

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

Responsable

Lic. Flaviano Bianchini

Julio de 2006

Introducción

El estudio propone valorar la contaminación de las aguas en la zona de acción del proyecto minero San Martín, administrado por la empresa "Minerales Entre Mares de Honduras" subsidiaria de la multinacional canadiense Glamis Gold y ubicado en el municipio de San Ignacio, Departamento Francisco Morazán.

El estudio también propone valorar el impacto sobre la salud humana de las poblaciones de la zona. Todos los datos han sido tomados entre el 2 y el 7 de mayo de 2006 y han sido elaborados sucesivamente.

Método de estudio de calidad de agua

Las aguas han sido tomadas en diferentes puntos bajo la influencia directa e indirecta de la mina¹. Algunos análisis, como pH y conductividad, han sido efectuados en el campo mientras que los otros han sido efectuados en laboratorio. Las muestras han sido tomadas en contenedores estériles, fijados químicamente y mantenidos en condiciones óptimas hasta el momento del análisis.

Por cuánto concierne el análisis del cianuro presente en el agua, éste han sido efectuado con espectrofotómetro UV/VIS, en lo que concierne al análisis de los metales pesados presentes en las aguas, este análisis han sido efectuado con espectrofotómetro en absorción atómica que permite medidas de altísima precisión y es la técnica universalmente utilizada.

Los parámetros analizados son los siguientes.

Análisis de campo:

- pH
- conductividad

Análisis de laboratorio:

- Cianuro total
- Arsénico
- Plomo
- Cromo, como cromo hexavalente,
- Mercurio
- Aluminio
- Cobre
- Cinc
- Hierro total

También en lo que concierne a los puntos de muestreo han sido elegidos puntos significativos de la hidrogeología de la zona y significativos con respecto a la posición de la mina. Se intentó tomar las muestras lo más cercano posible a los puntos de muestreo efectuados en por Entre Mares y de DEFOMIN². Cinco puntos de muestreo han sido tomados en cuenta:

¹ Se denominará "La Mina", en este documento a la planta de procesamiento y extracción de Oro y Plata

² Departamento de Fomento Minero

1. Quebrada agua tibia abajo
2. Quebrada Guanijiquil
3. Salida de la mina a lado de la carretera
4. Pozo por consumo doméstico de Entre Mares
5. Pozo de consumo doméstico Padernal

Resultados de análisis

Parámetros de ley

Para las aguas de descargue de la actividad minera, se ha hecho referencia a los parámetros internacionales. Se ha hecho referencia a la guía 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 para minería a cielo abierto	Guía WHO para agua potable	US EPA para vida acuática	Límites canadienses para 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	-	0,0052	0,2
<i>Arsénico mg/l</i>	0,1	0,01	0,15	0,005
<i>Plomo mg/l</i>	0,1	0,01	0,0025	0,001
<i>Cromo (come cromo exavaliente) mg/l</i>	0,1	0,05	0,011	-
<i>Mercurio mg/l</i>	0,01	0,001	0,00077	0,001
<i>Cobre mg/l</i>	0,5	2	0,009	1
<i>Cinc mg/l</i>	2	3	0,12	5
<i>Aluminio mg/l</i>	-	-	0,087	0,1
<i>Hierro total mg/l</i>	3,5	-	1	0,3

Parámetros de campo

Muestreo	pH	Conductividad*
1. Quebrada Agua Tibia Abajo	6,95	1460
2. Quebrada Guanijiquil	6,35	Valor no medible porque es demasiado alto
3. Salida de la mina a lado de la carretera	9,35	1210
4. Pozo para consumo doméstico de Entre Mares	7,54	1100
5. Pozo para consumo doméstico Pedernal	6,85	350

- En verde los valores de agua considerados no potables pero válidos para aguas de descargue de la actividad minera.
- En rojo los valores fuera de la norma de aguas potables y también fuera de los valores de aguas de descargue de la actividad minera.

* La conductividad no tiene un valor máximo y un mínimo. La conductividad representa la capacidad de un agua de transmitir electricidad en base a la cantidad de iones disueltos. Normalmente las aguas superficiales de la zona del Valle de Siria tienen valores de conductividad inferiores a $600 \mu\text{s}/\text{cm}^3$. Valores tan elevados como aquéllos registrados son sintomáticos de la elevada cantidad de iones soltados o sea metales pesados.

