

## “Estudio sobre la calidad de los cuerpos de agua en el área de influencia de mina Veladero posterior al incidente ambiental del 13/09/15” (Informe ECCA Veladero)

### RESUMEN EJECUTIVO

El informe final del “Estudio sobre la calidad de los cuerpos de agua en el área de influencia de mina Veladero posterior al incidente ambiental del 13/09/15” está estructurado en siete (7) capítulos y cinco (5) anexos. Los mismos contienen información sobre los antecedentes y objetivo del estudio, la metodología utilizada, la evaluación de los resultados analíticos físico-químicos para las fases de muestreo y monitoreo, la evaluación de los estudios limnológicos. Finalmente, se presentan las conclusiones que se han determinado de manera específica para cada una de las cinco (5) zonas definidas por el estudio y las correspondientes recomendaciones.

El presente documento constituye el Resumen Ejecutivo del Informe Final.

### ANTECEDENTES:

El día 13 de septiembre de 2015 se registró la ocurrencia de un incidente ambiental en la Mina Veladero, provincia de San Juan, Argentina, consistente en la fuga de solución rica del Sistema de Lixiviación en Valle (SLV). Según el informe preliminar mediante el cual la empresa Minera Argentina Gold Sociedad Anónima (MAGSA) – operadora del emprendimiento Veladero- reportó el hecho al Ministerio de Minería de la provincia de San Juan<sup>1</sup>, el incidente ambiental habría sido ocasionado por la falla de una válvula de venteo en la tubería de transporte de solución rica, produciendo el deslizamiento de una sección del talud de las pilas de lixiviación hacia el Canal Desvío Norte (CDN), por donde continuó su desplazamiento hasta alcanzar el río Potrerillos.

En este marco, el incidente tomó estado público a través de información difundida por mensajería instantánea (principalmente Whatsapp) durante la noche del domingo 13 de septiembre. Debido a la incertidumbre sobre el volumen y la composición de la solución que se habría liberado al Canal de Desvío Norte, se generaron fundadas preocupaciones en las poblaciones aledañas, especialmente en San José de Jáchal (21.730 habitantes según censo nacional del 2010), situada a unos 230 km aguas abajo del punto de ocurrencia del incidente ambiental.

A partir del conocimiento de la situación, el Ministerio de Minería cursó a UNOPS una solicitud de asistencia técnica complementaria a la ya existente en el marco del *Programa de fortalecimiento de las capacidades de gestión y control ambiental del Gobierno de la Provincia de San Juan - Proyecto AuMin San Juan*<sup>2</sup>. Dicha solicitud de asistencia técnica tuvo por objeto la realización de un análisis sobre la situación de los cuerpos de agua dentro del área del incidente ambiental con posterioridad al 13 de septiembre de 2015.

---

<sup>1</sup> Informe preliminar presentado por la empresa Minera Argentina Gold SA (MAGSA) en fecha 16 de Septiembre de 2015 conteniendo detalles del incidente ocurrido el día 13/09/15 en las instalaciones de Mina Veladero.

<sup>2</sup> Proyecto PNUD ARG/13/010, Fase 1: *Auditoría del cumplimiento legal y desempeño ambiental de cuatro emprendimientos mineros – Proyecto AuMin San Juan.*

Desde el Proyecto AuMin San Juan se brindó respuesta inmediata, movilizando recursos para elaborar una propuesta de estudio y organizando una misión inicial de reconocimiento en la zona del río Blanco potencialmente afectada con motivo del incidente, la cual tuvo lugar el día 18 de septiembre de 2015.

En fecha 05 de octubre de 2015, el Ministerio de Minería brindó su conformidad a la propuesta para el “*Estudio sobre la calidad de los cuerpos de agua en el área de influencia de la Mina Veladero, posterior al incidente ambiental del 13/09/15*”, presentada por UNOPS con la participación del PNUMA. La aprobación de la propuesta permitió que ese mismo día se diera inicio a las actividades definidas en los Términos de Referencia del estudio, las cuales comprendieron la ejecución de dos fases de trabajo de campo, la recepción y análisis de los resultados analíticos, la elaboración de informes preliminares, la revisión de calidad interna del informe y posterior entrega de resultados al Ministerio de Minería de la provincia de San Juan.

