

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA EX MINA LAS PICAZAS. RIESGOS DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA CON ARSÉNICO Y PLOMO.

**GONZÁLEZ, H.; MARTÍN, J.; ZENOBI, G.; SOBRINO, D.; SÁNCHEZ, A.;
LORENZO, F.; BARRERA, M.**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. Departamento de Química.
UNCuyo. B. de Irigoyen 357. San Rafael. CP 5600. E-mail: hjgonza@satlink.com**

Palabras Claves: yacimiento, explotación minera, riesgos ambientales, contaminación hídrica

RESUMEN

El Proyecto propone realizar un estudio de las condiciones actuales del entorno generado por una antigua explotación minera de un yacimiento de polisulfuros metálicos realizada en la primera mitad del siglo XX para extraer plomo y plata. A partir de esa evaluación, investigar los posibles impactos que pueden ocurrir sobre el ambiente hídrico, ya que el yacimiento se vincula directamente con el Río Diamante, cuyo caudal es utilizado en su totalidad con fines consuntivos en el Oasis centro-sur de Mendoza. La actividad, como era habitual, no realizó un cierre para minimizar el impacto ambiental futuro. Los componentes de mayor riesgo que han quedado expuestos y en concentraciones desconocidas son el Arsénico y el Plomo.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del trabajo es establecer los contenidos de los elementos de mayor riesgo (Plomo y Arsénico) en los diferentes componentes del ambiente generado por el laboreo minero (mina, planta de concentración, escombreras, colas) y su posible dispersión en el ambiente acuático a partir de la exposición a diferentes agentes climáticos o variaciones geológicas e hidrogeológicas.

Deben conocerse los contenidos actuales de estos elementos en aguas del Río Diamante, antes y después de su conexión con este yacimiento explotado parcialmente y en forma selectiva, para establecer el modelo actual de impacto, ante distintas alternativas de interacción.

Con un grado de dificultad muy importante, se realizó la primera visita al emplazamiento del yacimiento. Se confirmaron los datos que lo ubican en el departamento de San Rafael, provincia de Mendoza, Argentina; en el entorno de los 34° 33' de Latitud Sur y los 68° 50' de Longitud Oeste, a una altitud de aproximadamente 1050 msnm, en el área de la desembocadura del Arroyo Las Picazas, sobre la margen derecha del Río Diamante. La zona constituye un abrupto cañón con pronunciadas pendientes en ambas márgenes del citado río.

La región está comprendida principalmente por esquistos filíticos (sericíticos-cloríticos) débilmente metamorfizados, pertenecientes a la formación orqueta de edad precámbrica. Esta roca metamórfica está intruída por pórfidos cuarcíferos de la serie porfirítica del triásico superior. La mineralización se encuentra alojada en la serie metamórfica produciendo una débil alteración en ella.

El yacimiento consiste en dos vetas principales subparalelas del tipo lenticular, con rumbo promedio de N50W y buzamiento subvertical (entre los 60°-70° SW). Ambas

vetas se encuentran situadas a poca distancia entre sí. Además, existen también una serie de vetas que son independientes y/o ramificaciones de las principales.

El reconocimiento del área permitió determinar que el yacimiento cuenta con una serie de labores mineras superficiales y subterráneas. Las primeras corresponden fundamentalmente a destapes y rajos de explotación de las vetas aflorantes, presentando las superficies limitantes un importante grado de alteración.

De acuerdo a descripciones anteriores, la zona de mayor importancia en cuanto a su desarrollo minero y seguramente a su mineralización es la veta Las Picazas, situada en el cerro homónimo. Esta veta posee una galería principal o nivel 0 de aproximadamente 180 m de longitud; por encima de esta galería la veta está totalmente explotada y por debajo de ella existen dos niveles con una serie de piques que los intercomunican.

Actualmente es imposible acceder a la casi totalidad de las labores descriptas, debido a que por el estado de abandono en que se encuentran, en gran parte están derrumbadas y/o en una considerable situación de inestabilidad, ya sean sectores ubicados por encima o por debajo del nivel freático, como en su zona de fluctuación, que en este caso en particular es muy variable estacionalmente.

