

el lado OSCURO del oro

Impactos de la minería metálica en El Salvador



*Florian Erzinger
Luis González
Ángel M. Ibarra*

el lado OSCURO del oro

Impactos de la minería metálica en El Salvador

Autores:

Florian Erzinger, Luis González y Ángel M. Ibarra.

Una publicación de Cáritas de El Salvador y la Unidad Ecológica Salvadoreña -UNES- con el apoyo solidario de GVOM (Suiza), Diakonia (Suecia), Desarrollo y Paz (Canadá), Programa Regional para Fortalecimiento de Capacidades en Gestión de Riesgo y de CAMEXPA.

Primera edición, diciembre de 2008.

Mapas: Marcos Cerra

Traducciones: Deborah Jenkins

Tiraje: 1.000 ejemplares

Diseño e impresión: ICONO publicidad

Agradecemos a los líderes y líderes de las comunidades que resisten activa y pacíficamente ante las amenazas de empresas mineras, a sus organizaciones comunitarias; a las organizaciones sociales y ONGs que fortalecen la Mesa Nacional contra la minería metálica; a la Mesa Permanente de gestión de riesgos y al Foro del Agua, y las agencias de cooperación solidaria por su acompañamiento y todo el apoyo e información brindada para el desarrollo de la presente investigación.

Este libro se rige bajo los principios del **copy left**.

Se permite la reproducción total o parcial de su contenido sin necesidad de autorización previa, con fines educativos, divulgativos, no comerciales.

Cáritas El Salvador

Tels.: (503) 2298-4302, (503) 2298-4303, (503) 2223-7515, Fax: (503) 2298-3037
www.caritaselsalvador.org

Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES)

Tels.: (503) 2260-1447, (503) 2260-1465, (503) 2260-1480, Fax: (503) 2260-1675
www.unes.org.sv E:mail: unes.info@telesal.net

ndice

1. La Minería Metálica En El Salvador	1
2. La Mina "EL DORADO" de Pacific Rim	13
3. Impactos ambientales	23
4. Impactos en la salud pública	33
5. Algunos impactos socioeconómicos	39
6. Escenarios futuros de los principales impactos ambientales	43
7. Palabras finales	51
8. Anexos	55

R E S U

In the last few years, Central America has suffered from the 'New Gold Fever'. What with the exceptional rise in gold prices, reaching on average 1000 dollars per ounce of gold in 2008, even the exploitation of deposits with low concentrations of this metal (i.e. less than 10g of gold per tonne of material) result in highly profitable ventures.

A country that could be key to this new model of "development", driven by transnational mining companies, is El Salvador, the smallest and most densely populated country in the region, with high levels of social exclusion and a dangerously depleted natural environment, evidenced by the high risk of disasters in the face of natural and socio-natural phenomenon. Although January 1992 saw the end of a bloody civil war, during the last 20 years neoliberal policies have been implemented to the letter and have accentuated a strong economic and political dependency on the big 'neighbour of the north' the USA, deepening itself into a social, political, economic and environmental crisis.

In this new golden wave, the 25 extraction projects that will actually be executed in El Salvador, by various transnational mining companies (in particular of North American origin) could extract up to a total of 12 million ounces of gold and some 78 million ounces of silver. The simultaneous implementation of these mining projects would require the daily removal of some 16,000 tonnes of raw minerals and the daily application of 950 tonnes of cyanide - a toxic substance whose content in a quantity of just 4 grains of rice would be almost instantaneously fatal to an adult. It would also utilise on a daily basis 22 million liters of water in the process of lixiviation (leaching) and 164 million liters of water for the pumping of subterranean water in the gallery system of extraction.

Estimating the concentrations of the distinct toxic substances that could be released as a result of the aforementioned mining projects, it is possible to confirm that the acid drainage, referring to all the contaminants considered, would reach levels exceeding or close to the maximum permitted limits for industrial waste water and that they would be well above the limits permitted for drinking water and water in aquatic ecosystems. In the case of cyanide and mercury, in the two scenarios calculated in this investigation (the first with 5 projects based in the northern zone of the country and the second with 10 mines distributed across the entire 'golden belt' of El Salvador) they predict that the concentrations in rain in the affected zones would be well above the permissible limits for drinking water. It is also estimated that the greatest impact will be observed in the concentration of arsenic and lead in the drinking water of San Salvador which will be at or just below the corresponding permitted limits.

In general, if all the projects that are awaiting the green light from the Government are implemented, we calculate that these activities could generate a total profit of 10,000 million dollars, of which, in accordance with the current law, some 9800 million would be for the transnational companies and only 200 million dollars would be paid to the Salvadorian State, 100 million to the central government and 100 million to the municipalities where the projects are located. It would generate 14,000 jobs for local people, equating to approximately 0.3% of the economically active population of this country however would result in health problems for 4 million people (more than 60% of the Salvadorian population) and some 16,000km² of land with significant damage to the natural environment (72% of the national territory)

In El Salvador, in resistance to this avalanche, there is a strengthening broad social movement, in particular with environmental demands and defense for life, that fight for basic rights such as access to drinking water and the defense of natural resources in their own environment. Together with the organized communities, la UNES, Caritas and other social organizations have formed the "National Committee against Metal Mining" that could turn itself into a vigorous social and political force that halts the implementation of the mining extraction activities of transnational's that are so detrimental to the country.

M E N

En los últimos años, Centroamérica está padeciendo una "nueva fiebre de oro". Con la excepcional subida del precio hasta los 1,000 dólares por onza de oro a mediados de 2008, aún la explotación de yacimientos con concentraciones bajas de este metal (es decir, con menos de 10 gramos de oro por tonelada de material.) se vuelve una aventura de alta rentabilidad económica.

Un país que puede ser clave en este nuevo modelo de "desarrollo" impulsado por empresas mineras transnacionales es El Salvador. El país más pequeño y densamente poblado de la región, con altos niveles de exclusión social y un medio ambiente peligrosamente deteriorado; que muestra alto riesgo de desastres ante fenómenos naturales y siconaturales. Si bien, en enero de 1992 puso fin a una cruenta guerra civil, durante los últimos 20 años ha implementado al pie de la letra las recetas neoliberales y ha acentuado una fuerte dependencia económica y política de su gran "vecino del norte" EEUU., habiéndose profundizado una crisis social, política, económica y ambiental.

En este nuevo oleaje dorado, los 25 proyectos extractivos que actualmente se disponen a ejecutar en El Salvador varias empresas mineras transnacionales (en especial de origen norteamericano), podrían extraer en total hasta unos 12 millones de onzas de oro y unos 78 millones de onzas de plata. Al implementarse simultáneamente esos proyectos mineros, se requeriría remover diariamente unas 16,000 toneladas de mineral crudo y aplicar cada día unas 950 toneladas de cianuro - un tóxico cuyo contenido de unos 4 granos de arroz sería mortal de manera casi instantánea para una persona adulta -, utilizando diariamente unos 22 millones de litros de agua para el proceso de la lixiviación y 164 millones de litros de agua para el bombeo del agua subterránea en el sistema de galerías de extracción.

Estimando las concentraciones de los distintos tóxicos que podrían liberarse en los proyectos extractivos mencionados, se puede afirmar que los drenajes ácidos, en razón a todos los contaminantes considerados, alcanzarían niveles superiores o muy cercanos a los límites máximos permitidos para aguas residuales industriales, y estarían muy por encima de los límites permitidos para agua potable y el agua de sistemas acuáticos. En el caso del cianuro y del mercurio, en los dos escenarios calculados en esta investigación (uno con 5 proyectos mineros ubicados sólo en la zona norte del país y el otro con 10 minas distribuidas en todo el "cinturón de oro" de El Salvador), se espera que las concentraciones en las lluvias de las zonas afectadas estarían muy por encima de los límites permisibles para ecosistemas acuáticos y alrededor los límites permisibles para agua potable. Para el agua potable de San Salvador, se estima que el mayor impacto se podría observar en las concentraciones de arsénico y plomo, que estarían alrededor o muy poco por debajo de los límites permisibles correspondientes.

En general calculamos que estas actividades, si se implementan todos los proyectos que actualmente esperan la luz verde de parte del gobierno, podrían generar una ganancia total de alrededor de 10 mil millones de dólares, de los cuales, de acuerdo a la ley vigente, unos 9800 millones serían para las empresas transnacionales, y sólo unos 200 millones de dólares quedarían al Estado Salvadoreño; 100 millones al gobierno central y 100 millones a los municipios donde se ubicarían los proyectos. Generarían unos 14,000 empleos para gente local, lo que equivale al 0.3% de la población económicamente activa de este país aproximadamente, dejando detrás casi 4 millones de personas afectadas en su salud (más de 60% de la población salvadoreña) y unos 16,000 km² con daños significativos en el entorno natural (el 72% del territorio nacional).