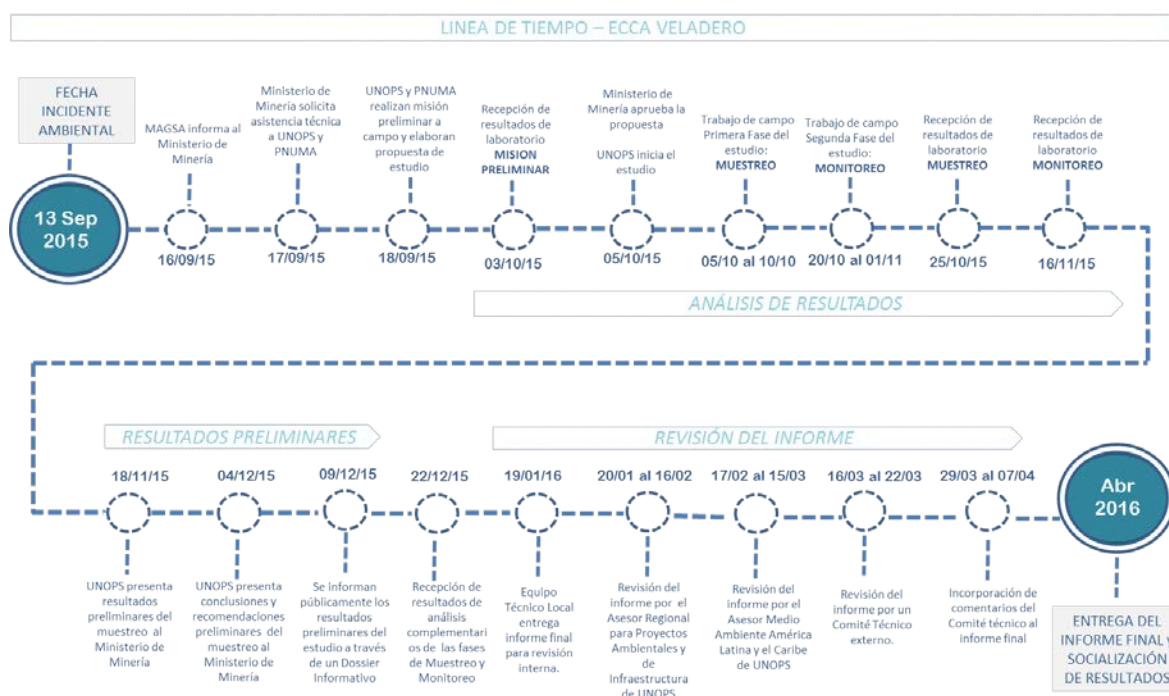


Figura 1: Línea de tiempo indicando los principales acontecimientos en el transcurso del estudio.

## OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

El *Estudio sobre la calidad de los cuerpos de agua en el área de influencia de la Mina Veladero, posterior al incidente ambiental del 13/09/15* (Informe ECCA) tuvo como objetivo evaluar técnicamente si los cuerpos de agua dentro del área potencialmente afectada por el incidente ambiental ocurrido en el emprendimiento minero Veladero, sufrieron impactos en su composición físico-química y limnológica con posterioridad al incidente ambiental.

El presente estudio no evalúa las causas del incidente ambiental, sino que se focaliza en el estado de los cuerpos de agua con posterioridad al incidente ambiental en el periodo comprendido entre el 18/09/2015 y el 01/11/2015.

## ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN:

Para cumplir con el objeto de este estudio, primeramente se recopiló y evaluó la información oficial existente sobre el incidente, a partir de los informes emitidos por la empresa y suministrados al equipo de UNOPS y PNUMA por el Ministerio de Minería de la provincia de San Juan. Utilizando esta información como plataforma, sumada a los datos obtenidos en la misión preliminar realizada por UNOPS el 18 de Septiembre y al conocimiento previo adquirido en ocasión de la auditoría ambiental realizada al emprendimiento Veladero en el marco del proyecto AuMin San Juan durante el mes de Mayo 2015<sup>3</sup>, se definió una estrategia de intervención para el presente estudio. Dicha estrategia se basa en tres criterios principales:

### 1. Delimitación del área de intervención:

Considerando la dinámica que es inherente a la naturaleza de los materiales liberados durante el incidente y a la dispersión de contaminantes por vía acuática, así como por la preocupación suscitada a nivel social con motivo de las posibles implicancias del incidente ambiental, se decidió dividir las áreas de evaluación de este estudio en cinco (5) zonas geográficamente delimitadas por las confluencias de los distintos cuerpos de agua a analizar.

El análisis propuesto comprende los ríos Potrerillos, de Las Taguas, de La Palca, Blanco y Jáchal, habiéndose dividido el área de estudio en los siguientes sectores:

**Zona 0:** Tramo del río Potrerillos, comprendido desde aguas abajo de la Pileta de Emergencia (punto de descarga del Canal Norte) hasta su desembocadura en el río de Las Taguas.

**Zona 1:** Tramo del río de Las Taguas, comprendido desde 2300 m aguas arriba de la confluencia del río Potrerillos hasta su confluencia con el río Turbio.

**Zona 2:** Curso del río de Las Taguas, comprendido desde su confluencia con el río Turbio hasta su desembocadura en el río de La Palca y curso del río de La Palca hasta su confluencia con río Blanco. Por razones de naturaleza operativa esta zona ha sido dividida en:

- Zona 2A, zona cordillerana (junto al área de concesión minera)
- Zona 2B, zona de valle del río Blanco

**Zona 3:** Curso del río Blanco, comprendido desde aguas abajo de la confluencia con el río de La Palca hasta aguas arriba del embalse Cuesta del Viento. Esta zona incluye, además, las captaciones de agua de las localidades El Chinguillo, Malimán y Angualasto.