Parámetros de laboratorio

<u>Elemento / muestreo</u>	Quebrada Agua Tibia Abajo	Quebrada Guanijiquil	Salida de la mina a lado de la carretera	Pozo para consumo doméstico de Entre Mares	Pozo para consumo doméstico Pedernal
<i>Cianuro total</i> <i>mg/l</i>	2,11	3,03	6,21	N	0,02
<i>Arsénico</i> <i>mg/l</i>	0,51	0,76	0,12	0,21	0,33
<i>Plomo</i> <i>mg/l</i>	0,34	0,51	0,10	N	0,16
<i>Cromo (como cromo exavalente)</i> <i>mg/l</i>	0,41	0,21	N	N	0,22
<i>Mercurio</i> <i>mg/l</i>	0,02	0,09	N	0,01	N
<i>Cobre</i> <i>mg/l</i>	0,32	0,42	0,12	0,11	0,23
<i>Cinc</i> <i>mg/l</i>	0,54	0,18	0,11	N	N
<i>Aluminio</i> <i>mg/l</i>	0,53	0,67	N	0,12	0,32
<i>Hierro total</i> <i>mg/l</i>	0,89	1,12	0,23	1,37	0,76

- En verde los valores de agua considerados no potables pero válidos para aguas de descargue de la actividad minera.
- En rojo los valores fuera de la norma de aguas potables y también fuera de los valores de aguas de descargue de la actividad minera.

Repercusiones sobre la salud humana

La organización mundial de la salud prevee que la sangre humana tiene que estar libre de contaminantes. La sola presencia de metales pesados en la sangre humana es peligrosa. Sin embargo existen valores que la Organización Mundial de la Salud pone como referencia. Valores de 35 µg/dl de plomo o arsénico, son considerados niveles de atención, valores de 70 µg/dl, altamente peligrosos. (Fuente: OMS).

Para el estudio han sido tomadas 10 muestras de sangre de 10 personas de las aldeas de Nueva Palo Ralo y el Pedernal y los resultados se presentan a continuación:

Resultados

<i>Muestreo</i>	<i>Plomo</i>	<i>Arsénico</i>
1	87 µg/dl	111 µg/dl
2	96 µg/dl	102 µg/dl
3	106 µg/dl	154 µg/dl
4	143 µg/dl	132 µg/dl
5	75 µg/dl	121 µg/dl
6	103 µg/dl	102 µg/dl
7	127 µg/dl	231 µg/dl
8	122 µg/dl	244 µg/dl
9	83 µg/dl	106 µg/dl
10	173 µg/dl	263 µg/dl

Se puede notar como el 100% de las personas analizadas presentan valores de plomo y arsénico en la sangre superiores a los valores considerados peligrosos por la organización mundial de la salud.

Daños del arsénico

Exposición a corto plazo. El arsénico es irritante para los ojos, la piel y el aparato respiratorio. Puede ocasionar efectos sobre el aparato gastrointestinal, sobre el sistema cardiovascular, sobre el sistema nervioso central y sobre los riñones, causando gastroenteritis, pérdida de fluidos y electrolitos, desórdenes cardíacos, choque, convulsiones y disfunción renal. La exposición a concentraciones superiores puede llevar a la muerte. Los efectos pueden ser retardados. (Fuente: OMS)

Exposición a largo plazo. Contactos repetidos o prolongados del arsénico con la piel pueden causar dermatitis. La sustancia puede tener efecto sobre las membranas mucosas, sobre la piel, sobre el sistema nervioso periférico, sobre el hígado y sobre la médula ósea, causando problemas de la pigmentación, hiperqueratosis, perforación del tabique nasal, neuropatía, daños hepáticos, anemia. Esta sustancia es cancerígena para el hombre. Pruebas sobre animales indican la posibilidad que esta sustancia pueda causar problemas en la reproducción y el desarrollo humano (Fuente OMS).