En resistencia a esta avalancha, en El Salvador se fortalece un amplio movimiento social, en particular con demandas ambientalistas y de defensa de la vida, que lucha por sus derechos básicos como por ejemplo el acceso al agua potable y en la defensa de los recursos naturales de su propio entorno. Junto a las comunidades organizadas, la UNES, Caritas y otras organizaciones sociales han conformado la "Mesa Nacional frente a la Minería Metálica" que puede convertirse en una vigorosa fuerza político-social que frene la implementación de estas actividades transnacionales de extracción minera muy perjudiciales para el país.

UNPROLOGO

From: Tom Shrake [tomshrake@usa.net]
To: fl.erzinger@gmx.ch
Subject: Mineral Deposits of El Salvador

Mr. Erzinger,

I read with interest in the El Salvadoran newspapers your conclusions with regard to mining in El Salvador. Perhaps before you reach conclusions in the future, you'd like to look at the data we have compiled over the last six years on our gold deposit in El Salvador. Our deposit, like the vast majority of the mineralizing systems in El Salvador are of a class referred to in geochemical terms as low-sulfidation epithermal. These are a distinct class of deposits occurring along the margin of the Pacific Ocean that are well known for their low accessory metal contents. In fact, the veins that contain the precious metals have much lower accessory metal contents than the wallrocks that surround them. These same wallrocks occur throughout the country and are in equilibrium with the hydrologic system of the country. This is the only type of deposit for which we explore for precisely this reason. They offer little potential for metal contamination.

As you also must know, cyanide is a naturally occurring chemical compound that exists in most living things including your blood and urine. Our mine design will oxidize the cyanide before placing it in a closed system with two membranes to confine it from the surrounding environment. The total amount of cyanide placed into this closed system is less than the amount of cyanide contributed to the environment by human urination from the two towns surrounding our deposit, San Isidro and Sensuntepeque. Of course the big difference is that the cyanide from urination is released into the environment while the cyanide from our operation is placed in a closed system that is not released into the environment.

Aquifers on site are confined to near vertical fracture systems as the dense volcanic rocks of the area and that comprise much of the underlying bedrock of El Salvador are impermeable. The only way surface waters can pass through them is in these fracture systems. We do not intend to pump any aquifer. Instead our design calls for the collection of surface waters in the wet season for use during the dry season and making extensive use of recycling.

We are always open to scientific input in the search for ways to improve our understanding of the environment around us so we may mitigate impact. Perhaps you would like to learn more about the geochemistry, geology and hydrology of the area of our project so the next time you come to far reaching conclusions that could potentially negatively impact the extremely poor people of Cabanas and their ability to seek jobs and feed their families, you have the scientific facts. Of course that is assuming you are interested in the facts and are not just looking to obstruct development.

Regards,
Tom Shrake
President & CEO
Pacific Rim Mining Corp.

INESPERADO

De: Tom Shrake [tomshrake@usa.net]
Para: fl.erzinger@gmx.ch
Asunto: Depósitos minerales de El Salvador

Sr. Erzinger,

Leí con interés en los periódicos salvadoreños sus conclusiones respecto a la minería en El Salvador. Quizás, antes de llegar a conclusiones en el futuro, usted le gustaría examinar los datos que hemos recopilado durante los últimos 6 años con relación a nuestro depósito de oro en El Salvador. Nuestro depósito, similar a la gran mayoría de los sistemas de mineralización en El Salvador, pertenece a una clase a la que se refiere en términos geoquímicos como de baja sulfidación epitermal. Éstos, forman una clase distinta de depósitos que ocurren en el margen del Océano Pacífico, y están reconocidos por su contenido bajo en metales accesorios. De hecho, las venas que contienen los metales preciosos tienen un contenido de metales accesorios muchísimo más bajo que las paredes de roca que las rodean. Estas mismas paredes de roca ocurren a lo largo del país y están en situación de equilibrio con el sistema hidrológico del país. Esto es el único tipo de depósito por el que exploramos precisamente por ésta razón. Ofrecen poco potencial para la contaminación de metal.

Como usted debe saber también, el cianuro es un químico compuesto que ocurre naturalmente y existe en la mayoría de cosas vivientes incluso la sangre y orina humana. Nuestro diseño de mina oxidará el cianuro antes de colocarlo en un sistema cerrado con dos membranas para confinarlo del medio ambiente circundante. La cantidad total de cianuro colocado en este sistema cerrado es menos de la cantidad aportada al medio ambiente a través de la micción humana procedente de los dos pueblos que rodean nuestro depósito; San Isidro y Sensuntepeque. Por supuesto, la gran diferencia es que el cianuro proveniente de la micción es liberado al medio ambiente mientras el cianuro de nuestra operación está colocado en un sistema cerrado que no está liberado al medioambiente.

Los acuíferos en sitio están confinados a los sistemas de fractura casi verticales, dado que la roca densa volcánica de la región que compone la mayoría del lecho rocoso subyacente de El Salvador es impermeable. La única manera en que las aguas de la superficie pueden atravesarlas es en los sistemas de fractura. No tenemos ninguna intención de bombear ningún acuífero. En cambio, nuestro diseño exige la recogida de aguas superficiales durante la temporada de lluvia para su uso durante la temporada seca y el uso extensivo de reciclaje.

Siempre estamos abiertos a los aportes científicos en la búsqueda de mejorar nuestro entendimiento del medio ambiente que nos rodea para poder mitigar el impacto. Tal vez le gustaría aprender más sobre la geoquímica, geología e hidrología de la zona de nuestro proyecto para que la próxima vez quiera sacar conclusiones de gran alcance, los cuales posiblemente impacten negativamente a la gente muy pobre de Cabañas y sus capacidades de buscar trabajo y alimentar a sus familias, usted tenga los hechos científicos a mano. Por supuesto, esto es asumiendo que le interesa los hechos y no simplemente está buscando maneras de obstruir el desarrollo.

Saludos
Tom Shrake
Presidente y CEO
Pacific Rim Mining Corp.



La Minería Metálica En El Salvador

Una aproximación a la industria minera.

Es ampliamente conocido que la minería es el conjunto de actividades vinculadas al descubrimiento y la extracción de minerales que se encuentran debajo de la superficie de la tierra. Los minerales pueden ser metales, como oro, cobre, plata, etc. y no metales, como carbón, amianto, grava, arena, etc. Los metales están mezclados con otros muchos elementos, pero ocasionalmente se encuentran grandes cantidades de metales concentrados en un área relativamente pequeña, eso es lo que se conoce como yacimiento, de donde se puede extraer uno o más metales para el beneficio económico de las empresas que lo extraen.

Los impactos de la minería tienen que ver con el tipo de minería en sí, con la eliminación de residuos de la mina, con el transporte del mineral y procesamiento del mismo; proceso que involucra o produce materiales muy peligrosos y tóxicos.

Hasta mediados del siglo XX, la minería subterránea fue el método más común de extraer yacimientos masivos. Después de la Segunda guerra mundial, los avances en la tecnología y el desarrollo de razadoras, niveladoras, palas y camiones más grandes y poderosos permitieron el movimiento de enormes cantidades de materiales, entre ellos roca y tierra, lo que promovió la explotación de minas a cielo abierto.

No obstante siguen existiendo minas subterráneas en el mundo, en la actualidad más del 60% de los materiales son extraídos utilizando la modalidad de minería a cielo abierto, lo que provoca la devastación del ecosistema en el cual se instala, (deforestación, contaminación y alteración del agua, destrucción de hábitats). Dentro de esta minería se distinguen la minería cielo abierto, (generalmente para metales de roca dura), las canteras, (para materiales de construcción e industria, como arena granito, mármol, arcilla, etc.), y la minería por lixiviación (aplicación de productos químicos para filtrar y separa el metal del resto de los minerales).

Aun cuando los impactos ambientales de la mina varían según el tipo de mineral y de mina; se trata de una actividad intrínsecamente insostenible, pues implica la explotación de un recurso no renovable, mediante procedimientos destructivos o contaminantes, como la trituración, la molienda, el lavado y clasificación de los minerales, la refinación, entre otras.

La minería es una actividad que se realiza en plazos relativamente cortos pero sus efectos son de muy larga duración. Cuando esta actividad se realiza en zonas boscosas constituye un factor de depredación de los mismos, se calcula que conjuntamente con la explotación de petróleo amenaza el 38% de las últimas extensiones de bosques primarios del mundo.