**Zona 4:** Tramo del río Blanco, aguas arriba del embalse Cuesta del Viento, y el tramo del río Jáchal ubicado aguas abajo del dique.

De esta manera, el estudio ha cubierto una extensión de aproximadamente 100 kilómetros cuadrados, prolongándose por 200 Km lineales y abarcando un ancho medio de aproximadamente 500 metros. Cabe aclarar que la extensión espacial del estudio

---

<sup>3</sup>El estudio cuenta con una Línea de Base (LB UNOPS) correspondiente a los valores obtenidos por UNOPS durante el muestreo realizado en el mes de mayo de 2015 en ocasión de la Auditoría de Desempeño Ambiental del proyecto Veladero. Se han considerado estos datos como los más recientes, fiables e imparciales disponibles para el área impactada.

obedece a una hipótesis planteada por el Equipo Técnico Multidisciplinario del Proyecto AuMin San Juan respecto a la mecánica de transporte y dispersión de contaminantes que pudo haberse producido en este caso. En este sentido, sobre la base del conocimiento hidrológico de la cuenca del río Jáchal y por las características del derrame, se consideró que por el tiempo de duración de los muestreos y monitoreos propuestos resultaría altamente improbable que se manifiesten efectos del derrame aguas abajo del embalse Cuesta del Viento. No obstante, y conforme a las reglas del arte, se agregó un último punto de muestreo y monitoreo aguas abajo de dicho embalse para poder confirmar la hipótesis planteada. Por consiguiente, el área de estudio comprende el tramo de los cuerpos de agua que se extienden desde el punto de descarga del derrame hasta aguas abajo del embalse Cuesta del Viento.



Figura 2: Mapa de localización de las zonas de estudio

## 2. Elección del tipo de muestras:

### **Agua superficial:**

Se tomaron muestras de agua en aquellos puntos que se identificaron como posibles receptores de las consecuencias del derrame en base a la información recopilada a partir de los reportes disponibles y a decisiones tomadas en campo.

### **Agua subterránea:**

Fueron tomadas en los pozos existentes que forman parte de la red de monitoreo de la empresa, presentes en las zonas 0, 1 y 2A. En estos pozos se tomaron una o más muestras de acuerdo a las características hidrogeológicas del área.

### **Sedimentos:**

En cada sitio de muestreo de agua superficial se tomaron muestras de sedimentos fluviales. La ubicación y cantidad de estas muestras fue determinada en el campo y para su selección, se tomaron en cuenta los factores hidrológicos, sedimentológicos y morfológicos presentes en el cauce del río.

### **Captación de agua:**

Las captaciones de agua, pueden pertenecer a las matrices de agua superficial o subterránea: una de ellas se tomó en el sistema de galería de infiltración de Veladero en el río de Las Taguas, mientras que las restantes se tomaron en las poblaciones a lo largo del río Blanco con el fin de evaluar la calidad de las aguas que ingresa al sistema de distribución de las localidades a que abastecen.

### **Estudio limnológico:**

Se seleccionaron distintos sitios desde aguas abajo del incidente para realizar análisis ecológicos y estadísticos respecto de las variaciones en las comunidades de fitoplancton, zooplancton, fitobentos y macro invertebrados bentónicos así como su comparación respecto a los monitoreos de la empresa anteriores al incidente, para establecer eventuales relaciones de causa-efecto.

### **Suelo:**

Sobre la base de observaciones durante los trabajos de campo, se consideró necesaria la toma de solamente dos (2) muestras de suelo cercanas a los cauces directamente afectados, ya que no se encontraron otros sectores de suelos con evidencia de impactos.

## 3. Definición de secuencia temporal de muestreo:

Se determinó la realización del estudio en dos (2) fases diferenciadas y complementarias.

**La primera fase, denominada Muestreo**, tuvo como objetivo el reconocimiento del sitio de descarga del derrame al cuerpo receptor (río Potrerillos) y la evaluación del estado de los cuerpos de agua afectados por el incidente ambiental al momento de la realización de la campaña inicial. El trabajo de campo de esta fase se desarrolló entre los días 5 y 10 de octubre de 2015 a lo largo de las cinco (5) zonas de estudio. Los criterios tenidos en cuenta para la selección de puntos de muestreo en esta fase fueron: a) la posible ruta de dispersión del derrame en base a la información oficial recibida de parte del Ministerio de Minería y su relación con los puntos de muestreo existentes y b) el emplazamiento de las tomas de agua para abastecimiento humano en las poblaciones aguas abajo del incidente. Durante esta fase se tomaron un total de ciento diez (110) muestras.

