en las laderas se sublimaba completamente, lo que en los mismos cuerpos de agua sólida se puede constatar que no es así. Una cierta parte de la nieve perdura y se compacta más, otorgando una densidad mayor a la nieve.

La cobertura por polvo suspendido y detrito fino altera el albedo de los glaciares, y aumenta su calor superficial por absorción solar, potencialmente acelerando el derretimiento del hielo (CEDHA, 2013). De la misma manera esto puede ocurrir con la nieve debido a que los caminos efectuados por CMNSpA y la mantención de ellos generan polvo en suspensión que se deposita en los depósitos de firn y en la nieve estacional acelerando el derretimiento de estos cuerpos de agua en estado sólido. Lo que provoca que estos cuerpos de nieve no se mantengan por más tiempo y alteren la posible generación de cuerpos de hielo. Dado que en el sector cordillerano donde se emplazan las obras de la empresa CMNSpA hay glaciares y permafrost (suelo congelado) como se evidencia en el Inventario de las figuras 12 y 13.

Otra preocupación que surgió, específicamente en la Estación 4 Obra de Captación 6 es que existe material sedimentario encima de depósitos de firn, cuya respuesta de la empresa CMNSpA al momento de preguntar cómo se había cubierto ese depósito de firn fue que por movimiento de tierra con las obras de trabajo que se realizaron en el lugar (ver imagen 7).



Imagen 7. Estación 4 Obra de Captación 6. Existe material sedimentario sobre depósitos de firn, que según la empresa CMNSpA fue cubierto por acción de las obras en el lugar.



Imagen 8. Obra de Captación Quebrada 0. Al costado izquierdo depósito de firn.

Con respecto a la Estación 6: Muro Cortafugas se le pide a la empresa CMNSpA que se constate la profundidad a la roca competente (basamento cristalino), además de la profundidad del muro cortafugas, mediante Geotecnia y Geofísica de refracción. Esto debido a que se tiene incertidumbre de que si realmente el muro cortafugas llega a la roca competente y si no existe filtración de agua contactada a las napas subterráneas de más abajo del valle o inclusive al Río Estrecho.

En la Cámara de Captación Restitución (CCR) hay agua de contacto que se encuentra a un nivel alto según la capacidad de almacenamiento que posee. Al costado izquierdo se pudo observar sedimento húmedo y en la parte superior del canal también (ver imagen 9). Además como se puede ver en la imagen existe sedimento color café en la pared izquierda. Todo lo mencionado anteriormente da cuenta que existió vertimiento de aguas de contacto hacia fuera de la CCR.



Imagen 9. Cámara de Captación Restitución (CCR). Círculos rojos indican sedimento húmedo. Nótese sedimento en la pared izquierda de la CCR. Imagen tomada mirando al Nor-Oeste.

A unos 10 metros en dirección sur de la CCR se pudo observar en terreno una tubería que dentro de ella tenía sedimento húmedo como se puede constatar en el imagen 10.

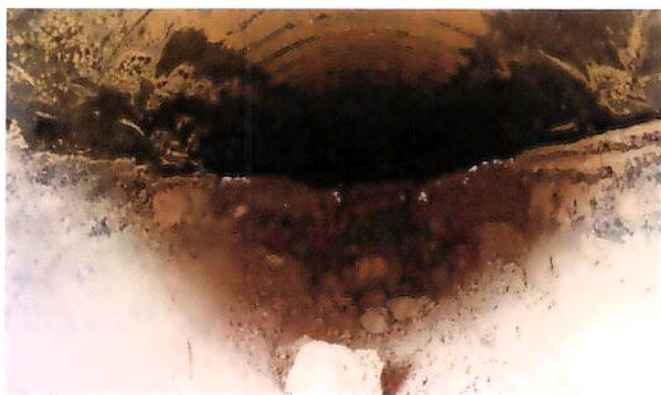


Imagen 10. Tubería con sedimento húmedo a unos 10 metros en dirección sur de la CCR.

Los sedimentos húmedos tanto al costado izquierdo de la CCR como los de la tubería evidencian que momentos antes de la diligencia probatoria realizada el 19 y 20 de enero del 2016 hubo vertimiento de aguas contactadas al lugar circundante, encontrándose muy cerca del Río Estrecho (30 metros aproximadamente).

También a unos 20 metros en dirección sur de la CCR desde una tubería escurría agua de contacto, ya que esta se filtraba en el lugar donde se encuentra aguas contactadas y muy cercanas a la CCR.