Las actividades mineras comprenden diversas etapas, cada una de las cuales conlleva impactos ambientales particulares. En un sentido amplio, estas etapas serían: prospección y exploración de yacimientos, desarrollo y preparación de las minas, explotación de las minas, tratamiento de los minerales obtenidos en instalaciones respectivas con el objeto de obtener productos comercializables. En la etapa de exploración, algunas de las actividades con impacto ambiental son la preparación de los caminos de acceso, mapeos topográficos y geológicos, el montaje de campamentos e instalaciones auxiliares, trabajos geofísicos, investigaciones hidrogeológicas, aperturas de zanjas y pozos de reconocimiento, tomas de muestras, entre otras.

Durante la fase de explotación los impactos se producen también partiendo del método y tecnología utilizada. En las zonas boscosas, la deforestación de los suelos con la consiguiente eliminación de la vegetación, no solo afecta el hábitat de cientos de especies endémicas, muchas de las mismas llevadas a la extinción, sino que alteran el mantenimiento de un flujo constante de agua que producen los bosques por

la minería
metálica en
el salvador





LA MINERÍA METÁLICA EN EL SALVADOR

medio de la infiltración de agua, lo que origina una rápida escorrentía de las aguas provenientes de las lluvias, agravando las crecidas en los periodos de lluvia.

Además del área perturbada por la socavación, el desgaste que las minas provocan en la superficie por la erosión y colmatación (sedimentación del lecho de los cursos de agua) consiguientes se ven agravados por los cúmulos de residuos de roca sin valor económico (a los que se les llama materia estéril), que suelen formar enormes montañas a veces más grandes que la superficie sacrificada para la socavación.

El enorme consumo de agua que requiere la actividad minera generalmente reduce el manto freático del lugar, llegando a secar pozos de agua y manantiales. El agua suele quedar contaminada por el drenaje ácido; es decir, por los ácidos que se forman durante la actividad minera por la exposición al aire y al agua -en ciertos tipos de mina, especialmente las sulfúricas-, y que a su vez reaccionan con otros minerales expuestos. Se genera así un vertido auto perpetuado de material tóxico ácido que puede persistir durante cientos o incluso miles de años.

Las partículas pequeñas de metales pesados que con el tiempo van separándose de los residuos, se diseminan con el viento depositándose en el suelo y los lechos de los cursos de agua e integrándose lentamente en los tejidos de los organismos vivos como los peces. La contaminación del aire puede producirse por el polvo que genera la actividad minera, que constituye una causa grave de enfermedad, generalmente de trastornos respiratorios de las personas y afectación de la diversidad biológica expuesta.

Diversos productos químicos peligrosos son utilizados en las distintas fases de procesamiento de los metales, como cianuro, ácidos concentrados y compuestos alcalinos; si bien supuestamente están controlados, no es raro que terminen, de una forma u otra, en el sistema de drenaje. La alteración y contaminación del ciclo hidrológico tienen efectos colaterales

muy graves que afectan a los ecosistemas circundantes, de manera especialmente agravada a los bosques, otras especies vivas y a las personas. También en la minería suele haber emanaciones de gases y vapores tóxicos, producción de SO₂ - dióxido de azufre-, responsable de la lluvia ácida por el tratamiento de los metales; de CO₂ -dióxido de carbono- y metano (dos de los principales gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático) por la quema de combustibles fósiles y la creación de lagos artificiales detrás de los embalses hidroeléctricos destinados a proporcionar energía a los hornos de fundición y a las refineras.

La actividad minera, además consume enormes cantidades de madera para la construcción, en el caso de minas subterráneas

En fin, a pesar de las pretensiones de sus promotores de ser una industria compatible con el desarrollo sostenible y hasta ser generadora de "sustentabilidad" y "equidad social", la minería es la industria más agresiva contra el medio ambiente, se vuelve un problema socio-ambiental sumamente grave y como tal debe ser tratada.

La minería y la calidad de vida de las mujeres

La minería metálica a gran escala produce serios impactos negativos a las poblaciones que viven en las comunidades mineras y en los ecosistemas en general; sin embargo, existen numerosos impactos diferenciados y cargas agregadas que afectan preferencialmente a las mujeres.

Hay que tomar en cuenta que la fuerte destrucción ambiental causada por la industria minera contribuye al empeoramiento de la calidad de vida de la población, especialmente de la campesina; al reducir el área productiva y los rendimientos de la misma, contaminar los alimentos silvestres, la diversidad biológica de ríos, lagos y lagunas, y los animales de patio. En esta situación, muchas mujeres se ven forzadas a trabajar una jornada más larga en busca de agua salubre, leña y alimentos para



la familia o es obligada a migrar a las ciudades e ingresar en la economía informal para encontrar fuentes adicionales de ingreso.

Al mismo tiempo, la minería industrial brinda limitadas oportunidades de empleo para las mujeres; cuando lo hace, las incorpora como trabajadoras contratadas o mediante trabajo forzoso en condiciones de explotación severas.

Además, las mujeres se ven obligadas a trabajar en pésimas condiciones laborales manejando sustancias tóxicas y peligrosas, por lo cual frecuentemente sufren de enfermedades laborales graves entre las que se incluyen problemas respiratorios, renales, gastrointestinales, hematológicos y reproductivos; silicosis, tuberculosis, leucemias y artritis, entre otras.

En resumen, la minería metálica, además de alterar negativamente la convivencia cotidiana de comunidades y de grupos familiares de manera irreversible, genera un gran número de impactos específicos sobre las mujeres, quienes salen perdiendo en casi todos los aspectos relacionados con el desarrollo de esa actividad. La riqueza generada por la minería hunde todavía más a las mujeres en la pobreza, el desposeimiento y la exclusión social¹.

Las causas de la nueva fiebre del oro

Como consecuencia del nuevo orden mundial emergente, finalizada la Segunda guerra mundial se estableció un nuevo sistema monetario en el que se basan los intercambios internacionales y este era el patrón oro-dólar. Este sistema mantuvo un cambio fijo de una onza de oro por treinta y cinco dólares. Sin embargo con la crisis económica de los años setenta, el gobierno de EEUU decretó unilateralmente la eliminación de la convertibilidad en 1973. Desde esa fecha a la actualidad el precio del oro no se mantiene fijo, sino que es determinado por una serie de factores en el mercado, entre los que se

mencionan el juego de la oferta y demanda; y otros, muy particularmente el armamentismo, las guerras y la especulación financiera.

Estos factores internacionales que hacen que el precio de la onza baje o suba son de mucha importancia si queremos entender el "termómetro" o la intensidad del desarrollo de la minería a nivel regional y nacional, puesto que en El Salvador ya ha existido minería de oro. Cuando el precio bajo, dicha industria se alejó del país y la fiebre aparentemente desapareció; los recientes incrementos de precio provocan que hoy en día las mineras regresen de nuevo, y con ello, surge la amenaza de sufrir una fiebre incontrolable.

En El Salvador la industria del oro en los años setenta era rentable debido a la elevada concentración del oro en el suelo y los buenos precios en el mercado internacional. Con relativamente poca inversión se obtenía grandes ganancias. Pero luego de la crisis de los años setenta esto no siguió de la misma forma y las empresas mineras al ver que el valor del oro a nivel internacional caía y que las concentraciones de oro en las zonas de explotación disminuían decidieron retirarse del país. Pero hoy ese no es el caso; en la actualidad con el alza del precio internacional del oro, que en el 2008 ha oscilado entre los 750 y 1,000 dólares la onza, y con el desarrollo de nuevas tecnologías de extracción, entre ellas nuevas palas mecánicas y camiones transportadores más grandes, la explotación de oro en nuestro país se ha vuelto de nuevo muy rentable.

La necesidad de acumular oro ha estado vinculada directamente a la inestabilidad de los precios del dólar, pues paralelo a la caída del dólar durante los últimos años, los precios del oro y la plata (además del petróleo), continúan en incremento, impulsando a la vez la explotación indiscriminada de estos minerales, situación que es aprovechada por las corporaciones transnacionales y el capital especulativo.

¹ Boletín del WRM N° 71, junio de 2003



LA MINERÍA METÁLICA EN EL SALVADOR

En la actualidad existe evidencia irrefutable de que la minería limita gravemente la capacidad de una nación de sustentar el crecimiento y desarrollo económico. El proceso impuesto de desregulación y liberalización del mercado ha llevado a la desprotección de los recursos naturales y protección de las empresas trasnacionales sobre la legislación nacional, situación que ha beneficiado a las corporaciones mineras extranjeras, un ejemplo de estos es la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos, y las negociaciones de otro con Canadá, a pesar que los flujos comerciales con ese país son bastante pequeños.