**La segunda fase, denominada Monitoreo**, tuvo como objetivo evaluar la evolución temporal de los parámetros físico químicos en el área de influencia del incidente. Las actividades de campo se desarrollaron en tres (3) campañas comprendidas entre los días 20 de octubre y el 1° de noviembre de 2015. Los criterios considerados para la selección de los puntos de monitoreo fueron: a) puntos que por su cercanía o por encontrarse en la ruta de dispersión del derrame presentaban vulnerabilidad a potenciales impactos, b) puntos de captación de agua de las poblaciones de Angualasto, Malimán y el Chinguillo, ubicadas aguas abajo del incidente, c) puntos de muestreo ya considerados en la primera fase, cuyos resultados presentaron concentraciones que sobrepasaron los valores guía de calidad de las aguas, usando como referencia el anexo IV de la ley nacional 24.585 y/u otros niveles de referencia internacionales y d) muestras de agua superficial y subterránea en las captaciones de agua de Malimán, Angualasto y el Chinguillo. Durante esta fase se tomaron en total treinta (30) muestras.

En el total de las cinco (5) campañas realizadas, combinando ambas fases, se tomaron un total de ciento sesenta y cinco (165) muestras, correspondiendo cincuenta y dos (52) de ellas a muestras de agua subterránea, veintisiete (27) a muestras de agua superficial, (diez) a 10 puntos de captación de agua para bebida humana, sesenta y cinco (65) a sedimentos, dos (2) a suelos y nueve (9) a limnología.

Considerando el número de parámetros analizados en laboratorio y los tomados en campo para cada tipo de muestra, el total de determinaciones analíticas asciende a más de nueve mil quinientas (9.500).

## EVALUACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA FASE

La evaluación de los resultados obtenidos durante las fases de muestreo y monitoreo es recogida en los capítulos 3 y 4 de manera independiente. Cada capítulo contiene la evaluación de los resultados identificados por zona, clasificándolos por matriz de análisis (agua superficial, subterránea, suelos, sedimentos, captación de agua y limnología) así como las conclusiones parciales que reflejan el estado de los cuerpos de agua afectados por el incidente ambiental.

El capítulo 3 presenta los resultados obtenidos durante la etapa de muestreo; inicia con una aproximación al análisis de manera diferenciada para cada una de las zonas estudiadas, en donde se comparan los valores promedio de los resultados analíticos de compuestos de cianuro (cianato, cianuros libres, cianuros totales, cianuros WAD, tiocianato); metales pesados (antimonio, arsénico, cobre, mercurio, níquel, plomo y cinc) y otros elementos y compuestos (nitratos, aluminio, manganeso, hierro y molibdeno). Posteriormente, se realiza un análisis espacial y la comparación de los resultados obtenidos con los antecedentes disponibles, a saber:

- **Línea de base UNOPS (LB UNOPS):** son los valores obtenidos por UNOPS con la participación del PNUMA durante el muestreo realizado en el mes de mayo de 2015 en ocasión de la Auditoría de Desempeño Ambiental del proyecto Veladero.
- **Línea de Base de Veladero (LB Veladero):** son los valores máximos y mínimos registrados durante el período considerado en el Informe de Impacto Ambiental (IIA) como Línea de Base, y se refieren al período de monitoreo desde 1998 al 2004. Los valores que se utilizan en este informe son los que la empresa reporta en el último informe anual de monitoreo ambiental del 2013-2014.

- **Niveles guía de calidad de agua:** aquellos que surgen de la Normativa Complementaria a la Ley Nacional N° 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera (Decreto Provincial N° 1.426/96)

Finalmente, se realiza un análisis interpretativo por zona, a través del cual se brinda mayor precisión sobre las evidencias de impactos en el medio en base a los resultados obtenidos.

El capítulo también incluye la evaluación de los resultados limnológicos, efectuando de igual manera un análisis espacial, la interpretación de los mismos y una comparación de los resultados obtenidos con muestras realizadas en monitoreos previos.

En el capítulo 4, correspondiente a la evaluación de los resultados analíticos provenientes de la fase de monitoreo, se presentan las concentraciones encontradas en los compuestos de interés para cada zona, cotejándolos con los resultados de los mismos compuestos en la fase de muestreo. También se ha incluido un análisis espacial y la pertinente comparación con los niveles guía y líneas de base ya mencionadas anteriormente.

Al igual que en el capítulo 3, para la fase de monitoreo se realiza también un análisis interpretativo por zona en el que se brinda mayor precisión sobre las evidencias de impactos en el medio en base a los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

El presente estudio cuenta con una línea de base propia e independiente, realizada por el Programa de Monitoreo Independiente de UNOPS – PNUMA ejecutado durante el mes de mayo de 2015. En este sentido, puede destacarse que el estudio contó con una referencia reciente, fiable e imparcial para poder establecer si los cuerpos de agua dentro del área potencialmente afectada, sufrieron impacto en su composición fisicoquímica, con posterioridad a la ocurrencia del mencionado evento.

En términos generales, pueden advertirse impactos asociados al incidente ambiental en las Zonas 0 y 1 (es decir, las más cercanas al punto de descarga), mientras que en las restantes zonas, sobre la base de las determinaciones analíticas en muestras de agua y sedimentos y los estudios limnológicos, no se han constatado evidencias de anomalías asociadas al incidente ambiental.

