

ESTUDIO TÉCNICO

Calidad de agua del Río Tzalá (municipio de Sipakapa; departamento de San Marcos)

Lic. Flaviano Bianchini

Introducción

El estudio se propone valorar la calidad de las aguas en la zona de acción del proyecto minero Marlin administrado por la empresa "Montana explotadora de Guatemala" subsidiaria de la multinacional canadiense Glamis Gold (ahora adquirida por Gold Corp.) y ubicado en los municipios de Sipakapa y San Miguel Ixtauacán, en el departamento de San Marcos.

En particular el estudio se pone como objetivo el análisis de la calidad del agua del río Tzalá que es un río a carácter permanente que surge en la parte este del municipio de Sipakapa y fluye por cerca 20 Km. en dirección oeste hasta confluir en el río Cuilco, afluyente del río Grijalva que llega hasta el golfo del México.

El agua del río Tzalá es utilizada constantemente por parte de los pobladores locales para bañarse y también para la irrigación de terrenos para agricultura. También el agua de este río es utilizada como agua para consumo por parte de los poblados a la orilla del río. Así que su contaminación puede afectar de manera directa e indirecta los pobladores que viven en la cercanía del río.

Las muestras han sido tomadas el día 24/11/2006 en tres diferentes muestreos. Una conservada con mineralización ácida por medio de ácido nítrico (HNO_3), una con combinación de hidróxido de sodio (NaOH) para la medición del cianuro y una sin nada para la medición de los aniones. Los análisis de laboratorio se efectuaron el día 28/11/2006.

Los análisis han sido hechos con un espectrofotómetro UV/VIS que es una técnica universalmente aceptada y que consiente mediciones de alta precisión.

Parámetros de ley

Para las aguas de descargue de la actividad minera, se ha hecho referencia a los parámetros internacionales. Se ha tomado en cuenta los valores de la agencia ambiental del Banco Mundial para la actividad minera, la guía de la Organización Mundial de la Salud y en lo que concierne a las aguas potables se ha hecho referencia a dos valores universales, precisamente de los dos países que son modelo de desarrollo y protección del medioambiente y que también aportan el capital a la compañía minera. Se ha hecho referencia a los valores de la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos en lo relacionado a la posibilidad de vida acuática y los límites canadienses en lo relativo al agua potable.

<i>Valor / Límite d ley</i>	Guía del Banco Mundial por minería a cielo abierto	Guía WHO por agua potable	US EPA por vida acuática	Límites canadienses por agua potable
<i>pH</i>	6.0 - 9.0	6.5 – 8.5	6,5 – 9.0	6,5 – 8,5
<i>Cianuro total mg/l</i>	1	0,2	0,0052	0,2
<i>Sulfatos mg/l</i>	250	250	250	200
<i>Solfitos mg/l</i>	1	1	1	1
<i>Cloruros mg/l</i>	250	250	250	250
<i>Manganeso total mg/l</i>	-	0,05	-	<0.05
<i>Cobre total mg/l</i>	0,5	1,5	0,009	1
<i>Zinc total mg/l</i>	2	1,5	0,12	5
<i>Aluminio total mg/l</i>	0,1	0,5	0,087	0,1
<i>Hierro total mg/l</i>	3,5	0,1	1	0,3

Resultados análisis

Río Tzalá agua arriba la mina

N 15° 12' 02"

W 91° 44' 09.5"

<i>Valor</i>	Río Tzalá agua arriba la mina
<i>pH</i>	8.30
<i>Conductividad</i>	70
<i>Cianuro total mg/l</i>	0
<i>Sulfatos mg/l</i>	22.3
<i>Solfitos mg/l</i>	0.1
<i>Cloruros mg/l</i>	1.3
<i>Manganeso total mg/l</i>	0,05
<i>Cubre total mg/l</i>	1.3
<i>Cinc total mg/l</i>	0.02
<i>Aluminio total mg/l</i>	0.3
<i>Hierro total mg/l</i>	0.43

Río Tzalá agua abajo la mina

N 15° 13' 37.9''