De acuerdo a un informe de las Naciones Unidas, cuanto mayor sea la dependencia de la exportación de los minerales de los países subdesarrollados, su estándar de vida será probablemente peor. Niveles más altos de dependencia de los minerales se correlacionan estrechamente con mayores niveles de pobreza, altas tasas de desnutrición y niveles elevados de morbi-mortalidad infantil. También se asocian con desigualdad de ingresos, bajos niveles de gastos en atención de salud, bajas tasas de inscripción en centros escolares y bajas tasas de alfabetización en adultos, así como una mayor vulnerabilidad en las crisis económicas y mayores riesgos de desastres.

Estudios científicos recientes revelan que las condiciones generales de vida en los países dependientes de minerales tienden a sufrir de tasas inusuales de corrupción, gobiernos autoritarios, ineficacia gubernamental, gastos militares y guerras civiles.

La minería puede ser muy lucrativa para las empresas pero no para las comunidades locales de las áreas donde los recursos naturales son muy importantes. A medida que se explotan los depósitos de recursos minerales de más fácil acceso, el ansia por nuevas fuentes baratas impulsa a intensificar la exploración en territorios indígenas o en territorios ricos en diversidad biológica o dedicados a la producción de alimentos. En esta situación, las

comunidades que siempre han utilizado los recursos naturales para poder vivir ya no lo podrían hacer más.

Contexto actual para la minería metálica

El Salvador no se caracteriza por tener antecedentes de grandes proyectos de minería metálica, ni siquiera durante las épocas de la conquista y colonia; sin embargo registra significativas actividades de explotación minera desde la década de 1870 hasta la de 1950 en el distrito "San Cristóbal"²; y desde comienzos del siglo pasado en la mina San Sebastián, ubicada en Santa Rosa de Lima, Departamento de La Unión, la cual a mediados del siglo XX produjo un total de más de 32 toneladas de oro, por lo que en este tiempo era considerada la más productiva de Centro América.

Se registra también la actividad minera de oro y plata en la llamada mina "El Dorado", que fue explotada entre los años 1948 y 1953³. En 1968, la mina San Sebastián fue adquirida por la empresa Commerce Group Corp y ha sido explotada con muchos alti bajos, pero logro una nueva concesión de explotación para un periodo de 30 años en el año 2002. La mina "El Dorado" hoy en manos de la Pacific Rim esta tratando de conseguir un nuevo permiso de explotación.

En los últimos años, Centroamérica está padeciendo una "nueva fiebre de oro". Con la excepcional subida del precio hasta los 1,000 dólares por onza de oro a mediados de 2008, aún la explotación de yacimientos con concentraciones bajas de este metal (es decir, con menos de 10 gramos de oro por tonelada de material) se vuelve una aventura de alta rentabilidad económica.

En el marco de esta nueva avalancha, el Ministerio de Economía hasta el año 2006 había dado permiso para actividades de exploración a 29 proyectos, los cuales para ser más rentables, en la actualidad, se han concentrado en 25. Estos 25 proyectos extractivos que actualmente se disponen a ejecutar en El Salvador 11

² www.minec.gob.sv

³ Idem



LA MINERÍA METÁLICA EN EL SALVADOR

empresas mineras transnacionales (en especial de origen norteamericano, es decir de EE UU y Canadá), podrían extraer en total hasta unos 12 millones de onzas de oro y unos 78 millones de onzas de plata.

Aunque a nivel nacional es bastante generalizado el desconocimiento de los graves impactos de las actividades mineras tanto en el medio ambiente como en la salud de los hombres y mujeres de las comunidades, y a pesar de las agresivas campañas, y propagandísticas de las empresas mineras, recientes sondeos de opinión pública han encontrado un rechazo de la mayoría de la población salvadoreña a la instalación e implementación de estos proyectos en nuestro país.

Ante la resistencia activa de las comunidades, la ambigüedad y complicidad del gobierno, y la imposibilidad de poder realizar libremente sus actividades de exploración y explotación, las empresas transnacionales inician una estrategia de presión en varios escenarios; primeramente por la vía jurídica e institucional, introduciendo en la Asamblea Legislativa, la propuesta de una nueva Ley de minería metálica, la cual es aun más permisiva y atentatoria al medio ambiente que la ley vigente. Una de las muchas de las incongruencias de este anteproyecto de ley es la propuesta de que la empresas mineras formen parte de la Autoridad minera creada por ministerio de esta ley, entidad que sería la encargada de la regulación y control de la actividad de las empresas además de ser la encargada de otorgar los permisos, convirtiendo de esta manera a la mineras en jueces y partes de sus propias actividades.

El segundo componente de la estrategia de las empresas mineras es cambiar la opinión pública a su favor a través de una amplia y millonaria campaña mediática, en la que implementan un concepto imaginario como es la "*minería verde*" (a veces llamada por algunos voceros "minería responsable" o "minería sostenible") con el que pretenden convencer que la minería es una industria que no afecta al medio ambiente, que no

afecta la salud, que genera miles de empleos y que brinda un sinfín de beneficios para la población. El prologo inesperado -nunca fue solicitado- de esta publicación es una muestra de esa guerra de propaganda impulsada por Pacific Rim a favor de la mina 'El Dorado'. Esta campaña está basada en datos falsos y exagerados, de manera de poder convencer a la gente de las bondades de los proyectos mineros para todos y todas a nivel nacional; es decir, por medio de divulgar agresivamente mentiras buscan que las personas apoyen los intereses de las mineras.

En el marco de esta fiebre dorada el componente más peligroso de la presión de las empresas mineras por la implementación de sus nuevos proyectos mineros es lo que sucede a nivel local, puesto que ya ha generado una espiral de conflictividad social en las comunidades donde supuestamente se implementarían tales proyectos y cuya tendencia es a profundizarse enfrentando a personas que han sido convencidas que la minería es buena, que va traer empleo y desarrollo; con sus vecinos y hasta familiares que buscan defender el acceso al agua, a los cultivos de subsistencia, y que están en contra de la minería por los graves impactos ambientales, sanitarios y socio económicos que produce. Además, en los municipios, tratan de ganarse el apoyo de gobiernos locales comprando voluntades, financiando campanas electorales, pagando fiestas patronales, repartiendo víveres, organizando torneos deportivos, pintando escuelas, realizando campanas médicas u odontológicas, entre otras.

En El Salvador entonces, la problemática de la minería es potencialmente muy peligrosa debido a la inminente amenaza de la aprobación de los permisos en forma de concesiones de explotación de estos 25 proyectos mineros, los que vendrían a generar divisiones y violencia en las comunidades, a atentar en contra de la vida de los hombres y mujeres, y dañar severamente, por mucho tiempo, los ecosistemas tanto locales como a nivel nacional.



Marco legal para la explotación minera.

En cierto sentido, la minería ha sido siempre una industria expoliadora "globalizada" que en la actualidad implementa su versión neocolonialista, puesto que aun hoy las compañías transnacionales operan en países empobrecidos o subdesarrollados usualmente como subsidiarias separadas de las compañías matrices, en la mayoría de las veces incumpliendo las normas protectoras del medio ambiente y de la salud de la población.

En países industrializados como Alemania, EEUU y Canadá, entre otros, un dique de colas es considerado por la ley como un relleno de sustancias de muy alta toxicidad, lo que implica que el operador de una deposición de esas es responsable de controlar y purificar las aguas residuales y las emisiones gaseosas continuamente, incluso periodos largos después del cierre de la mina. Es un procedimiento de rutina que las agencias reguladoras estatales y federales requieran de las empresas mineras algún tipo de garantía financiera adecuada, frecuentemente en forma de un bono financiero. El bono normalmente es concedido por alguna empresa aseguradora y es guardado por un fideicomisario. En nuestra región, estos requerimientos son impensables. Si una compañía tiene problemas económicos o legales (posiblemente como consecuencia de accidentes provocados, por ejemplo en Baia Mare, Rumania, en el año 2000) la subsidiaria puede verse forzada a un cierre inesperado o podría ser declarada en bancarota.

Aunque algunas compañías hayan causado problemas ambientales serios, en muchos países, los entes

reguladores no han exigido que las compañías mineras paguen los costos asociados de muchos de los impactos de post operación. Entonces, la contaminación permanece sin ser remediada, sirviendo como "costo escondido" o "costo externalizado", y los gobiernos y los contribuyentes tienen que poner fondos públicos para limpiar la contaminación.

En este marco, uno de los grandes problemas es quién paga los costos de remediación (cuando ésta es posible) una vez que ocurren los problemas y la mina ya no está activa o la empresa desapareció. El problema está bien descrito por Robert Moran en relación a una propuesta mina de cobre en el Perú:

"Es evidente que las actividades mineras frecuentemente producen beneficios económicos a corto plazo a las comunidades y a los trabajadores (empleos, negocios en general) y que a menudo mejoran en parte la infraestructura local como caminos, sistemas de distribución de electricidad y agua, etc. Sin embargo, estas mismas actividades también producen impactos ambientales y de salud a largo plazo que las compañías mineras frecuentemente evitan pagar."