Imagen 11. Agua que proviene de una tubería a unos 20 metros al sur de la CCR.

Además, escurría agua desde el subsuelo que posiblemente era de contacto ya que estaba en sector de manejo de aguas contactadas, y en el lugar había precipitación de óxidos de hierro que contenían color pardo rojizo anaranjado (ver imagen 12). Esta precipitación de minerales no estaba en el suelo circundante, por lo que se cree precipitaba cuando drenaba el agua desde el subsuelo. En dirección hacia el sur (aproximadamente) llegaba el agua directamente al Río Estrecho, donde había la presencia de guanacos que tomaban del agua que alimenta al Río Estrecho.



Imagen 12. Afloramiento de agua posiblemente contactada que emerge desde el subsuelo a unos 20 metros hacia el sur de la CCR. El círculo negro muestra la precipitación de óxidos de hierro, nótese que los sedimentos de alrededor no están con esa contaminación. El círculo rojo muestra de donde emerge el agua. Imagen tomada mirando hacia el este.

Resulta preocupante que la empresa CMNSpA al consultarle de dónde provenía tanto el agua de la tubería como la que afloraba en el subsuelo dijera que "venía de vegas" y que en una segunda oportunidad dijera simplemente "no sabemos de dónde viene". Esto da a entender que la empresa no sabe del todo cómo funciona el sistema de manejo de aguas de no contacto, de ser así sabría de donde proviene esa agua. De la misma manera resulta preocupante que la SMA encargara a una consultora las muestras de agua del lugar donde afloraba esa agua y no tomarán ellos mismos las muestras.

En el día 2 de diligencia probatoria con fecha 20-01-2016 se constató que en la piscina de acumulación n° 2 se mostraba marcas de aguas contactadas que sobrepasaban el nivel del vertedero de seguridad (ver imagen 13), lo que evidencia un posible vertimiento al Río Estrecho o infiltración de esa agua a las napas subterráneas.



Imagen 13. Piscina de acumulación de aguas contactadas n° 2. Las flechas rojas indican las marcas que dejó el agua en un momento que la piscina supero su capacidad.

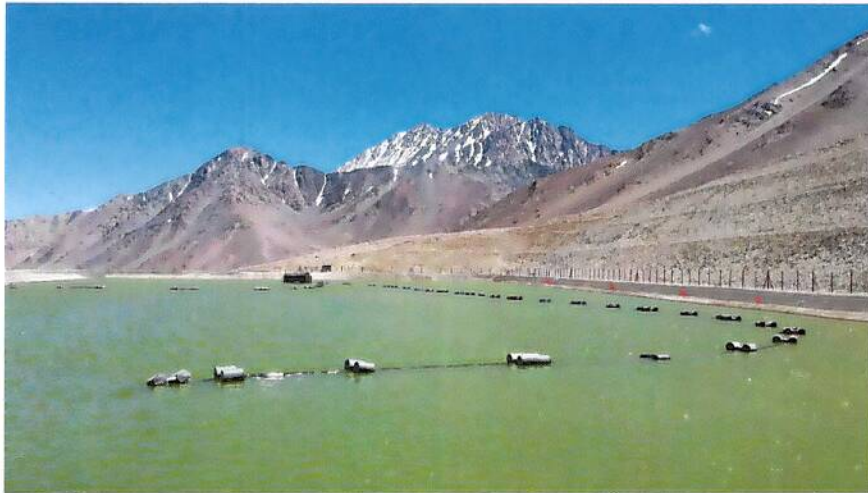


Imagen 14. Piscina de acumulación de aguas contactadas n° 2. Las flechas rojas indican las marcas que dejó el agua en un momento que subió hasta ese nivel.

En la Subestación Vertedero de Emergencia se evidenció escurrimiento de aguas en el camino, tanto por la humedad del suelo, como por erosión generada por el escurrimiento de agua, las que pueden llegar al Río Estrecho o infiltrarse a las aguas subterráneas.



Imagen 15. Camino que se encuentra muy húmedo a un costado de la Subestación Vertedero de Emergencia.



Imagen 16. Erosión dejada por el escurrimiento de aguas de contacto en el camino al costado de la Subestación Vertedero de Emergencia.