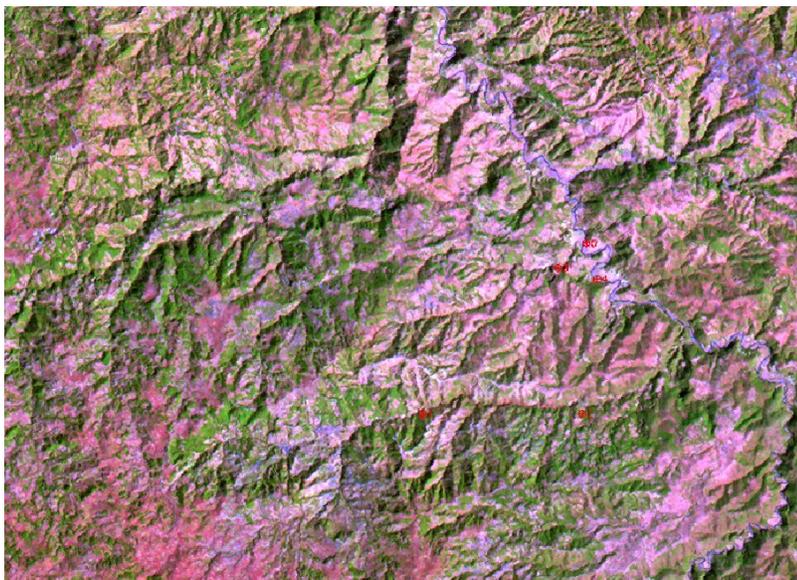
W 91° 39' 27.4''

<i>Valor</i>	Río Tzalá agua abajo la mina
<i>pH</i>	8.00
<i>Conductividad</i>	150
<i>Cianuro total mg/l</i>	0
<i>Sulfatos mg/l</i>	45.2
<i>Solfitos mg/l</i>	0.1
<i>Cloruros mg/l</i>	1.4
<i>Manganeso total mg/l</i>	0.13 (2 veces y medio el limite)
<i>Cobre total mg/l</i>	39.9 (80 veces el limite)
<i>Cinc total mg/l</i>	0.02
<i>Aluminio total mg/l</i>	1.3 (13 veces el limite)
<i>Hierro total mg/l</i>	3.5

- En rojo los valores que sobran los limites de ley

➤ Todos los valores son el promedio de 5 medidas

Posibles causas de contaminación



Las causas pueden ser diferentes.

1. Los valores podrían ser debido a las características naturales del agua en examen. Pero esta hipótesis queda descartada por comparación con los datos del mismo río agua arriba de la mina.
2. Los metales podrían ser llevados en solución por el cianuro utilizado desde la compañía. Pero esta hipótesis queda descartada porque en el agua no se encuentra cianuro y porque la posición del punto (que es el punto 2 en la carta al lado) deja claro que esto no es la vertiente de un posible derrame de cianuro del dique de lixiviación.
3. Los metales podrían ser llevados en solución por lo que es llamado drenaje ácido de mina. Y esta es la solución mas acreditada. Las pruebas del drenaje ácido son el gran aumento de los sulfatos, la disminución del pH y el aumento de todos los metales disueltos.

El drenaje ácido. Cuando las rocas con minerales sulfurosos, como pirita, calcopirita, pirrotita, marcasita, galena, arsenopirita, etc. son expuestas a la acción del aire y del agua, comienza en sus superficies un complejo proceso que engloba en su desarrollo fenómenos químicos, físicos y biológicos.

Químicamente el proceso es lo de la formula abajo:



Donde FeS_2 es el sulfato de hierro (una roca muy abundante en naturaleza), O_2 es el oxígeno abundante en el aire y H_2O es el agua, que puede ser el agua de lluvia. Así vemos como una roca muy abundante en naturaleza cuando es puesta al aire y a la lluvia puede provocar el sulfato y el ion H^+ que es el responsable de la acidez. Por ejemplo las rocas de desecho de las minas pueden subir este proceso y causar serios daños al medioambiente y a los seres humanos.