(Robert E. Moran, 2002)

A las mismas empresas transnacionales, al actuar con doble rasero, en muchos países subdesarrollados del mundo en los cuales la minería es un rubro económico importante, la legislación que las regula esta desvinculada y hasta confrontada de las normativas tanto internacionales como nacionales que regulan la protección a la salud, al goce de un medio ambiente sano, y de las que resguardan los derechos laborales de las personas; por ejemplo la Declaración Universal de los Derechos Humanos en su artículo 3⁴, el Principio 10 de la Convención de Río de 1992⁵, o el artículo 15 del Convenio 169 de la OIT⁶, entre otras.

4 Declaración Universal de los Derechos Humanos, Art.3: Todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona.

5 Declaración de Río de Janeiro 1992, Principio 10, El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

6 OIT 169, Artículo 15, "Deberá existir una especial protección de los derechos de los pueblos relativos a los recursos naturales que formen parte de sus tierras, En los casos en que el Estado sea propietario de los recursos minerales o subterráneos, o tenga derechos sobre otros recursos que forman parte de las tierras, los gobiernos deben determinar los procedimientos mediante los cuales consultarán la opinión de estos pueblos, con miras a establecer hasta qué punto se verían afectados los intereses de éstos, antes de ejecutar o autorizar cualquier programa de exploración o explotación de los recursos que formen parte de las tierras de dichos pueblos.



En El Salvador la minería metálica fundamenta legalmente su actuar en varias normativas jurídicas vigentes, incluyendo la Constitución de la República la cual en su artículo 103, establece que el subsuelo pertenece al Estado, y en el uso de su soberanía puede establecer concesiones para su explotación⁷.

En la legislación secundaria también se regula las actividades mineras. En diciembre de 1995 se aprobó una Ley de minería que es el marco regulatorio base de la industria minera en El Salvador; la cual establece en su artículo 1 que el objeto de la misma es regular la exploración, explotación, procesamiento, y comercialización de recursos naturales no renovables⁸.

En esta Ley se establece que la Autoridad competente para asignar los permisos de exploración y explotación minera es el Ministerio de Economía,⁹ además de ser el promotor de la minería a nivel nacional por medio de la implementación de políticas, planes y estrategias para tal fin.

La actual Ley de minería, que legaliza los permisos de exploración otorgados hasta el año 2006, no contiene regulaciones sobre las formas y métodos de protección ambiental ante posibles contingencias fruto de la actividad minera, se limita a normas administrativas de regulación de la actividad e incluso tiene mandatos incompatibles con la realidad; por ejemplo, manda a las mineras a

"explotar racional y sustentablemente los yacimientos minerales"¹⁰, lo cual es irreal, ya que la minería metálica no puede ser sustentable, pues está basada en la explotación de recursos no renovables, es decir el metal o mineral que se saca de la tierra, se agota, y no puede volverse a colocar ahí.

Ahora bien, dicha normativa por el Principio de la integración del Derecho debe manejarse bajo la óptica de los demás cuerpos normativos con los que tiene relación; y en el caso de la actividad minera, por tener tan fuertes impactos en los ecosistemas indispensablemente tienen relación con la actual Ley de medio ambiente, y en ella especialmente a lo referente a la evaluación ambiental regulada en su Capítulo VI. Y es que aunque la Ley de minería vigente permita las concesiones para la explotación minera, en caso de darse las mismas debe ser también bajo el cumplimiento de todas las demás leyes y normas relacionadas.

En el caso de la minería aurífera es necesario hacer un Estudio ambiental estratégico a nivel nacional regulado en el artículo 17 de la Ley de medio ambiente. El Ministerio de Economía al autorizar la actividad de las empresas mineras está otorgando permisos como un potencial rubro económico que debe generar beneficios al país, y es necesario evaluar cual es el impacto ambiental de la implementación de dicha estrategia a nivel nacional¹¹.

7 Constitución de la República, artículo 103: Se reconoce y garantiza el derecho a la propiedad privada en función social. Se reconoce asimismo la propiedad intelectual y artística, por el tiempo y en la forma determinados por la ley. El subsuelo pertenece al Estado el cual podrá otorgar concesiones para su explotación.

8 La Ley de minería tiene por objeto regular los aspectos relacionados con la exploración, explotación, procesamiento y comercialización de los recursos naturales no renovables, existentes en el suelo y subsuelo del territorio de la República; excepto los hidrocarburos en estado líquido o gaseoso, que se regulan en leyes especiales, así como la extracción de material pétreo de ríos, playas y lagunas que se regulará de acuerdo a la normativa ambiental existente; y la extracción de sal obtenida por procesos de evaporación de aguas marinas la cual se encuentra regulada en el Reglamento para el establecimiento de salineras y explotaciones con fines de acuicultura de los bosques salados.

9 Ley de minería, artículo 4, El Órgano Ejecutivo en el Ramo de Economía en adelante denominado "El Ministerio", es la Autoridad competente para conocer de la actividad minera, quien aplicará las disposiciones de esta Ley, a través de la Dirección de Hidrocarburos y Minas, que en adelante se identificará como "La Dirección".

10 Artículo 25, Ley de minería, El Salvador.

11 Ley de medio ambiente, artículo 17, Las políticas, planes y programas de la administración pública, deberán ser evaluadas en sus efectos ambientales, seleccionando la alternativa de menor impacto negativo, así como a un análisis de consistencia con la Política Nacional de Gestión del Medio Ambiente. Cada ente o institución hará sus propias evaluaciones ambientales estratégicas. El Ministerio emitirá las directrices para las evaluaciones, aprobará y supervisará el cumplimiento de las recomendaciones.



Además, por cada uno de los proyectos es necesaria la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental en el cual se demuestre que la actividad que se desarrollará no tendrá un impacto negativo en el medio ambiente y la salud de las comunidades; lo anterior se enuncia en el artículo 18 de la mencionada Ley¹². Aunque estos son los puntos de más relevancia dentro de la Ley de medio ambiente en relación a la minería, la misma contiene una amplia gama de normas en relación a la protección del agua, el suelo, el aire y la biodiversidad, que es obligación de todas las industrias no solo de las mineras de respetar y obedecer.

También hay que reiterar la vigencia de otras normas legales que deben ser tomadas en cuenta y respetarse; entre ellas tenemos, el Código de salud, la Ley de protección civil, prevención y mitigación de desastres, el Reglamento especial de aguas residuales, Reglamento de calidad de agua, entre otras. En el Anexo 1 de este texto (ver página 55) presentamos una tabla indicativa de todas las normas legales vinculadas a la minería.

La minería metálica y los tratados de libre comercio

El proceso político de orientación neoliberal que se ha desarrollado en nuestro país durante los últimos veinte años, además de quebrar la base productiva nacional, en especial en las áreas rurales, y presionar la migración poblacional hacia las ciudades y el exterior (Estado Unidos), ha impuesto la dolarización, la desregulación y liberalización del mercado, ha llevado a la privatización de empresas estatales y servicios públicos básicos, y a la exención de impuestos que beneficia a las corporaciones extranjeras, entre ellas, las mineras.

En esa línea, también se han firmado TLCs con varios países y se negocian otros copiando el mismo formato, entre ellos con Canadá y la Unión Europea. Al concluir estas

negociaciones, firmar, ratificar y entrar en vigencia los tratados, las corporaciones mineras canadienses y europeas tendrán los mismos privilegios que ya alcanzaron las estadounidenses con la entrada en vigencia del CAFTA DR en el año 2006.

Los TLCs firmados por nuestro país, en especial el CAFTA DR, violentan la Constitución de la República y algunas leyes secundarias del país; lo más grave del caso es que estos tratados blindan a las empresas trasnacionales frente a nuestra legislación nacional. Por el hecho de ser un tratado internacional y tener una jerarquía jurídica superior a la de las leyes nacionales, ante un conflicto legal entre el tratado y una ley, prevalece el tratado.

En esa lógica, las empresas mineras pueden violentar el Código de salud, la Ley de medio ambiente y el Código de trabajo (incluye los derechos laborales), entre otras. Las personas que vean afectados sus derechos por las empresas no tendrán acceso a la justicia debido que los intereses de las empresas mineras están protegidos por un marco jurídico superior al de las leyes nacionales.

