

ESTUDIO TÉCNICO

Calidad de agua en la zona de explotación minera de San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión. El Salvador.

Lic. Flaviano Bianchini

Introducción

El estudio se propone valorar la calidad de las aguas en la zona donde actuó el proyecto minero San Sebastián administrado por la empresa COMMERCE GROUP CORP. de capital estadounidense. El proyecto minero está ubicado en el municipio de Santa Rosa de Lima, en el departamento de La Unión.



El estudio se enfoca en el análisis de la calidad del agua de la quebrada El Taladrón, la quebrada El Comercio y de la represa abandonada por parte de la empresa (ver imagen a lado).

Las muestras han sido tomadas el día 17/11/2006 con tres diferentes muestreos por cada punto de muestreo. Una conservada con mineralización ácida por medio de ácido nítrico (HNO_3), una con adición 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 entre el 20 y el 23/11/2006.

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

Los puntos monitoreados son tres.

1. Quebrada el Comercio	N 13° 38' 22.6"	W 87° 55' 16.6"
2. Quebrada Taladrón	N 13° 38' 28.0"	W 87° 55' 30.9"
3. Dique de lixiviación San Sebastián	N 13° 38' 13.8"	W 87° 56' 07.7"

Antecedentes

La mina de San Sebastián tiene una historia muy compleja. Se registran actividades mineras en la región ya desde el 1904. Entre 1904 y 1917 la mina produjo cerca 25 toneladas y medio de oro, entre el 1917 y el 1945 produjo casi 6 toneladas de oro y entre el 1945 y el 1953 se ha producido una tonelada de oro. En estos años la mina San Sebastián era considerada la mas productiva de Centroamérica y produjo un total de mas de 32 toneladas de oro (McNamee; 1970).

En 1968 COMMERCE GROUP CORP. adquirió la mina y las fechas principales de las actividades son las señaladas en el esquema abajo (sitio web Comerse Group Corp.)

1968.	Adquiere en arriendo la mina.
1973.	Adquiere el control total de San Sebastián.
1973-1978.	Se realizan trabajos de reorganización, modificaciones y producción de mineral.
1978.	Suspenden operaciones, por conflictos laborales.
1985.	Inician trabajos de reapertura.

- 1986.** Finalizan etapas preliminares de la etapa de preproducción y le otorgan una nueva concesión de explotación.
- 1989.** Instala su propio equipo de laboratorio en San Miguel.
- 1990-1993.** Reorganizan y modifican nuevamente la mina.
- 1995.** Inician explotación minera.
- 2001.** Suspenden operaciones hasta tener suficientes fondos para ampliación.
- 2002.** Otorgan una nueva concesión para 30 años y cancelan la concesión de 1987.

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>TDS mg/l</i>	1000	-	500	500
<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

Valor/lugar	Quebrada El Comercio	Quebrada El Taladrón	Dique de lixiviación San Sebastián
<i>pH</i>	3.01	2,70	8,16
<i>Conductividad*</i> $\mu\text{s/cm}$	2380	2833	378
<i>TDS</i> mg/l	1187	1417	189
<i>Cianuro total</i> mg/l	0	0	2,6
<i>Sulfatos</i> mg/l	973	3030	16,5
<i>Solfitos</i> mg/l	1,2	2	0,1
<i>Cloruros</i> mg/l	24	21	14,4
<i>Manganeso total</i> mg/l	2.3	29.3	0,23
<i>Cobre total</i> mg/l	4.1	43.2	5,7
<i>Cinc total</i> mg/l	0.1	0.03	0,07
<i>Aluminio total</i> mg/l	180	2.9	0,16
<i>Hierro total</i> mg/l	97	28.2	0,43

*La conductividad no tiene límite de ley, pero es un valor muy importante para entender la contaminación del agua.

- **En rojo los valores que sobran los límites de ley**

Nota: Todos los valores son el promedio de 5 medidas

En la quebrada El Taladrón el manganeso es 586 veces mayor al límite de ley y el hierro es 282 veces.

En la quebrada El Comercio el aluminio es 1800 veces mayor al límite de ley y el hierro es 970 veces.

En el dique de lixiviación se encuentran valores de metales por encima de los valores de ley, pero más bajos de los valores que se encuentran en las quebradas. Sin embargo, en el dique se encuentra un valor alto de cianuro.

El manganeso, el cobre, el hierro y el aluminio están por encima de los límites de ley en todos los muestreos.

El pH de las quebradas es muy bajo. Falta mencionar que el pH es un factor logarítmico; así, cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuirá en una unidad. Por ejemplo en el caso de la quebrada El Comercio el pH es aproximadamente 3, o sea 4 puntos más bajos que el pH neutro que es 7. Esto quiere decir que la quebrada El Comercio es 10,000 veces más ácida del lo neutral. Si consideramos que las aguas de la zona tienen un pH promedio de cerca 8 podemos considerar que la quebrada tiene una acidez 100,000 veces más alta que lo normal. En el caso de la quebrada El Taladrón la acidez es todavía más alta.