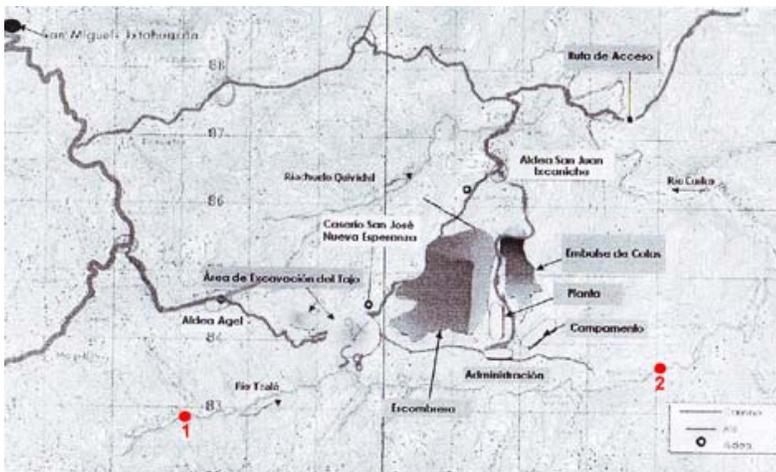
De una forma muy simplificada, su evolución fenomenológica se puede resumir en los siguientes puntos:

- Procesos de oxidación, que transforman los sulfuros en sulfatos con producción de ácido; estos procesos pueden ser químicos o “catalizados” por bacterias como *Thiobacillus Ferroxidans*, *T. Thiooxidans*, *T. Thioparus*, etc.

- Reacciones secundarias entre los productos de las reacciones anteriores y los restantes minerales presentes en la roca; así, el ácido generado disuelve metales pesados tales como plomo, cinc, cobre, arsénico, mercurio, cadmio, etc.
- Disolución y arrastre de estos productos por el agua de lluvia o de escorrentía, produciéndose un caudal líquido contaminante que se caracterizara por su acidez y por las altas concentraciones en sulfatos y metales pesados.

Así pues, la generación de AMD (drenaje ácido de mina por su sigla en inglés) conlleva dos subprocesos: el primero es el de producción (y almacenamiento) de sustancias solubles, que está afectado por agentes exteriores al foco contaminante como la temperatura, oxígeno presente, concentración y actividad bacteriana, etc. y por factores mineralógico intrínsecos como el tipo y contenido de sulfuros, elementos neutralizantes, superficie de exposición etc. El segundo es el de su posterior extracción por el agua, sin la cual no se produciría AMD, como ocurre durante años en muchas minas en el mundo. Este subproceso se rige por parámetros hidrológicos y estructurales como el volumen, intensidad y distribución temporal de la lluvia, tipo de circulación o drenaje, condiciones iniciales del foco, etc. La mayor o menor importancia de la producción de drenaje ácido de mina dependerá según esto de la eficacia y sincronía de ambos subprocesos.

Los principales focos productores de AMD en las explotaciones mineras son los drenajes de las minas subterráneas, por bombeo en las minas activas y por gravedad en las abandonadas, las escorrentías de las cortas en la minería a cielo abierto y los lixiviados de las escombreras y residuos mineros. En algunos casos, el agua que sale de estos focos lleva tan altas concentraciones metálicas, que algunos investigadores se cuestionan si el problema debería enfocarse como la recuperación de un recurso que se pierde en lugar de la eliminación de un efluente contaminante. Cuando el AMD formado en estos focos alcanza las aguas limpias de la red hidrográfica las contamina en acidez, sulfatos y metales pesados. Sin embargo, el grado de acidez y las concentraciones en contaminantes de las aguas, río abajo, serán función de la envergadura del aporte contaminante de AMD recibido, así como del caudal diluyente que traiga el curso de agua. De igual forma, la infiltración de AMD puede contaminar suelos y aguas subterráneas (Sáinz Silván. A. 2005).



A lado se puede ver el mapa de la zona con los dos puntos de muestreos. El punto uno donde el agua está limpia y el punto dos donde el agua se encuentra fuertemente contaminada. Del mapa se puede ver muy claramente como el drenaje ácido baja desde el tajo y la roca de desecho para terminar en el río Tzalá y afectar el agua antes que esta llegue al punto dos. También se puede notar como la contaminación puede bajar muy rápidamente al río Cuilco que es muy grande y del cual viven miles de personas.