Otro riesgo para las comunidades y las personas se deriva de la implementación y aplicación del Capítulo de Inversiones de los tratados de libre comercio firmados, en virtud del cual si por razones justificadas se quiere tomar una acción contra la empresa que ella considere lesiva para sus inversiones y ganancias, incluso futuras; la misma puede tomar acciones tales como la de demandar y enjuiciar al Estado salvadoreño. Si el tribunal determina que la empresa tiene la razón, el gobierno deberá anular la medida y pagarle a la empresa la cantidad de dinero que la empresa considere pertinente en razón de "perdidas" que el gobierno le ocasionó. No es casual que Pacific Rim, al no entregarle el MARN el permiso de explotación de "El Dorado" en los plazos que ellos exigen, amenace con demandar al Estado

12 Ley de medio ambiente, artículo, Art. 18.- Es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de preinversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.



salvadoreño ante un tribunal supra nacional, en base a cláusulas del CAFTA DR.

Igualmente, si el Estado salvadoreño en defensa de los derechos de su población o del medio ambiente quisiera tomar acción en contra de esas violaciones a la ley o simplemente revisar o suspender una concesión para explotación minera, como el TLC tiene una jerarquía superior, con ámbito extra nacional, y salvaguarda los intereses de los inversionistas extranjeros, los propietarios de las mineras pueden alegar ante un tribunal arbitral internacional, que el Estado esta expropiando la inversión realizada por la empresa. Lo anterior se encuentra regulado en el Capítulo 20 del TLC que es el que aborda la

solución de las controversias entre los estados parte o entre las empresas y los estados.

Los nuevos proyectos de minería metálica

Aunque El Salvador no es conocido como un país minero de metales preciosos, en la actualidad hay 24 proyectos mineros con permiso de exploración y uno que está en proceso de obtención de la concesión de explotación, es la mina "El Dorado" situada en San Isidro y Sensuntepeque en el departamento Cabañas. Las licencias de exploración aprobadas hasta el año 2006 por el Ministerio de Economía aparecen listadas por departamento en la Tabla 1.

Tabla 1: Licencias de exploración activas aprobadas hasta el año 2006

Departamento	Derecho minero	Titular	Sustancia
Cabañas	La Calera	Minerales Morazán, S.A. de C.V.	Oro y plata
	Santa Rita	Pacific Rim El Salvador, S. A. de C.V	Oro y plata
	Huecucuo	Dorado Exploraciones, S. A. de C.V	Oro y plata
	Pueblos	Dorado Exploraciones, S. A. de C.V	Oro y plata
	Guaco	Dorado Exploraciones, S. A. de C.V	Oro y plata
San Salvador	El Paisnal	Berma El Salvador, S. A. de C.V	Oro, plata y cobre
Chalatenango	Ojo Blanco	Martinique Minerals, El Salvador, S. A. de C.V	Oro, plata y cobre
	Cerro Petancol	Triada, S.A. de C.V	Oro, plata y cobre
	Santa Catarina	Martinique Minerals, El Salvador, S. A. de C.V	Oro, plata y cobre
	Arcatao	Martinique Minerals, El Salvador, S. A. de C.V	Oro, plata y cobre
	Peñanalapa	Cerro Colorado, S. A. de C.V	Oro, plata y cobre
La Unión	Nueva Esparta	Commerce Group Corp.	Oro y plata
	San Sebastián	Commerce Group Corp.	Oro y plata
	Cerro Bonito	Brett Resources El Salvador, S.A. de C.V.	Oro, plata y cobre
	Jicaras Largas	Brett Resources El Salvador, S.A. de C.V.	Oro, plata y cobre
Morazán	El Pescadito	Minerales Morazán, S.A. de C.V.	Oro, plata y cobre
	Carolina	Minerales Morazán, S.A. de C.V.	Oro, plata y cobre
	Cerro Pedernal	Monte y Selva, S.A.	Oro, plata y caolín
	San Pedro	Triada, S.A. de C.V	Oro, plata y cobre
	El Gigante	Minerales Morazán, S.A. de C.V.	Oro, plata y cobre
San Miguel	Cerro Guapinol	Triada, S.A. de C.V	Oro, plata y cobre
	Olobart	Triada, S.A. de C.V	Oro, plata y cobre
	El Hormiguero	Triada, S.A. de C.V	Oro, plata y cobre
	El Potosí	Brett Resources El Salvador, S.A. de C.V.	Oro, plata y cobre
Santa Ana	Cerro Colorado	Cerro Colorado, S. A. de C.V	Oro, plata y otras
	Cerro Potrerillos	Cerro Colorado, S. A. de C.V	Oro, plata y otras
	El Caliche	Minera Metapán, S.A. de C.V.	Oro, plata y Zinc
	Agua Escondida	Cerro Colorado, S. A. de C.V	Oro, plata y otras

Fuente: Dirección de Hidrocarburos y Minas, Ministerio de Economía.



LA MINERÍA METALICA EN EL SALVADOR

Los proyectos extractivos son de diferentes empresas mineras transnacionales, entre las cuales la más ofensiva es la Pacific Rim El Salvador (PRES), la cual es propiedad subsidiaria de Pacific Rim Mining Corp.¹³, una compañía de exploración y explotación aurífera basada en Canadá. El proyecto "El Dorado" está actualmente esperando que el Gobierno Salvadoreño le otorgue la licencia de explotación. Eso requiere un dictamen favorable del Ministerio de medio ambiente a partir de una valoración positiva del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que la empresa elaboro y presento como parte de su solicitud. Hasta el momento es difícil saber la cantidad final de los proyectos a implementarse, porque las empresas, entre ellas, Pacific Rim todavía están en el proceso de verificar cuales proyectos podrían ser técnica y económicamente factibles. Por otro lado, también cambian los datos sobre las cantidades extraídas de oro y de plata. En el informe final entregado por Pacific Rim al MARN, por ejemplo, se daba la cantidad total de oro extraído de 490,758 onzas. Actualmente, sin embargo, esta empresa comunica en su sitio web, que por un período y un perímetro de explotación mayor, la cantidad total a extraer podría llegar hasta 1.4 millones de onzas de oro.

Todos estos proyectos mineros pretenden ser desarrollados en una amplia zona del país que coincide ser la región más pobre de El Salvador (ver mapa 1), donde el promedio de hogares sobreviviendo con un nivel de pobreza alta es de 35% - 55%. En dicha región, llena de vulnerabilidades de todo tipo, escasa de empleos y

servicios públicos esenciales dignos, se les vuelve relativamente fácil a las empresas mineras promocionar sus proyectos como "generadores de empleo y promotores del desarrollo" sin mencionar los altos riesgos ambientales y de salud causados a mediano y largo plazo por los mismos.