Quedan expuestos al pie de estas labores mineras y muy cerca del curso del Río Diamante, una serie de estructuras y materiales de las antiguas explotaciones: construcciones para vivienda y administración; piletas de concentración; colas de minerales; etc. Algunas imágenes ilustran esta situación.

Las relaciones hídricas de mayor relevancia con el yacimiento son: el Río Diamante que cursa por dicho cañón al pie de la zona mineralizada (margen derecha) en sentido Oeste-Este con destino al Embalse Los Reyunos, y el Arroyo Las Picazas que desemboca en el Río Diamante aguas arriba del yacimiento y discurre en sentido Sur-Norte. Este último colecta la cuenca derivada de estribaciones situadas al Este del Cerro El Diamante.

Ya en la etapa de elaboración del Proyecto fue escasa la información que pudo obtenerse de los antecedentes de esta explotación minera. Actualmente se han agregado las memorias de algunos pobladores antiguos. Esto no impide la continuidad del trabajo programado.

Como se expresó antes, también deben destacarse las dificultades encontradas para lograr el acceso a la zona de la vieja explotación, lo que recién fue posible en septiembre de 2007, gracias a la invaluable colaboración del Equipo de Investigación y otras personas que también mostraron sumo interés por aportar al avance del Proyecto planteado. A modo de situar al lector en esta problemática, se agregan a continuación imagen satelital y algunas fotos tomadas durante la visita a la ex mina.

OBJETIVOS

Se plantean los siguientes objetivos principales:

- Evaluar el entorno natural y de actividades antrópicas del yacimiento Las Picazas, en sus potenciales efectos de contaminación con arsénico y plomo sobre la cuenca del Río Diamante.
- Realizar un inventario de los pasivos provenientes de las distintas explotaciones y categorizarlos de acuerdo a composición y oportunidad de movilización.
- Seleccionar procedimientos de determinación de Arsénico por generación de hidruros y de Plomo por atomización electrotérmica.
- Generar un modelo predictivo del comportamiento futuro del sistema en estudio.

METODOLOGÍA

Se presenta el siguiente modelo de trabajo para alcanzar los objetivos del Proyecto.

- ❖ Descripción completa geológica, hídrica, morfológica, de modificación antrópica, etc, de la zona en estudio
- ❖ Selección de muestras sólidas y líquidas para determinación de elementos de interés: Arsénico, Plomo y Cinc
- ❖ Puesta a punto de procedimientos para determinación de estos elementos por Absorción Atómica
- ❖ Determinación de los elementos seleccionados
- ❖ Tratamiento de los resultados y comparación con valores universales

RESULTADOS

Del estudio in situ del yacimiento y de las condiciones que lo relacionan con el Río Diamante, se decidió la toma de cuatro muestras de agua y cinco muestras de sólidos del entorno del yacimiento.

En el ingreso del Río Diamante al embalse Los Reyunos se tomaron dos muestras de agua y dos de sedimentos aportados por el ingreso del Río a la zona denominada Bajo Rosado.

MUESTRAS SÓLIDAS

- ❖ **M I, M II, M III, M IV y M V:** En zona del yacimiento, colas, escombreras, estériles, etc.
- ❖ **M VI y M VII:** Sedimentos en zona del Bajo Rosado, ingreso del Río Diamante al embalse Los Reyunos

MUESTRAS DE AGUA

- ❖ **M1:** En el Río Diamante a 200 metros aguas arriba del yacimiento
- ❖ **M2:** En el arroyo Las Picazas antes de la desembocadura en el Río Diamante. Este afluente también discurre aguas arriba del yacimiento
- ❖ **M3:** En el Río Diamante a 50 metros del último nivel de influencia de la explotación
- ❖ **M4:** En el Río Diamante frente al mayor aporte notorio de las colas y la explotación
- ❖ **M 5 y M 6:** En zona del Bajo Rosado, ingreso del Río Diamante al embalse Los Reyunos

Las muestras sólidas que se obtuvieron en las escombreras y colas de tratamiento mineral fueron tratadas para poner en solución los elementos de interés que se van a medir en el Proyecto.