El drenaje ácido de la mina es el efecto más grave que puede causar una mina porque es prácticamente irreversible y se propaga durante muchos años. Por ejemplo la mina San Sebastián, en El Salvador está cerrada desde más de 20 años pero el drenaje ácido sigue en aumento y hoy día el agua tiene valores de contaminantes muy altos. Por ejemplo el manganeso es 580 veces el límite de ley, el aluminio lo es

360, el cobre 88 y el hierro 8. Siempre en la misma mina en la quebrada El Taladrón el azufre es de 3030 mg/l y el pH es de 2,70 (Bianchini F.; 2006).

La mina Iron Mountain en California (USA) ya cerró en el 1963 pero sigue contaminando con drenaje ácido el río Sacramento. El río tiene agua naranja, está completamente sin vida, tiene un pH -3 (que es 10,000 veces más ácido del ácido de las baterías). Los expertos dicen que la contaminación allí va a seguir por lo meno otros 3000 años (Worldwatch Institute; 2005).

La abundancia de un metal o de otro en el caso del drenaje ácido depende de la abundancia de los metales en la roca que provoca el drenaje y también en la roca en donde pasa el agua afecta de drenaje ácido. En este caso del río Tzalá el valor tan elevado de cobre es debido al hecho que las rocas de la zona son muy abundantes en este metal.

En E.E.U.U. el drenaje ácido de mina constituye el problema número uno de contaminación difusa afectando a un total de 17,000 kilómetros de ríos repartidos por casi 20 estados de la Unión (Sáinz Silván. A. 2005).

Daños de los metales encontrados sobre la salud humana

Cobre. Unas de las consecuencias de la alta acumulación de cobre en el tejido hacen que se presenten activación de enzimas y destrucción de membranas, lo cual puede causar mutaciones del ADN, cirrosis hepática o enfermedades hereditarias como el mal de Wilson y Menkes, que ocasiona la retención de cantidades excesivas de cobre en el hígado; la acumulación de cobre en el sistema nervioso central produce daño neurológico y en algunos aspectos tiene cierto parecido con la enfermedad de Parkinson, la cual puede acompañarse de manifestaciones siquiátricas, y la aparición en la córnea de un anillo parduzco pericorneal (anillo Kayser-Fleisher).

En los últimos años la OMS (1998) ha presentado al cobre provisionalmente en el listado de los elementos que pueden causar daños a la salud humana; por su parte, la Unión Europea ha incluido por primera vez el cobre en un listado similar y el estado de California, en Estados Unidos, ha establecido un nuevo límite máximo para el cobre en agua potable muy por de bajo de la norma de la OMS y de la Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos de América (USEPA); reduciendo el uso del cobre para cañerías y facilitando la aplicación de materiales alternativos.

Es posible que el cobre cause alergia a la piel. Si se produce una alergia, futuras exposiciones, aunque sean muy bajas, pueden causar picazón y salpullido. La exposición repetida puede causar espesamiento de la piel y un color verdoso de la piel, dientes y pelo. La exposición alta y repetida al cobre puede afectar el hígado. Es posible que el cobre disminuya la fertilidad en los machos y en las hembras. (Fuente: OMS)

Aluminio. El Aluminio es uno de los metales más ampliamente usados y también uno de los más frecuentemente encontrados en los compuestos de la corteza terrestre. Debido a este hecho, el aluminio es comúnmente conocido como un compuesto inocente. Pero todavía, cuando uno es expuesto a altas concentraciones, este puede causar problemas de salud.

La ingestión de aluminio puede tener lugar a través de la comida, sistema respiratorio y por contacto con la piel. La toma de concentraciones significantes de Aluminio puede causar un efecto serio en la

salud como daños al sistema nervioso central, demencia, pérdida de la memoria, apatía, temblores severos.

El aluminio es un riesgo para ciertos ambientes de trabajo, como son las minas, donde se puede encontrar en el agua.