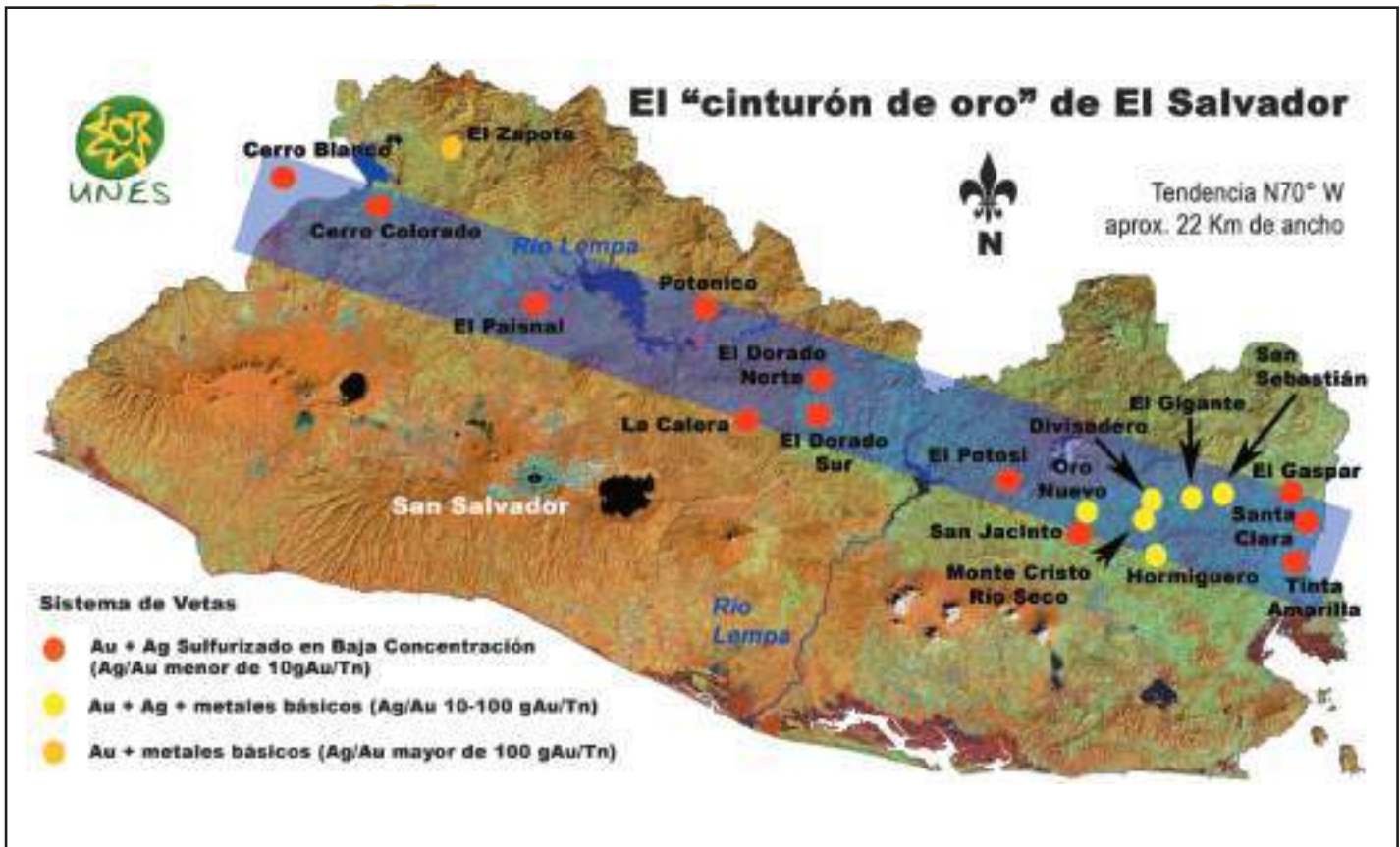
Las inmensas cantidades de aguas residuales de los proyectos mineros planificados desembocarían en la zona norte en el Río Amayito (altura de Texistepeque), el Río Mojaflares (altura de Nueva concepción), el Río Las Carias (altura de San Isidro), el Río Gamulasqui (altura de San Antonio los Ranchos), el Río Pacacio (altura de San José Las flores), el Río Gualsinga (altura de Nueva Trinidad), el Río Grande (altura de Sensuntepeque), el Río Couyutepeque (altura de Sensuntepeque), el Río La Yega (altura de Sesori), el Río Chapeltique (altura de Chapeltique), el Río Pueblo (altura de Guatajiagua), el Río Grande de San Miguel (altura de Yamabal), el Río Grande de San Miguel (altura de Sensembra), el Río Guayabal (altura de San Francisco Gotera), el Río Guayabal (altura de Sociedad), el Río Guayabal (altura de El Divisadero), el Río Taisihual (altura de Comacaran) y el Río Guascoran (altura de Anamoros, de El Sauce y de Pasaquina).

Si las empresas transnacionales logran realizar estos proyectos extractivos, los impactos ambientales y socio-económicos provocados muy probablemente van a resultar en un desastre para cientos de miles de salvadoreños y salvadoreñas que dependen del agua del río Lempa y de sus afluentes para vivir.

12 <http://www.pacrim-mining.com/s/Home.asp>



Mapa 1: Proyectos mineros planificados en El Salvador.



LA MINERIA M



2

la mina "el dorado" de pacific rim

La Mina "El Dorado" de Pacific Rim

El proyecto de oro y de plata "El Dorado", como la mayoría de proyectos mineros en El Salvador, está ubicado dentro de la cuenca del recurso hídrico nacional más importante del país, el Río Lempa. Este proyecto que actualmente espera luz verde gubernamental para iniciar la fase de

explotación, está localizado en el sector centro-norte de El Salvador, aproximadamente a 65 kilómetros de la ciudad de San Salvador, en los municipios de San Isidro y Sensuntepeque del Departamento de Cabañas. (ver mapa 2).

Mapa 2: Ubicación del proyecto minero El Dorado y los límites aproximados de la cuenca del Río Lempa.



Las graves inconsistencias del EIA de "El Dorado".

Esta parte de la publicación se basa en el Informe ambiental "revisión técnica del Estudio de impacto ambiental (EIA) del proyecto minero El Dorado", escrito para la Asociación ADES, por Robert E. Moran, consultor especialista de minería metálica (Moran, 2005).

El EIA del proyecto "El Dorado" (Brito, 2005) carece de los estudios y datos necesarios para definir adecuadamente las líneas de base de la cantidad y la calidad de las condiciones hídricas. El EIA presenta datos de línea de base que están incompletos y que no permiten al lector y a la lectora evaluar adecuadamente la cantidad de agua previa a la minería. En menor medida,

los datos de línea de base también son inadecuados especialmente con respecto a la calidad del agua. Es especialmente débil en áreas relacionadas con la definición de mantos acuíferos subterráneas, sin embargo declara que no se esperan impactos significativos para los recursos hídricos. Es importante que cierta línea de base de la calidad de agua sea seleccionada por el sitio de la toma de la muestra. Al contrario, sería casi imposible "probar" futuras contaminaciones que sucedan (o no) en un lugar específico.

En el caso del agua superficial por ejemplo, después de revisar las figuras y el texto del EIA, se concluye que no se hicieron mediciones serias de flujo de caudal ni de rendimiento de nacimientos recientes. Tampoco se presenta un estudio válido del caudal



LA MINA "EL DORADO" DE PACIFIC RIM

del río a largo del año, su composición química - que obviamente debe tener variaciones estacionales - y menos un modelo simple de mezclado que indique cuál sería la composición final del agua después de descargar las aguas de la laguna de almacenamiento. Así que no se podría determinar con certeza la cantidad de agua superficial en este sitio.

En el caso del agua subterránea, el EIA de la Pacific Rim sólo da estimaciones generales de las propiedades del rendimiento de agua de la roca local dentro un radio muy pequeño al alrededor de la perforación de prueba. Pacific Rim no hizo ninguna prueba real del acuífero. Tampoco se presenta ninguna discusión o datos sobre los posibles impactos al agua superficial ni del agua subterránea que puedan resultar por el bombeo de largo plazo de las instalaciones subterráneas, aún que estos cuerpos de agua interconectan uno con el otro. Entonces, basándose en el EIA de Pacific Rim, es imposible saber cuanta agua habría disponible en el sitio y cuáles serían los impactos a largo plazo en el agua subterránea si se realiza este proyecto extractivo.

También respecto a la calidad actual del agua, el EIA no establece concentraciones (medias) de línea de base para muchos componentes; por ejemplo, el arsénico, antimonio, cadmio, cromo, cobalto, mercurio, selenio, cianuro, nitrato, sulfato, etc.. Sobre todo para el agua subterránea, este EIA no presenta ningún dato analítico reciente de laboratorio que describa la línea de base, y contiene muy pocos datos que sirven para definir la calidad de agua subterránea local.

La mayoría de los EIA elaborados con seriedad someten numerosas muestras de piedras a pruebas cinéticas para poder proveer estimaciones de la calidad de agua a largo plazo por la interacción de las rocas y el agua. Tales pruebas se pueden llevar a cabo entre 1 a 2 años para poder obtener resultados confiables. El EIA de la mina "El Dorado" no incluye ningún dato de pruebas cinéticas. Tal contaminación probablemente resultaría de la movilización de numerosos aniones como nitrato, sulfato, amonio, juntos con un incremento de las cargas de sedimento, movilización de

combustibles, grasas, y numerosos metales y metaloides que están móviles tanto en pH, ácido como alcalinos, como arsénico, aluminio, antimonio, hierro, manganeso, mercurio, plomo, níquel, cromo, selenio, molibdeno, uranio, etc.

Pacific Rim, en el EIA de la mina "El Dorado", dice que las colas van a tener concentraciones de cianuro menores del estándar de cianuro WAD o el límite permisible de 0.50 mg/l. Sin embargo, no existe tal estándar internacional. Esta concentración ha sido discutida como aceptable por años en los varios borradores del "Código de Cianuro", pero nunca ha sido adoptado por ninguna agencia reguladora internacional. Más importante es tener en cuenta que la mayoría de organismos de agua dulce se morirían a causa de exposición prolongada a una concentración de cianuro WAD de 0.50 mg/l. En el contexto del cianuro, el EIA de "El Dorado" también discute las medidas o acciones a tomar en caso de un derrame de cianuro. Sin embargo, en todo eso, no se discute ninguna medida de remediación para un derrame de cianuro en un río o lago.