Se seleccionaron dos tratamientos por vía húmeda:

- ❖ **Tratamiento 1:** Ataque no oxidante con ácido clorhídrico 6 M. Permite poner en disolución óxidos y sales de aniones básicos
- ❖ **Tratamiento 2:** Ataque ácido oxidante con mezcla de ácido clorhídrico 6 M y ácido nítrico 6 M. Agrega la disolución de productos muy insolubles como algunos sulfuros y oxisulfuros.

Los resultados en contenido de Arsénico y Plomo para los dos tratamientos fueron coincidentes.

Las muestras líquidas se emplearon sin tratamiento previo.

TABLA 1 Contenido de Arsénico en colas de tratamiento minero y sedimentos

MUESTRAS	RESULTADO (ppm)
M I	3650
M II	3900
M III	5870
M IV	2900
M V	11530
M VI	11,8
M VII	8,2

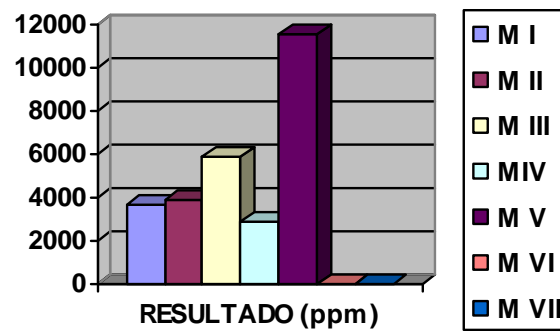


FIGURA 1: Comparación del contenido de Arsénico en muestras sólidas del entorno de la explotación y sedimentos influenciados a varios Km de la mina

TABLA 2 Arsénico en muestras de agua

MUESTRAS	RESULTADO (ug/L)
M 1	2,1
M 2	2,4
M 3	1,8
M 4	1,7
M 5	2,2
M 6	2,1

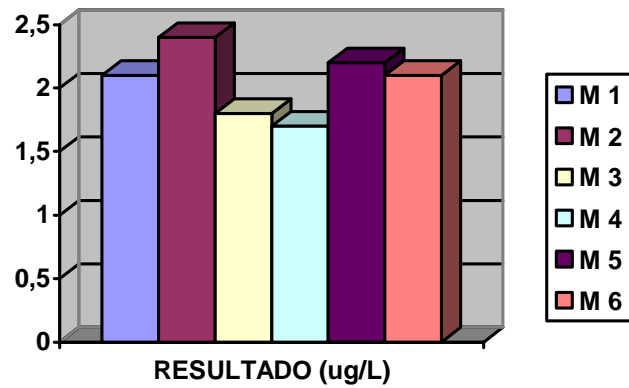


FIGURA 2: Comparación del contenido de Arsénico en muestras de agua del entorno de la explotación y otras varios Km aguas abajo de la mina

TABLA 3. Contenido de Plomo en muestras de agua

MUESTRAS	RESULTADO (mg/L)
M 1	0,17
M 2	0,11
M 3	0,13
M 4	0,05
M 5	0,03
M 6	0,04

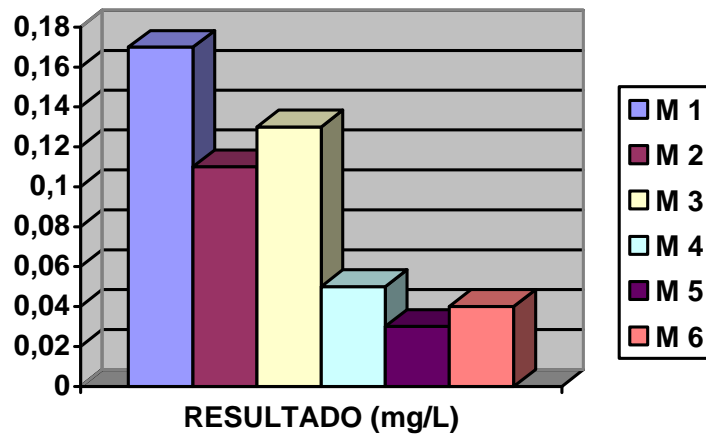


FIGURA 3: Comparación del contenido de Plomo en muestras de agua del entorno de la explotación y otras varios Km aguas abajo de la mina