Asimismo y en base a las determinaciones analíticas realizadas sobre las muestras de agua extraídas, puede concluirse que el incidente ambiental no ha tenido consecuencias sobre las captaciones de agua correspondientes a las localidades de El Chingullo, Malimán y Angualasto cuyas fuentes corresponden a ambientes geomorfológicos diferentes al río Blanco, ni tampoco se han constatado evidencias de anomalías sobre punto alguno situado aguas abajo de dichas poblaciones.

Los impactos identificados en las Zonas 0 y 1, son de naturaleza física, asociados a la presencia de una significativa cantidad de sedimentos movilizados por el derrame en la Zona 0 y de naturaleza química en cuanto a la presencia de trazas de cianuro y sus productos de degradación y también por la presencia de metales totales y disueltos, los que se indican a continuación para cada una de las Zonas estudiadas. Asimismo, se

evidenciaron impactos sobre el medio biológico especialmente en Zona 0 (vegas y vida acuática en agua dulce, así como indicadores limnológicos).

A continuación, se presenta una desagregación de conclusiones por zona.

## Zona 0

La Zona 0, comprendida por el río Potrerillos, desde aguas abajo de la pileta de emergencia hasta la desembocadura del río Potrerillos al río de Las Taguas, presenta impactos sobre el agua superficial, el agua subterránea, los suelos de las vegas del cauce periódico del río y la vida acuática en agua dulce (comunidades de fitoplancton, zooplancton, fitobentos y macroinvertebrados bentónicos).

En las muestras de agua superficial del río Potrerillos se han determinado valores anómalos de cianuro total, que se encuentran por encima de los niveles guía para preservación de la vida acuática en agua dulce; pero se mantienen por debajo del valor guía de agua para bebida humana. Asimismo, se han presentado valores anómalos de metales. En la segunda campaña de monitoreo (realizada los días 30 y 31 de octubre de 2015), en comparación con la primera campaña de muestreo (realizada en el día 8 de octubre de 2015), se registra un aumento de las concentraciones de los metales totales, tales como: aluminio, arsénico, bario, boro, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, plata, plomo y cinc. En muchos de los parámetros, las concentraciones de metales totales aumentaron aproximadamente diez (10) veces en veinte (20) días. Asimismo, en muchos de los parámetros medidos, los valores superan ampliamente las concentraciones obtenidas por UNOPS antes del incidente así como también, las concentraciones de la línea de base de la empresa. La distribución espacial de las concentraciones de metales totales en agua superficial a lo largo de la cuenca pone de manifiesto que la dispersión de contaminantes metálicos se está realizando mayormente en la fase particulada y a partir de los sedimentos con contenidos metálicos introducidos por el incidente y acumulados en el lecho del río Potrerillos; lo que constituye una importante fuente de contaminación difusa.

En las muestras de agua subterránea se han determinado anomalías en los valores de cianuros en las capas superiores del acuífero libre; si bien sus concentraciones se mantienen por debajo del valor guía de agua para bebida humana. Esta situación es indicativa de cierto impacto del acuífero libre por infiltración del agua superficial. No hay evidencias de un impacto significativo por metales en el agua subterránea atribuible al incidente, pues las concentraciones de éstos en general no superan los máximos registrados en la línea base.

Se reconocieron depósitos recientes de sedimentos (lodos) sobre los suelos de la vega en el cauce del río Potrerillos en capas sucesivas con hasta 15 cm de espesor, entre 10 y 15 metros de ancho y en una extensión aproximada de 700 metros, con un volumen aproximado de unos 1000 m<sup>3</sup>; todo ello aguas abajo del punto de descarga del Canal Norte, del cual resultan provenientes mayoritariamente.

Dichos depósitos fueron analizados habiéndose identificado la presencia anómala de cianuro total y tiocianato. En relación a los metales (donde se ha considerado la normativa canadiense en ausencia de norma específica local), se han encontrado valores anómalos de arsénico, cinc, plomo y mercurio. Por consiguiente, la presencia de compuestos de cianuro y de concentraciones de metales sugiere un posible riesgo de lixiviabilidad y



transporte de metales pesados a través de los cuerpos de agua y consecuentes riesgos de efectos diferidos en el tiempo para los cuerpos de agua ubicados aguas debajo de la Zona 0.

Los resultados del muestreo realizado en las aguas del río Potrerillos indican que al momento de realización del estudio ECCA (05/10/15 al 10/10/15 y 20/10/15 al 01/11/15), se está desarrollando un proceso significativo de polución secundaria (contaminación difusa) de la columna de agua superficial, que se desarrolla cuando los sedimentos del fondo de cauce (contaminados) son re-suspendidos por la corriente de agua.

Las anomalías geoquímicas detectadas y particularmente el gran incremento de la turbidez de la columna líquida por el aporte de sedimento, representan un impacto sobre la vida acuática, la cual a partir de los resultados de los estudios limnológicos se encuentran al momento de realización del estudio ECCA en un proceso de evidente recuperación. Se han identificado puntos específicos sobre el río Potrerillos con mayores porcentajes de especies móviles de diatomeas, lo cual es característico de ambientes relacionados con disturbios físicos. Se trata de signos de stress y recuperación de las comunidades de fitoplancton, zooplancton, fitobentos y macroinvertebrados bentónicos.