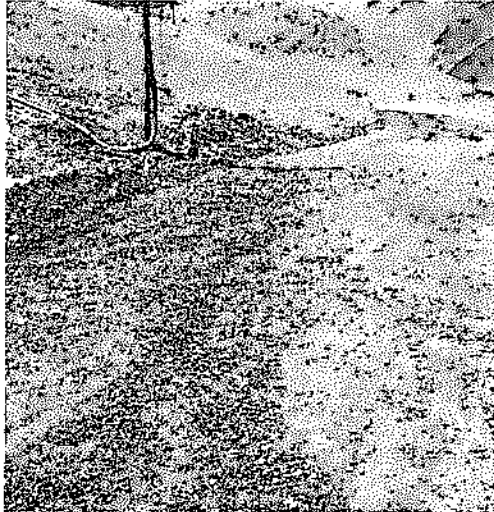


Imagen 17. Humedad en el suelo del camino y marcas del escurrimiento del agua contactadas que provienen de la piscina de acumulación n° 2.



Imagen 18. Marcas de escurrimiento de aguas contactadas a un costado del Vertedero de Seguridad. Nótese la erosión dejada por el agua a un costado de la manguera y nótese las marcas del escurrimiento al costado izquierdo de la imagen.

También se constató en terreno que la manguera que alimenta a camiones aljibe con agua de contacto estaba filtrando agua.



Imagen 19. A un costado del Vertimiento de Seguridad están las marcas del escurrimiento del agua. Manguera que alimenta a camiones aljibe.

Además, caía agua contactada desde esta manguera al suelo del camino (al costado del Vertedero de Seguridad) (ver imagen 20).



Imagen 20. Agua de contacto justo debajo de la manguera que alimenta camiones aljibe. Del mismo modo existía sedimento en el mismo Vertedero de Seguridad como se puede apreciar en la imagen 21.



Imagen 21. Sedimento en la Subestación de Vertedero de Seguridad. Evidencia escurrimiento de aguas de contacto.

Por otro lado, en el talud hacia el Río Estrecho se pudo ver cárcavas que probarían escurrimiento de aguas de contacto, desde el Vertedero de Emergencia hacia el Río Estrecho, tal como se muestra en la imagen 22 y 23.



Imagen 22. Cárcavas en el talud hacia el Río Estrecho, evidencia de escurrimiento de aguas de contacto.



Imagen 23. Cárcavas en el talud hacia el Río Estrecho, evidencia de escurrimiento de aguas de contacto.

En la piscina de acumulación n° 2 se pudo apreciar que un camión aljibe botaba agua de contacto al suelo, tal como se aprecia en la imagen 23.



Imagen 23. Camión aljibe botando agua de contacto al suelo, nótese el círculo rojo que muestra el agua y nótese la cantidad de agua de contacto en el suelo. Lugar muy cercano al Río Estrecho.

Conclusiones

Con respecto al Sistema de Manejo de Aguas de No Contacto se puede concluir que el sistema no es efectivo, debido a que sólo contempla el agua que escurre por las quebradas naturales y que luego son conducidas por tuberías, sin embargo no contempla las aguas que provienen del derretimiento de la nieve y que se infiltra en los materiales hidrogeológicos tales como depósitos aluviales, coluviales y fluviales (tal como lo indican informes realizados para la CMNSpA) que conducen aguas subterráneas al Río del Estrecho.

Tampoco el sistema contempla el derretimiento de la capa activa del permafrost (suelo congelado) en las épocas más cálidas que también pueden infiltrarse en los depósitos sedimentarios y llegar al Río Estrecho. Por lo tanto, una gran parte de las aguas de no contacto llegan a la zona de aguas contactadas. El sistema de manejo de aguas de no contacto no funciona en su totalidad, por lo que gran cantidad de agua que podría fluir limpia, se contamina al llegar a la zona de aguas de contacto.

Con respecto al Sistema de manejo de aguas de contacto se puede concluir que tampoco es efectivo, lo que se ve agravado con incumplimientos cometido por la empresa. Esto se pudo constatar en terreno debido a:

- No se pudo ver el funcionamiento de la sala eléctrica que trabaja con los pozos de bombeo.
- En los pozos de bombeo no había presencia de agua, ni tampoco se vio su funcionamiento.
- Afuera de la Cámara de Captación Restitución (CCR) se encontraba sedimento húmedo, además la pared izquierda tenía sedimento lo que comprueba que hubo vertimiento de aguas ácidas, en un sector muy cercano al Río del Estrecho, a unos 30 metros aproximadamente.
- A 10 metros aproximadamente hacia el sur de la CCR en una tubería había sedimento húmedo, en el cual se evidenciaba que lo había estado sacando con pala. Además contiguo en el canal que daba hacia la CCR había marcas de extracción de sedimento, sin embargo el sedimento que estaba más profundo también estaba húmedo. Esto evidencia que hubo vertimiento de aguas ácidas en ese canal y que la empresa CMNSpA quizá ocultar.
- A 20 metros aproximadamente hacia el sur de la CCR había una tubería de la cual salía agua posiblemente de contacto, ya que venía en una dirección en diagonal a la CCR y por estar en la zona de aguas de contacto. Cabe señalar que esta agua alimentaba al Río del Estrecho donde habitan comunidades de guanacos, los cuales se alimentan de la vegetación del lugar y beben agua.

-A 20 metros aproximadamente hacia el sur de la CCR afloraba agua desde el subsuelo, la cual posiblemente era agua de contacto, ya que venía en dirección en diagonal a la CCR y se encontraba en la zona de aguas de contacto. Además alrededor del afloramiento de esta agua había minerales de óxidos de hierro de color pardo rojizo anaranjado, los cuales pudieron haber precipitado por el escurrimiento e infiltración de agua ácida en el lugar. Cabe señalar también que esta agua alimentaba al Río del Estrecho donde habitan comunidades de guanacos, los cuales se alimentan de la vegetación del lugar y beben agua.

-En la piscina de acumulación n° 2 habían marcas de agua en niveles más altos de los que permite su capacidad, por lo que en alguna (s) ocasión (es) se vertió agua de contacto por el Vertedero de Seguridad de dicha piscina.

-En la Subestación Vertedero de Seguridad existe sedimento que evidencia que hubo escurrimiento de aguas de contacto, vertiéndose aguas ácidas al camino que está a un costado del Río del Estrecho.

-Al costado de la Subestación Vertedero de Seguridad existen marcas de escurrimiento (tanto de sedimento, como de erosión) que se vierten al camino a un costado del Río del Estrecho.

-La manguera al costado de la Subestación Vertedero de Seguridad estaba filtrando agua ácida que caía directa al camino que está al costado del Río del Estrecho.

-La manguera al costado de la Subestación Vertedero de Seguridad que alimenta a camiones aljibe estuvo goteando agua ácida momentos antes de la diligencia probatoria, ya que así lo demostraba el agua que estaba en el camino justo debajo del extremo de la manguera que carga a los camiones aljibe (imagen 17 y 20).

-Existen cárcavas en el talud que da al Río estrecho, esto evidencia que hubo escurrimiento de agua, posiblemente agua de contacto que escurrió desde la piscina de acumulación n° 2 al camino y luego al Río del Estrecho.

-Camiones aljibe a las afueras de la piscina de acumulación n° 1 estuvo botando agua ácida al camino en todo momento que se estuvo en el lugar, siendo este un lugar muy cercano al Río del Estrecho.

Por lo tanto, el sistema de manejo de aguas de contacto no es efectivo y no logra su cometido de no contactar los cursos naturales de aguas debido a que en diferentes partes cercanas al Río Estrecho se vierte agua de contacto (ácida) sin ser tratada que en algunas ocasiones llegan al Río del Estrecho, donde habita flora y fauna que se está alimentando de estas aguas. Además estas aguas ácidas contaminadas luego fluyen y se infiltran por la Subcuenca El Tránsito hasta llegar a la Cuenca del Huasco donde habita la comunidad del Valle del Huasco que consumen estas aguas y donde gran parte del recurso hídrico es ocupado para su economía (principalmente agricultura).

Bibliografía

García, A. (2015) - Línea Base Hídrico-Criosférica para la Región de Atacama, Chile. Tesis de Pregrado (inédito): Geología, Universidad de Atacama, Chile, 128 p.

Golder Associates. (2005a) - Informe geológico valle del Río del Estrecho proyecto Pascua-Lama, 60p.

Golder Associates. (2005b) – Condiciones hidrogeológicas de línea base sector superior del Río del Estrecho proyecto Pascua-Lama, 153 p.

Milana J, (2005) - Línea Base de la Criósfera: Línea base preliminar de: glaciares y permafrost. Informe interno. CEAZA- Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, La Serena (Chile), 134 p



Gonzalo Mauricio Amigo Pisk

Perito designado por la Comunidad del Valle del Huasco en causa ROL A-002-2013