El aluminio se encuentra en altas concentraciones en lagos ácidos y en el aire, también en aguas subterráneas y suelos ácidos como los causados por el drenaje ácido de mina. (Fuente: OMS)

Hierro. El hierro puede ser peligroso para el medio ambiente. El hierro puede ser encontrado en carne, productos integrales, papas y vegetales. El cuerpo humano absorbe hierro de origen animal más rápido que el hierro de origen vegetal. El hierro es una parte esencial de la hemoglobina: es el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través de nuestros cuerpos. Pero en altas dosis puede provocar conjuntivitis, corioretinitis, y retinitis si entra en contacto con los tejidos y permanece en ellos. La inhalación crónica de concentraciones excesivas de vapores o polvos de óxido de hierro puede resultar en el desarrollo de una neumoconiosis benigna, llamada *Siderosis*. Ningún daño físico de la función pulmonar se ha asociado con la siderosis. La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos a carcinógenos pulmonares. (Fuente: OMS)

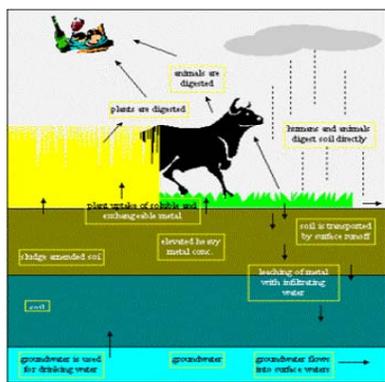
Manganeso. El Manganeso es un compuesto muy común que puede ser encontrado en todas partes en la tierra. El manganeso es uno de los tres elementos trazas tóxicos esenciales, lo cual significa que no es sólo necesario para la supervivencia de los humanos, pero que es también tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones en los humanos. Si no se cumple con la ración diaria recomendada la salud de los humanos puede ser afectada negativamente. Pero cuando la toma es demasiado alta, problemas de salud aparecerán.

Los efectos del manganeso mayormente ocurren en el tracto respiratorio y el cerebro. Los síntomas por envenenamiento con Manganeso son alucinaciones, olvidos y daños en el sistema nervioso. El Manganeso puede causar parkinson, embolia de los pulmones y bronquitis.

Cuando los hombres se exponen al manganeso por un largo periodo de tiempo el daño puede llegar a ser importante.

Un síndrome que es causado por el manganeso tiene los siguientes síntomas: esquizofrenia, depresión, debilidad de músculos, dolor de cabeza e insomnio. (Fuente: OMS)

Propiedades de los metales pesados



Un hecho fundamental de entender en los metales pesados es el hecho que son residuales. O sea se desplazan a lo largo de la cadena alimenticia. Es decir que si el agua tiene un determinado metal este puede pasar a las plantas, después si un animal consume esta planta, se encontrará el metal en el tejido animal, si después el hombre consume carne de este animal o un derivado (como la leche) estos metales llegan al hombre y se acumulan en sus tejidos (ver dibujo a lado).

Esto hace de los metales pesados uno de los mayores responsables de la contaminación residual a nivel mundial y uno de los peligros mayores por la salud humana siempre a nivel global.

También porque la gran mayoría de ellos son cancerígenos (provocan el cáncer) o teratígenos (provocan mutaciones genéticas).

Bibliografía

- **Almendares J.** Condición de salud y agua en El Pedrenal, Valle de Siria. 2004
- **Beldarrin E.** Tribunal centroamericano del agua. Enfermedades hídricas. 2003
- **Bianchini F.** ESTUDIO TÉCNICO. Contaminación de agua en el área de explotación minera del proyecto San Martín, en el Valle de Siria y repercusiones sobre la salud humana. 2006.
- **Bianchini F.** ESTUDIO TÉCNICO. Estudio de calidad de agua en la mina San Sebastián. 2006.
- **Sáinz Silván A.** AMD. Un problema Mundial. Revista Medio Ambiente, Consejería de Medio Ambiente; Junta de Andalucía. 2005.
- **Worldwatch Institute.** Global Mining Snapshot. Twenty Amounts, Percentages, and Facts About Mining Today. 2005

Páginas web

- **World Health Organization.** Web page. <http://www.who.int>
- **Cia World Factbook.** Web page. <https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/index.html>
- **Wikipedia.** Web site. <http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>