## Zona 1

En la Zona 1, comprendida por el tramo del río de Las Taguas que se extiende desde aproximadamente 2300 m aguas arriba de la confluencia del río Potrerillos hasta aguas arriba de su confluencia con el río Turbio, no se han detectado cianuro ni compuestos derivados en agua superficial ni agua subterránea, así como tampoco en sedimentos.

Respecto a los metales, en aguas superficiales y subterráneas, la presencia de aluminio disuelto, cobre disuelto, hierro total y disuelto, manganeso disuelto, plomo total y disuelto y cinc disuelto, entre otros, se encuentra en concentraciones inferiores a las advertidas en la Zona 0. Asimismo, los sedimentos presentan concentraciones de aluminio, antimonio, berilio, boro, cromo, molibdeno y plomo, entre otros, inferiores a las advertidas en la Zona 0.

En general, estos resultados son indicativos que la Zona 1 está cumpliendo una función de amortiguación natural de los impactos registrados en Zona 0. Un mecanismo importante de atenuación de las concentraciones de metales y cianuros en la Zona 1 está relacionado con la dilución propia del sistema hídrico, el que durante los muestreos y monitoreos realizados presentó una relación de caudales entre el río Potrerillos y el río Taguas (aguas arriba del Río Potrerillos), entre 1:40 y 1:65, lo que explica –en gran parte– las concentraciones de metales inferiores a las advertidas en la Zona 0.

## Zona 2

En la Zona 2 -correspondiente al tramo del río de Las Taguas, desde su confluencia con el río Turbio hasta su desembocadura en el río de La Palca y desde allí hasta su confluencia con río Blanco- a partir de los resultados obtenidos en muestras de agua, sedimentos y en los estudios limnológicos; no se han constatado evidencias de anomalías asociadas al incidente ambiental.

No se han detectado cianuro ni compuestos derivados en agua superficial ni agua subterránea, así como tampoco en sedimentos.

Respecto a los metales, sus concentraciones en las muestras de agua superficial y sedimentos, muestran grandes variaciones en los distintos tramos que guardan una estrecha relación espacial con otras áreas de aporte a esos sectores de la cuenca. La preexistencia de esta situación está bien documentada por los resultados de los muestreos y monitoreos realizados con anterioridad al incidente.

Aguas abajo de la confluencia del río de Las Taguas con el Canal de Desvío 3 (CD3) del emprendimiento Lama, el agua superficial muestra un aumento considerable de las concentraciones de aluminio total, cobre total y disuelto, hierro total, manganeso total y disuelto, cinc total, sólidos suspendidos totales y turbidez, cuyos valores en muchos casos son superiores a los niveles guía para la calidad de aguas para la preservación de la vida acuática en agua dulce y para la bebida del ganado. Por el contrario, los sedimentos no presentan variaciones respecto a las concentraciones de metales. Esto pone en evidencia que los valores anómalos indicados son aportados por el agua del canal CD3; es decir, se trata de un aporte distinto al incidente ocurrido en Veladero.

Aguas abajo de la confluencia del río de Las Taguas con el arroyo Los Amarillos, las muestras de agua superficial presentan una disminución general de las concentraciones de metales totales y disueltos, sólidos suspendidos totales y turbidez. Así, este tramo del río de Las Taguas, está cumpliendo una función de amortiguación natural.

Aguas abajo de la confluencia del río de la Sal y del río del Valle del Cura con el río de Las Taguas, el río de La Palca presenta un incremento de las concentraciones de aluminio, arsénico, hierro, cadmio, plomo, sólidos suspendidos totales y turbidez del agua, cuyos valores en muchos casos son superiores a los niveles guía de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática en agua dulce y para la bebida del ganado. No se registran variaciones en las concentraciones de metales en sedimentos. En este tramo el río aumenta 3,3 veces su caudal. Esto pone en evidencia que los valores anómalos indicados son resultado del aporte de los recursos hídricos tributarios de este tramo de la Zona 2, es decir que presentan en este caso un origen distinto al incidente ocurrido en Veladero, posiblemente natural.

Finalmente, aguas abajo de la confluencia del río de La Palca con el río Blanco, el agua superficial presenta un incremento de la conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, cloruros, plomo total, cadmio total y disuelto y cinc total. Las muestras de sedimentos presentan un incremento de las concentraciones de cinc, níquel y cobre. Esto pone en evidencia que los valores anómalos indicados son resultado del aporte del río Blanco, aguas arriba de la confluencia con el río de la Palca.

Respecto a los muestreos limnológicos, en esta zona se han presentado los valores más elevados de Densidad Promedio (individuos/ml) y de Riqueza Taxonómica (N° de taxas), así como una de las mayores Diversidades para fitoplancton, posiblemente debido a las características morfológicas del curso y a la dilución generada por el aporte de tributarios.