TABLA 4. Otros analitos de interés en las muestras de agua

MUESTRAS	ANALITOS					
	Cinc mg/L	Cobre mg/L	Hierro mg/L	Sulfato mg/L	pH	Conductividad μ S/cm
M 1	0,04	0,01	0,20	303	8,17	1229

M 2	0,04	0,01	0,21	87	8,19	547
M 3	0,05	0,008	0,23	318	8,03	1227
M 4	0,04	0,01	0,24	305	7,91	1230
M 5	0,06	0,007	0,29	330	8,08	1242
M 6	0,06	0,008	0,29	327	8,10	1240

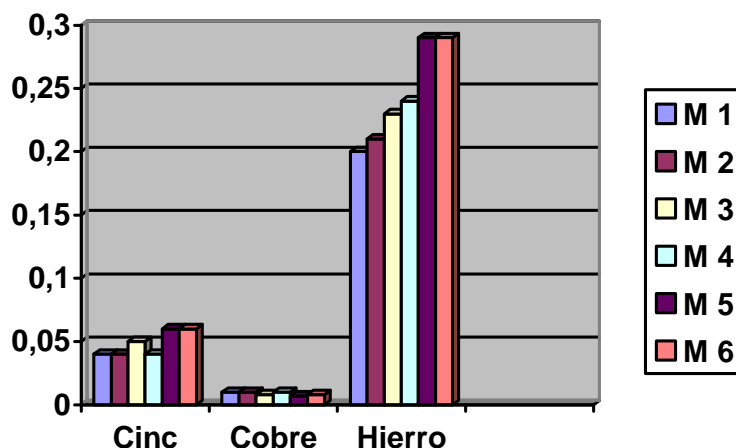


FIGURA 4: Comparación del contenido de Cinc, Cobre y Hierro en las muestras de agua.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los cuadros de resultados sobre contenido de Arsénico en muestras sólidas refieren alto contenido residual del elemento en las colas de tratamiento minero y en otros sólidos del yacimiento, con valores que oscilan entre 2900 a 11530 ppm (2,9 a 11,53 g/Kg). En cambio en sedimentos dejados por el río Diamante a su ingreso al Embalse Los Reyunos, los valores se ubican entre 8,2 y 11,8 ppm. El Arsénico en muestras de agua del arroyo Las Picazas y del Río Diamante (extraídas antes y después de la influencia del yacimiento y en otras obtenidas al ingreso del río al Embalse Los Reyunos varios Km aguas abajo del yacimiento), fluctúa entre 1,7 y 2,4 ug/L.

El Plomo se ha determinado en muestras de agua del arroyo Las Picazas y del Río Diamante (en la zona del yacimiento), donde presenta valores entre 0,17 y 0,05 mg/L. En las muestras de agua del río a su ingreso al Embalse Los Reyunos se registran valores de 0,03 y 0,04 mg/L.

Otros valores determinados en las mismas muestras (pH, conductividad, Cinc, Cobre, Hierro y sulfato) muestran valores en todo coincidentes con los que se registran habitualmente en estos cursos de agua.