Un caso particular ha sido observado en Iowa, en los Estados Unidos. Los autores han apuntado la atención justo sobre la asociación entre el melanoma cutáneo y la exposición al arsénico en voluntarios de mediana edad. Fueron monitoreados 368 casos de melanoma y este grupo fue comparado con otro grupo de 373 sujetos con tumor colon rectal, diagnosticados entre el 1999 y el 2000. Los autores han encontrado que el riesgo de melanoma aumentó el doble en los sujetos con elevadas concentraciones de arsénico (Beane; 2002). **En el Valle de Siria se han presentado muchos (hay alguna cifra?) casos de melanoma cutáneo y otras formas de irritaciones e infecciones cutáneas.**

Daños del plomo

Exposición a largo plazo. El plomo puede causar numerosas enfermedades: rotura de la biosíntesis de hemoglobina y anemia, aumento en la presión sanguínea, daños a los riñones, abortos, daños al sistema nervioso, daños cerebrales, disminución de fertilidad en los hombres con daños a la producción de esperma, daños en la capacidad de aprendizaje en los niños, molestias conductuales en los niños como agresividad, comportamiento impulsivo e hiperactividad.

El plomo puede transmitirse al feto y transmitirse a la placenta de la madre. A causa de eso puede causar serio perjuicio del sistema nervioso y del cerebro en los niños nacidos.

Es probada la relación entre el plomo tragado con el agua potable y el retraso mental y físico infantil. El plomo contenido en el agua potable bebido por una mujer embarazada puede atravesar la placenta y depositarse en el cerebro del feto. Acerca del 90% del plomo almacenado en el cuerpo de la madre puede atravesar la placenta. Niveles irregularmente altos han sido encontrados en los niños muertos por el síndrome de la muerte en cuna (Fuente: OMS). **En la aldea de Nueva Palo Ralo han sido hallados valores de mortalidad infantil 12 veces la media nacional. (es bueno compararlo con la media nacional).**

Saturnismo. Intoxicación crónica de plomo; ocurre por la inspiración o la absorción por vía cutánea y mucosa o por el aparato digestivo de plomo metálico y orgánico. El plomo se adhiere a los glóbulos rojos en la sangre y luego se deposita, desplazando el calcio en los huesos, el cual puede circular nuevamente en situaciones de estrés, en caso de infecciones o acidosis. Se deposita también en el hígado y en los riñones. En una breve fase inicial, caracterizada por una elevada cantidad de plomo en círculo, son presentes señales de anemia saturnina por la alterada síntesis de la hemoglobina y los glóbulos rojos a causa de la inactivación de las enzimas del metabolismo porfirinico. Siguen síntomas a nivel del sistema nervioso central como encefalopatía y parálisis, síntomas de la circulación periférica, con encarnado térreo, la así llamada tez saturnina, del aparato osteomuscular, con dolor articular, la gota saturnina y lesiones óseas. Causa enfermedades de los riñones, con lesión renal y riñón saturnino atrófico. El estadio final es el caquessia (Fuente: OMS).

El caso de Nueva Palo Ralo

La aldea de Nueva Palo Ralo se llama así ya que la primera fue destruida para dar espacio a la mina. Según testimonios de habitantes locales en los últimos 4 años, 20 niños han sido concebidos en esa aldea, 3 han sido abortados y 3 han muerto antes de cumplir un mes; una niña tiene el síndrome de Wernik Hoffman y un niño tiene Estrabismo Convergente.

También testigos locales de Nueva Palo Ralo afirman que hay 11 personas que trabajan en la mina; 6 de ellos han tenido al menos un hijo en los últimos 4 años. De estos 6 niños, 5 o han muerto o están enfermos, si calculamos el porcentaje llega al 83%, valor difícilmente imputable al caso o a una coincidencia.

La mortalidad infantil en Honduras es de 25,82/1000. O sea que de cada 1000 niños nacidos en promedio mueren 25,82. El valor más alto del mundo es de 191,19/1000 en Angola, seguido por Afganistán con 163,07/1000 y de Sierra Leona con 143,64/1000. En la aldea de Nueva Palo Ralo el valor de los últimos cinco años es de 300/1000 o bien 12 veces la media nacional.

Nueva Palo Ralo presenta una mortalidad infantil 12 veces mayor que la media nacional.