En el día 13/12/06 se monitoreó también en río San Sebastián.

El río San Sebastián es uno de los ríos principales de todo el municipio de Santa Rosa de Lima. Es un río a carácter muy variable a causa de la represa construida en el abandonado dique de lixiviación. En el invierno el río tiene un caudal muy abundante debido a sus características naturales. Pero en el verano la represa afecta mucho el caudal y entonces el río se encuentra en escasez de agua. En la cuenca del río San Sebastián viven cerca 20.000 personas.

En el día 13/12/06 este río tenía valores de pH de 2,25 y conductividad 2260 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estos valores nos dicen claramente como la contaminación de las quebradas afluentes del río San Sebastián en la época seca afectan directamente todo el río.

Los pobladores de la zona no utilizan el agua de los ríos analizados para beber, pero estos ríos son utilizados por la población por limpiar ropa y para bañarse ocasionalmente. También el agua de los ríos es bebida por los animales y, debido a que los metales son residuales (ver: Daños de los metales encontrados sobre la salud humana) de allí se pueden pasar al ser humano.

También unos metales pueden ser dañinos al contacto con la piel (ver: Daños de los metales encontrados sobre la salud humana).

Causas de la contaminación del dique de lixiviación

En el dique vienen almacenadas las rocas que fueron tratadas con lixiviación de cianuro.

Algunos estudios (Irwin Roy J. *et al*; Zaranyika MF. *et al*; Boucabeille C., Bories A. *et al*.) prueban que en los depósitos de colas, la gran superficie permite la descomposición del cianuro. Según los datos recabados por Schmidt *et al*, 1981, por medio de pruebas en varias minas de oro en el mundo, el cianuro total se degrada en menos de 3 semanas a partir de la concentración inicial de 20 miligramos por litro. El cianuro total desapareció casi completamente después de los 100 días (Schmidt *et al*; 1981).

Pero otros autores (Coltrinari; 1987, Goldstone, Mudder; 1991) sostienen que en condiciones parecidas a las de los diques de colas el cianuro se puede conservar por años. Los datos recabados en este estudio parecen avalar la segunda hipótesis en cuanto a que en el dique se encuentra una cantidad bastante elevada de cianuro.

Causa de la contaminación en las quebradas

Las causas pueden ser diferentes. Vamos a evaluar las posibles causas.

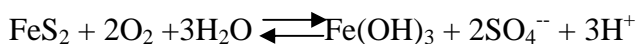
1. Los valores podrían ser debido a las características naturales del agua en examen. Pero esta hipótesis es muy rara y queda descartada por comparación con los datos de los ríos de la zona.
2. Los metales podrían ser llevados en solución por el cianuro utilizado desde la compañía. Pero esta hipótesis queda descartada porque en el agua no se encuentra cianuro y porque la posición de los ríos no están en la vertiente de un posible derrame de cianuro del dique de lixiviación. Además la mina está serrada desde años y esto es otro factor que descarta esta hipótesis.



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 acido son el gran aumento de los sulfatos, la disminucion del pH y el aumento de todos los metales disueltos, cosas que pasan en estas dos quebradas. También esta hipótesis es acreditada por la ubicación de las quebradas que se encuentran debajo de la roca de desecho (ver imagen a lado).

El drenaje ácido. Cuando las rocas con minerales sulfurosos, como piritita, calcopiritita, pirrotita, marcasita, galena, arsenopiritita, 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, el hierro puede ser substituido por otros metales), 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. 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).

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 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 menos 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 afectada de drenaje ácido. En este caso podemos ver como los metales varían en los dos ríos debido a la abundancia natural de los metales en las rocas de los dos ríos.

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 del cianuro en la salud humana

El cianuro es una sustancia química, potencialmente letal, que actúa como tóxico a través de la inhibición de ciertas proteínas mitocondriales, bloqueando el Ciclo de Krebs, sistema central del proceso de respiración celular. Si bien su efectividad a bajas concentraciones es fulminante, si una persona ingiere cianuro, el individuo muere bajo dolorosos espasmos y convulsiones que pueden tardar entre 10 segundos a unos minutos. También es conocido por su denominación militar AN (para el cianuro de hidrógeno) y CK (para el cloruro de cianógeno).

El cianuro puede ser un gas incoloro como el cianuro de hidrógeno (HCN), o el cloruro de cianógeno (CICN), o estar en forma de cristales como el cianuro de sodio (NaCN) o el cianuro de potasio (KCN).

El cianuro de hidrógeno, bajo el nombre de Zyklon B, se utilizó como agente genocida por los alemanes durante la Segunda Guerra Mundial.

El cianuro está presente en forma natural en algunos alimentos como las almendras y en ciertas plantas como el cazabe. El cianuro se encuentra en el humo del cigarrillo y en los productos de combustión de los materiales sintéticos como los plásticos.