CONCLUSIONES

El contenido de Arsénico se muestra elevado para los sólidos expuestos por el laboreo minero (colas, estériles, etc) y que pueden sufrir distintos modelos de traslado al Río Diamante. Sin embargo en aguas y sedimentos influenciados los valores no muestran incrementos por encima de la media natural del entorno. Los valores de Arsénico, Plomo, Cinc, Cobre, Hierro determinados en agua, no sobrepasan los límites establecidos para agua de consumo. Hasta el momento no se ha podido establecer una influencia perjudicial de la explotación sobre el entorno. Los estudios que restan intentarán despejar mas dudas al respecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez-Benedí, J; Bolado Rodríguez, S; Isaac, Calvo Revuelta, C. (2003). Dinámica de la adsorción-desorción de arsénico (V) en suelos de cultivo de Castilla y León. En : J. Álvarez-Benedí y P. Marinero, 2003. Estudios de la Zona No Saturada del Suelo Vol. VI
- Burriel, F., Lucena, F., Arribas, S. y Hernández, J., “Química Analítica Cualitativa”. Ed. Paraninfo, Madrid.
- Estudio del Departamento de Ing. de Minas de la U.N. de San Juan
- Goldberg, S. (2002) Competitive adsorption of arsenate and arsenite on oxides and clay minerals. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:413-420.
- Gonzalez Soto, E. (1995). Determinación analítica de especies inorgánicas y orgánicas de arsénico en diversas matrices medioambientales. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña.
- Gulens, J; Champ D.R; Jackson, R.E. (1979). Influence of redox environments on the mobility of arsenic in groundwater. In: Jenne, E.A. (ed) *Chemical Modeling in Aqueous Systems*. American Chemical Society, 81-85.
- Harris, D.C., “Análisis Químico Cuantitativo”. Grupo Editorial Iberoamérica.
- Informes de la Dirección de Minas de Mendoza
- Informes de la National Lead (1961); Sewank, G. (1929); Angelelli (1984)
- Informes geológico-mineros de la DMEH de Mendoza y del Servicio Geológico-Minero Argentino
- Kabengera, C; Bodart, P; Hubert, P; Thunus, L; Noirfalise, A. (2002). Optimization and validation of arsenic determinations in food by hydride generation flame atomic absorption spectrometry. *Journal of the AOAC International* 85:122-127.
- Livesey, N.T; Huang, P.M. (1981) Adsorption of arsenate by soils and its relation to selected chemical properties and anions. *Soil Science*, 131:88-Manning, B.A; Goldberg, S. (1997) Adsorption and stability of arsenic (III) at the clay mineral-water interface. *Environmental Science and Technology*, 31:2005-2011.
- Masscheleyn, P.H; DeLaune, R.D; Patrick, W.H. (1991). Effect of redox potential and pH on arsenic speciation and solubility in a contaminated soil. *Environmental Science and Technology*, 25:1414-1419.
- Matschullat, J. (2000). Arsenic in the geosphere. A review. *The Science of Total Environment*, 249:297-312.
- McGeehan S.L. (1996) Arsenic sorption and redox reactions: Relevance to transport and remediation. *Journal of environmental science and health*, A31 (9):2319-2336.
- McGeehan, S.L; Fendorf, S.E; Naylor, D.V. (1998) Alteration of arsenic sorption in flooded-dried soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62:828-833
- Reynolds, J.G; Naylor, D.V; Fenford, S.E. (1999). Arsenic sorption in phosphate amended soils during flooding and subsequent aeration. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:1149-1156.
- Skoog, D., West, D., Holler F.J., Crouch, S. “Química Analítica”. 7º ed. Mcgraw-Hill Interamericana editores s.a. 2001. México D.F.
- Skoog, D., Leary, J. “Análisis Instrumental”. Editorial Mcgraw-Hill, Madrid.
- Smedley, P; Kinniburgh, D. (2001). Arsenic in groundwaters across the world.. In: D. G. Kinniburgh, and P.L. Smedley (Editors). *Arsenic contamination of groundwater in Bangladesh*. Vol. 2 Final Report, 3-16.

Smedley, P; Kinnibourgh, D. Milne, C; Ihtishamul, H; (2001). Changes with time: groundwater monitoring. In: D. G. Kinnibourgh, and P.L. Smedley (Editors). Arsenic contamination of groundwater in Bangladesh. Vol. 2 Final Report, 175-185.

Smith, E; Naidu, R; Alston, A.M (2002). Chemistry of inorganic arsenic in soils: Effect of phosphorus, sodium and calcium on arsenic sorption. *J. Environ. Qual.* 31: 557-563.

Violante, A; Pigna, M (2002) Competitive sorption of arsenate and phosphate on different clay minerals and soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1788-17.