Los valores aumentan notablemente para los hijos de los trabajadores de la mina. En este caso la tasa de mortalidad alcanza el 833/1000 o bien 33 veces la media nacional.

Desafortunadamente no han sido ejecutadas nunca las autopsias sobre los cuerpos de los muertos de Nueva Palo Ralo y por lo tanto no se conocen las causas de la muerte, pero indudablemente los porcentajes tan altos no pueden dejarse a la casualidad.

Pero tenemos todavía que analizar los dos casos de enfermedad grave en los que podemos obtener mejores y más conclusiones.

Tomamos el ejemplo de los dos casos.

Niño 4. Estrabico

Este niño, cuya identidad no se da a conocer por obvios motivos, presenta un fuerte estrabismo convergente que no le permite leer y le crea serios problemas de equilibrio y orientación. Este estrabismo puede ser de causa hereditaria pero nadie de los padres ni de los abuelos presenta estrabismo, por lo tanto esta hipótesis queda descartada. La segunda hipótesis es que este estrabismo se deba al síndrome de Wernicke-Korsakoff. O bien a un estrabismo producido por déficit de tiamina debido a la exposición a altos valores de contaminantes, en particular plomo y arsénico, por un periodo prolongado (Zubaran y otros; 1997). Puesto que este niño presenta en la sangre valores 143 µg/dl de plomo y 132 µg/dl de arsénico esta hipótesis es la más acreditada y casi podríamos tomarla con certeza.

Niña 10. Síndrome de Werdnig-Hoffmann

Esta niña, cuya identidad no se da a conocer por obvios motivos, presenta la atrofia muscular espinal de tipo I o síndrome de Werdnig-Hoffmann, que es la forma más grave de atrofia muscular espinal. La enfermedad tiene un exordio precoz, alrededor del tercero a sexto mes de vida, y en algunos casos se puede evidenciar antes del nacimiento, con una disminución de los movimientos fetales en el tercer trimestre (Gennarelli y otros; 1995) Aunque atentos, los niños que padecen esta enfermedad resultan débiles y flácidos (hipotonía) y asumen una posición muy característica de rana, con las extremidades dobladas y la cara externa de las rodillas que toca la superficie sobre la cual reposan. El llanto es débil y a la prueba de los reflejos, éstos resultan ausentes. La debilidad de los músculos intercostales se manifiesta inicialmente durante el llanto y sucesivamente con graves dificultades respiratorias. Generalmente la enfermedad progresa rápidamente desafortunadamente en el cien por ciento de los casos se produce la muerte por insuficiencia respiratoria o infecciones bronco pulmonares. (Dubowitz; 1995)

El gen responsable de las tres formas de atrofia espinal ha sido identificado y es localizado sobre el cromosoma 5. Se trata del gen necesario para la producción de una proteína llamada SMN, *survival of motoneurons* o bien factor de supervivencia de las moto neuronas, que semeja tener un papel en las funciones del núcleo celular, especialmente en las células nerviosas. En los pacientes con síndrome de Werdnig-Hoffmann se observan supresiones de variabilidad larga que están relacionadas con este gen. Las supresiones pueden llevar a la pérdida contemporánea de otro gen llamado NAIP, situado en proximidad del SMN sobre el mismo cromosoma. La pérdida del gen NAIP, más allá de que de SMN, semeja ser un elemento agravante de la patología. La pérdida de una copia del gen SMN podría tener importancia en el desarrollo de la enfermedad de las motoneuronas, esclerosis lateral amiotrófica. Aunque el papel de estos genes no está completamente claro, su pérdida provoca la degeneración y la muerte de las células nerviosas, llamadas motoneuronas, que mandan las señales a los músculos voluntarios. Estando el síndrome de Werdnig-Hoffmann colocado en el cromosoma 5 esta es una enfermedad hereditaria. (Angelini; 1994. Feldkötter y otros; 2002)

En el caso de la niña -10- de Nueva Palo Ralo, no hay ningún indicador del síndrome de Werdnig-Hoffmann en la historia parental. La niña tiene en la sangre valores de 173 µg/dl de plomo y de 263 µg/dl de arsénico. Ambos metales y otros que podrían estar presentes en su sangre, son teratígenos, o sea provocan mutaciones genéticas, y trasmisibles entre madre e hija por la placenta. Entonces la causa más probable de la enfermedad es que los contaminantes a los que desde hace años los padres y la niña misma son sometidos han provocado la mutación genética sobre el cromosoma 5 de la niña provocando el síndrome de Werdnig-Hoffmann.