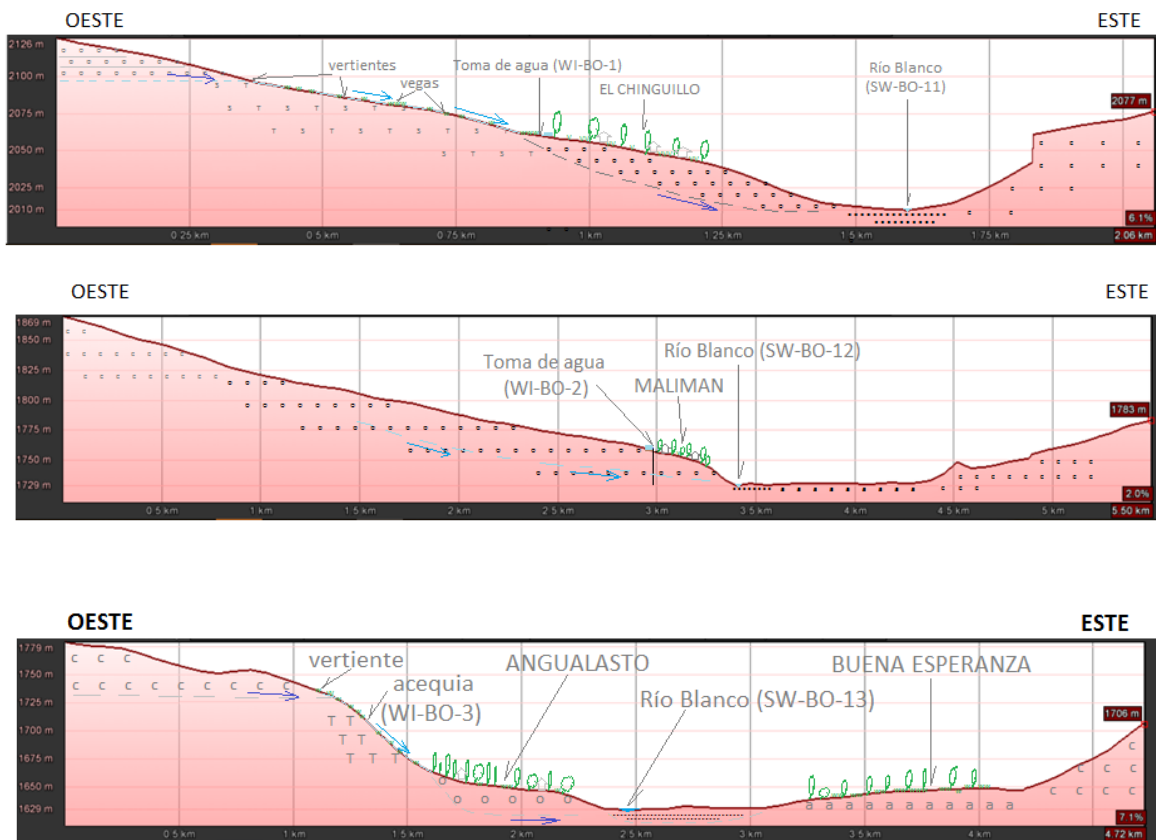
### **Zona 3**

En la Zona 3, correspondiente al tramo del río Blanco - comprendido desde la localidad de El Chinguillo, pasando por Malimán hasta la localidad de Angualasto- en las muestras de agua, sedimentos y en los estudios limnológicos, no se han constatado evidencias de anomalías asociadas al incidente ambiental.

No se han detectado cianuro ni compuestos derivados en agua superficial, así como tampoco en sedimentos.

En base a las determinaciones analíticas realizadas, el incidente ambiental no ha tenido consecuencias sobre las fuentes de agua correspondientes a las localidades de El Chinguillo, Malimán y Angualasto dado que las mismas se localizan en ambientes geomorfológicos diferentes al río Blanco, ni tampoco se han constatado evidencias de anomalías sobre punto alguno situado aguas abajo de dichas poblaciones.

Las fuentes de agua propias de las localidades mencionadas no se encuentran en la ruta de transporte de eventuales contaminantes por el cauce del río Blanco, sino que corresponden a acuíferos alojados en los depósitos de bajada (conformados por la coalescencia de abanicos aluviales que se extienden al este de la cordillera de Colanguil) y son captadas desde vertientes y conducidas a las poblaciones por acequias (El Chinguillo y Angualasto), o mediante perforaciones (Malimán) desde el acuífero libre. Por consiguiente, estas fuentes no presentan riesgos de contaminación debido al incidente ocurrido en Veladero.