En el sector industrial, el cianuro se utiliza para producir papel, textiles y plásticos. Está presente en las sustancias químicas que se utilizan para revelar fotografías. Las sales de cianuro son utilizadas en la metalurgia para galvanización, limpieza de metales y, su uso principal, la minería de oro y también de otros metales.

Toxicidad

Para las plantas y los animales, el cianuro es extremadamente tóxico. Derrames de cianuro pueden impactar la fotosíntesis y las capacidades reproductivas de las plantas y matar la vegetación. En cuanto a los animales, el cianuro puede ser absorbido a través de la piel, ingerido o aspirado. Concentraciones en el aire de 200 partes por millón (ppm) de cianuro de hidrógeno son letales para los animales, mientras que concentraciones tan bajas como 0.1 miligramos por litro (mg/l) son letales para especies acuáticas sensibles. Concentraciones subletales también afectan los sistemas reproductivos, tanto de los animales como de las plantas.

Las dosis letales para humanos son, en caso de que sean ingeridas, de 1 a 3 mg/kg del peso corporal, en caso de ser asimilados, de 100-300 mg/kg, y de 100-300 ppm si son aspirados. Esto significa que una porción de cianuro más pequeña que un grano de arroz sería suficiente para matar a un adulto. La exposición a largo plazo a una dosis subletal podría ocasionar dolores de cabeza, pérdida del apetito, debilidad, náuseas, vértigo e irritación de los ojos y del sistema respiratorio. Hay que tener mucho cuidado al manejar el cianuro, para efectos de prevenir el contacto dañino de parte de los trabajadores. Sin embargo, según muchas compañías mineras, no hay ningún caso de fatalidades humanas en las minas que usan las técnicas de lixiviación con cianuro.

Ante este hecho, Philip Hocker señala: “limitar nuestra preocupación por el cianuro al hecho de que no hayan sido reportadas muertes humanas es caer en lo que los bioquímicos llaman en la teoría de toxicología “los muertos en las calles”: la actitud según la cual, si no se ven cadáveres, todo está en orden. A pesar de la ausencia de cadáveres humanos, hay evidencia de que no todo está en orden”.

Los trabajadores mineros suelen tener contacto con el cianuro, sobre todo durante la preparación de la solución de cianuro y la recuperación del oro de la solución. Para los trabajadores mineros, los riesgos son el polvo de cianuro, los vapores de cianuro (HCN) en el aire provenientes de la solución de cianuro y el contacto de la solución de cianuro con la piel.

Daños de los metales encontrados sobre la salud humana

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).

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 debajo 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 disminuya la fertilidad en los machos y en las hembras (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).

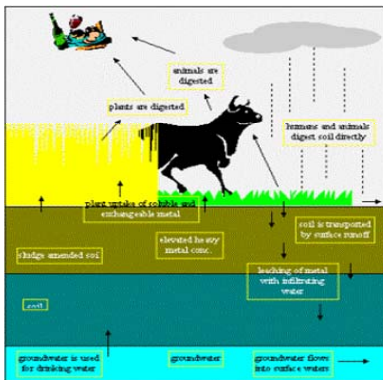
Manganeso. El Manganeso es un compuesto muy común que puede ser encontrado en todas partes en la tierra. El manganeso es uno de los tres elementos trazas tóxicos esenciales, lo cual significa que no es sólo necesario para la supervivencia de los humanos, pero que es también tóxico cuando está presente 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
- **Boucabelle C, Bories A et al.** Microbial degradation of metal complexed cyanides and thiocyanate from mining waste waters. Environ Pollut. 1994.
- **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.
- **Coltrinari, E.L.** Method for recovery of cyanide from waste streams; November 1987.
- **Goldstone, A.J.; Mudder, T.I.** Cyanide regeneration process; February 1991.
- **Internacional Cyanide management institute.** Cyanide management institute journal; 2002.
- **Irwin Roy J. et al.** Environmental Contaminants Encyclopedia. Entry on Cyanide in General. 1997.
- **McNamee por UNDP.** El Salvador, Evaluación de los depósitos minerales en el norte, informe de los resultados del proyecto, conclusiones y recomendaciones; 1970.
- **Sáinz Silván A.** AMD. Un problema Mundial. Revista Medio Ambiente, Consejería de Medio Ambiente; Junta de Andalucía. 2005.
- **Schmidt et al,** 1981. Citado en EIA Marlin. CTA 2204.
- **Worldwatch Institute.** Global Mining Snapshot. Twenty Amounts, Percentages, and Facts About Mining Today. 2005
- **Zaranyika MF et al.** Cyanide ion concentration in the effluent from two gold mines in Zimbabwe and in a stream receiving effluent from one of the goldmines. J Environ Sci Health. 1994.

Páginas web

- **Cia World Factbook.** Web page. <https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/index.html>
- **Comerse Group Corp.** Web page. <http://www.commercegroupcorp.com/AboutUs/Mining/ssgmhistory.htm>
- **Google heart.** Web page. <https://earth.google.com>
- **Wikipedia.** Web page. <http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>
- **World Health Organization.** Web page. <http://www.who.int>