Se puede afirmar desde ahora que esta niña tiene el tiempo contado. Pronto sus pulmones ya no serán capaces de moverse solos y su estómago no será capaz de cumplir los movimientos necesarios para la digestión. Si tuviera la posibilidad la niña podría ser alimentada por una sonda directo al estómago y ayudada con un pulmón artificial por cierto tiempo, pero no será posible a lo largo plazo y la niña morirá muy joven.

Conclusiones

- Las aguas del Valle de Siria presentan, en promedio valores de contaminación superiores a los establecidos en las leyes nacionales e internacionales. Los valores de contaminación más altos se encuentran en la Quebrada Guanijquil y en la Quebrada Agua Tibia abajo dónde casi todos los valores son superiores a los establecidos en ley. La mayor preocupación se debe a los valores relativos a los metales pesados encontrados en estas aguas. Mientras en la salida de agua de la mina es particularmente preocupante el valor de cianuro que supera 6 veces los límites de la ley. El arsénico sobrepasa los valores de la ley en todas las aguas analizadas.
- Todos los valores de plomo y arsénico en la sangre de las personas analizadas son superiores a los valores considerados peligrosos de la organización mundial de la salud.
- En el Valle de Siria una gran cantidad de personas presenta daños a la piel como problemas de pigmentación y melanoma cutáneo, cosa que, como se ha puesto en evidencia en muchos estudios, puede ser favorecido por el contacto con el arsénico, abundantemente presente en el agua y en consecuencia en el suelo y en los alimentos de todo el Valle de Siria.
- En la aldea de Nueva Palo Ralo la mortalidad infantil alcanza el valor de 300/1000 o bien 12 veces la media nacional. Si se considera a los hijos de los trabajadores de la mina el valor alcanza el 833/1000. Valor 33 veces superior a la media nacional.
- Hay que considerar a los enfermos de Nueva Palo Ralo. Un niño presenta un estrabismo convergente no imputable a factores hereditarios. Tal estrabismo podría, con mucha probabilidad ser imputado al síndrome de Wernicke-Korsakoff causado por contaminantes en la sangre, principalmente plomo y arsénico, abundantemente presentes en la sangre de este niño.
- Otra niña de Nueva Palo Ralo presenta el síndrome de Werdnig-Hoffmann o atrofia muscular espinal de tipo I que es una enfermedad genética debida al cromosoma 5. Tal enfermedad no está presente en su familia y por lo tanto es imputable a una mutación genética que puede ser causada con gran probabilidad, a la acción de agentes contaminantes teratigenos como plomo, arsénico y otros metales pesados. Esta enfermedad le impide a la niña mover los músculos voluntarios y pronto también afectará los músculos involuntarios responsables de la digestión y la respiración llevándola a la muerte precoz.

Bibliografía

- Angelini C. Le malattie neuromuscolari. Padova. Piccin 1994
- Beane Freeman LE et al. Toenail arsenic content and cutaneous melanoma in Iowa. Am J Epidemiol. Oct 1 2004
- Dubowitz V. Muscle disorders in childhood. London. Saunders 1995
- Feldkötter M, Schwarzer V, Wirth R, Wienker TF, Wirth B. Quantitative analyses of SMN1 and SMN2 based on Real-Time lightcycler PCR: fast and highly reliable carrier testing and prediction of severity of spinal muscular atrophy. Am J Hum Genet 2002
- Gennarelli M, Lucarelli M, Capon F, Pizzuti A, Merlini L, Angelini C, Novelli G, Dallapiccola B. Survival motor neuron gene transcript analysis in muscles from spinal muscular atrophy patients. Biochem Biophys Res Comm 1995
- Swach M. Schwarz M. Neuromuscular diseases. London 1988
- Zubaran C, Fernandes JG, Rodnight R: Wernicke-Korsakoff syndrome. Postgrad Med J 1997 Jan

Páginas web

- World Health Organization. Web page. <http://www.who.int>