*Figura 3: Perfiles esquemáticos que muestran la ubicación relativa de las fuentes de agua de las localidades El Chinguillo, Malimán y Angualasto, y su relación espacial-topográfica respecto al cauce del río Blanco (ruta de transporte de eventuales contaminantes). Las captaciones mencionadas no se encuentran en el cauce del río Blanco, sino que corresponden a vertientes (El Chinguillo y Angualasto), o perforaciones (Malimán). Las flechas azules indican el escurrimiento subterráneo y las flechas celestes, el escurrimiento superficial.*

El agua superficial del río Blanco, próximo a esas localidades, tiene características hidroquímicas bien diferenciadas a las propias de las fuentes de captación, evidenciadas por su mayor concentración de cloruros, sulfatos, fluoruro, conductividad eléctrica, dureza total, calcio, potasio y sodio en el agua del río Blanco. Además, éste presenta altas concentraciones de metales totales y disueltos como ser aluminio, arsénico, boro, hierro manganeso, cinc, cuyos valores en varios casos son superiores a los niveles guía para los distintos usos. Asimismo, el agua del río Blanco presenta alta turbidez y altas concentraciones de sólidos suspendidos totales. La preexistencia de esta situación está bien documentada por los resultados de los muestreos y monitoreos realizados antes del incidente.

Por el contrario, las características hidroquímicas en las muestras de agua de las tomas de El Chinguillo, Malimán y Angualasto, son bien diferentes. Estas presentan concentraciones para los analitos indicados precedentemente, muy inferiores.

## Zona 4

En la Zona 4 -correspondiente al curso del río Blanco aguas arriba del embalse Cuesta del Viento hasta aguas abajo del mismo en el río Jáchal- en las muestras de agua y sedimentos no se han constatado evidencias de anomalías asociadas al incidente ambiental.

No se han detectado cianuro ni compuestos derivados en agua superficial, así como tampoco en sedimentos.

El agua del río Blanco, aguas arriba del embalse Cuesta del Viento, presenta altas concentraciones de metales totales y disueltos como aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobre, hierro, manganeso, plomo y cinc, cuyos valores en varios casos son superiores a los niveles guía para los distintos usos. La preexistencia de esta situación está bien documentada por los resultados de los muestreos y monitoreos realizados antes del incidente. De manera similar, en el agua superficial del río Jáchal, aguas abajo del embalse Cuesta del Viento, se registran concentraciones anómalas de estos mismos elementos.

## Conclusiones del estudio limnológico

En el capítulo 5, apartado 5.2, se encuentran las conclusiones particulares del estudio limnológico realizado, el cual evaluó el comportamiento de las comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton) y bentónicas (fitobentos y macroinvertebrados bentónicos).

## RECOMENDACIONES

En lo que se refiere a la situación de capas de sedimento acumulado asociadas al incidente ambiental localizadas en Zona 0 y considerando la situación que presentan las vegas del río entre la desembocadura del Canal de Desvío Norte y su confluencia con el río de las Taguas, se ha considerado pertinente la recomendación al Ministerio de Minería (de acuerdo a lo anticipado en el mes de Diciembre de 2015) a fin que se proceda a la brevedad con un conjunto de acciones de contención y remediación.

Las acciones recomendadas resultaron las siguientes:

1. Confinamiento de aguas superficiales y subterráneas mediante barreras hidráulicas (como por ejemplo, la activación de las Bombas de Contingencia del Río Potrerillos) y bombeo de dichos líquidos al Sistema de Lixiviación en Valle;
2. Confinamiento mediante construcción de un dique de tierra para evitar el transporte hídrico de sedimentos;
3. Remoción de los sedimentos depositados en la planicie aluvial del río Potrerillos, aguas abajo de la descarga del Canal de Desvío Norte, a fin de evitar el transporte fluvial de contaminantes;
4. Disposición de dichos sedimentos en el Sistema de Lixiviación en Valle.
5. Luego de la remediación ambiental del área, contemplar la evaluación de la implementación de un programa de revegetación de vegas a fin de permitir la más pronta recuperación del ecosistema impactado.
6. A efectos de evaluar la eficiencia de estas medidas y la necesidades de eventuales ajustes se recomienda la extensión en el tiempo de los estudios de monitoreo sobre aguas superficiales, subterráneas y limnología durante un término de doce (12) meses a fin de contar con información que permita su evaluación durante, al menos, un (1) ciclo hidrológico.
7. Considerando que la descarga de contaminantes procedentes del Sistema de Lixiviación en Valle ha traspasado las barreras de contención diseñadas para el proyecto Veladero, se considera pertinente recomendar a la autoridad minera que desarrolle un estudio de riesgo orientado a evaluar la necesidad de reformular el sistema de barreras actualmente existente.

La totalidad de las acciones correctivas identificadas hasta aquí se corresponden con la aplicación a las presentes circunstancias del principio precautorio establecido en el artículo 4° de la Ley nacional 25.675. Así, aun cuando la necesidad de ejecutar acciones correctivas pudiera requerir de evaluaciones más detalladas, se considera que la demora en adoptar estas acciones puede resultar en situaciones de dispersión de contaminantes con el consiguiente riesgo para la vida acuática o las actividades humanas desarrolladas aguas abajo.

San Juan, abril de 2016