En caso de un accidente o catástrofe que provocara costos de remediación ambiental hasta por varios centenares de millones de dólares, el EIA de la mina "El Dorado" hace caso omiso de cualquier aspecto de requisito de garantías financieras por parte de Pacific Rim. Tanto en Canadá como en los Estados Unidos ya es un procedimiento rutinario que las agencias reguladoras estatales y federales requieran de las empresas mineras algún tipo de garantía financiera adecuada, frecuentemente en forma de un bono financiero. El bono usualmente es de alguna empresa aseguradora y es guardado por un fideicomiso.

En el EIA de la mina "El Dorado", el análisis del costo realista del agua ha sido evadido. Con frecuencia, estas industrias en América Latina pagan un precio nominal y artificialmente bajo por el uso de agua superficial - precios muy por debajo de lo pagado por usos agrícolas -. Sin embargo, con frecuencia las empresas mineras evitan pagar los bajos costos de agua perforando pozos cerca de los ríos y



LA MINA "EL DORADO" DE PACIFIC RIM

de esta forma extraer el agua indirectamente, ya que el agua subterránea cercana es normalmente interconectada con las aguas superficiales.

También debería de haberse requerido, de parte del MARN, que el EIA de la mina "El Dorado" evaluara también los impactos acumulativos a todas las poblaciones y recursos dentro de la región circundante, y de haber evaluado y discutido escenarios de tipo "imprevistos" que contemplen los posibles impactos a los recursos hídricos de la región si varios de los demás depósitos de metales son permitidos y ejecutados.

En los tres volúmenes (un documento de unas 1400 páginas) del EIA de la mina "El Dorado", Pacific Rim básicamente dice que no van a haber complicaciones ambientales o socioeconómicas significativas como resultado de su implementación. Por supuesto, esto es lo que predominantemente se dice en la mayoría de los EIA de minería de oro - comparados entre países del Tercer mundo-; es decir en países sin adecuados controles gubernamentales.

En el EIA de la mina "El Dorado" se dice que el proyecto cumpliría con los lineamientos del Grupo del Banco Mundial (World Bank Group, WBG). Sin embargo, estos lineamientos son, en muchos aspectos, mucho más débiles que los que serían requeridos para operar una mina en Canadá o los Estados Unidos. Ante estas afirmaciones es necesario recordar que simplemente porque una compañía declare, jure o vaticine que no van a causar impactos negativos, incluso si se dice repetidamente a lo largo de 1400 páginas, esto no significa que en realidad no vayan a ocurrir impactos significativos.

En realidad, un gran porcentaje de operaciones mineras modernas alrededor del mundo efectivamente genera algún nivel de impactos ambientales negativos, especialmente a los recursos hídricos. Muchos de los impactos ambientales encontrados en sitios mineros similares al propuesto, están siendo ignorados.

Por lo antes expuesto, consideramos

que el EIA presentado por la Pacific Rim ante el MARN no sería aceptable para agencias reguladoras en ninguno de los países desarrollados.

Además de estas críticas respecto a la profesionalidad científica con la cual el EIA de Pacific Rim de la mina El Dorado fue elaborado, también hay una importante crítica hacia el procedimiento legal. El público tuvo que revisar y someter los comentarios escritos a este documento de 1,400 páginas en un periodo de 10 días hábiles. No se pudo fotocopiar ni fotografiar ninguna parte del documento desde el MARN. Por lo anterior, el proceso se llevó a cabo por la industria minera y las agencias reguladoras, sin contribución significativa de la sociedad civil. Hoy en el día, estos documentos ya no están a disposición del público.

En EEUU y Canadá (de donde procede Pacific Rim), es rutinario que se permita al público entre 30 y 60 días para revisar y comparar los documentos ambientales, y las agencias reguladoras normalmente ofrecen extensiones a estas limitaciones si se hace una solicitud formal de parte de la ciudadanía. Se permite invariablemente fotocopiar cantidades ilimitadas de los documentos, numerosas copias impresas de estos informes siempre están accesibles en diferentes sedes y normalmente se dispone de versiones electrónicas. Generalmente el costo es cubierto por fondos públicos.

La tecnología propuesta por la Pacific Rim

Según el EIA de "El Dorado" de Pacific Rim (Brito, 2005), las minas subterráneas, tal como en su mayoría son planificadas en El Salvador, incluyen un portal, rampa de acceso, chimenea de ventilación y cámaras de producción dentro de las vetas. Las instalaciones incluirían un lugar de almacenamiento de roca de desarrollo, un área de apilamiento temporal de mineral, circuitos de trituración, molino, lixiviación y espesadores, un circuito de recuperación Merrill-Crowe, una refinería, un circuito de detoxificación (proceso INCO) de cianuro e instalaciones de reciclaje de agua para el depósito de colas.

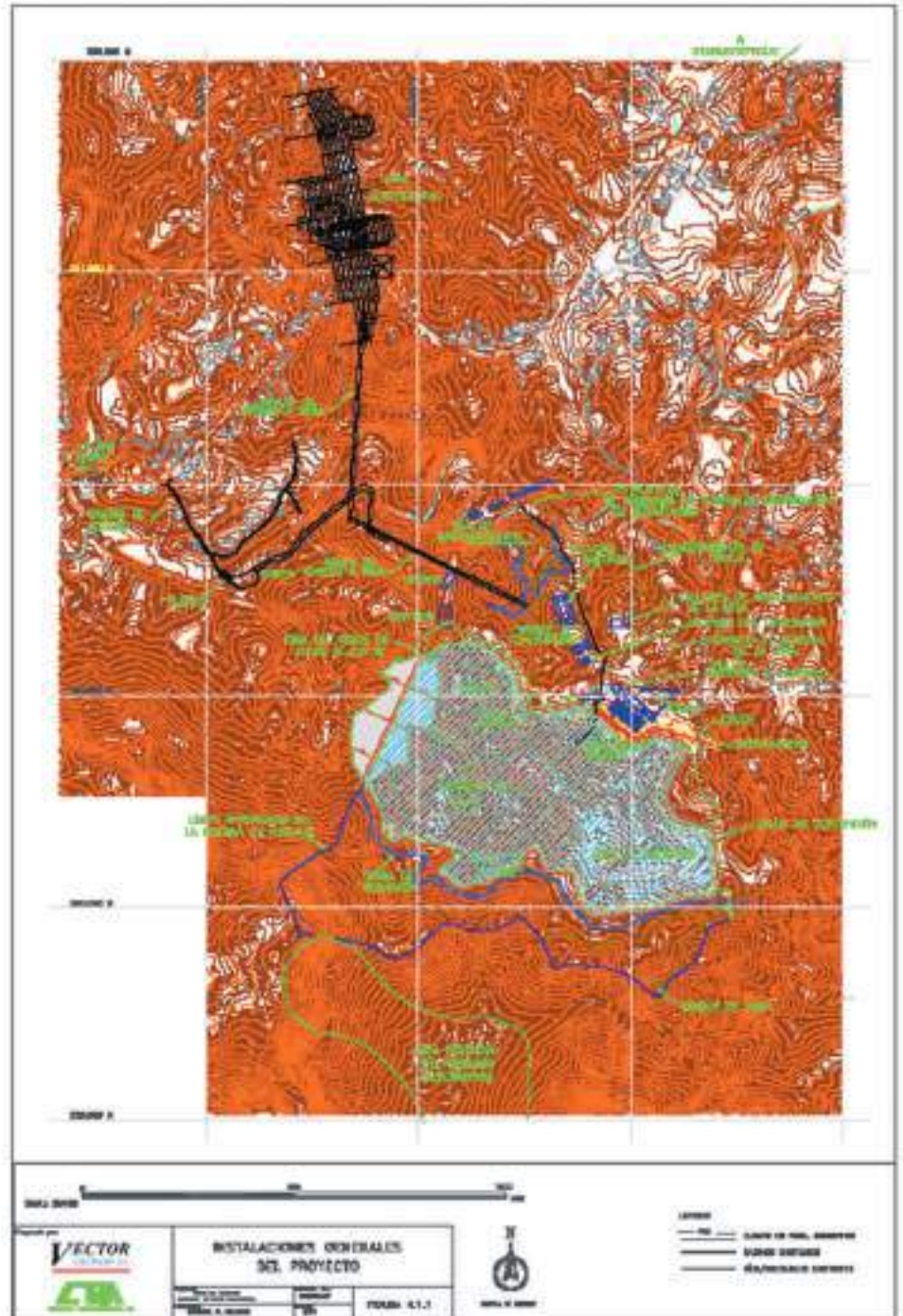


LA MINA “EL DORADO” DE PACIFIC RIM

Además, cuentan con instalaciones para oficinas, bodega, talleres, vestidores y laboratorio, caminos de acceso, áreas seguras de almacenamiento para cianuro y otros reactivos, instalaciones para almacenamiento de combustible, generación de energía, comunicación

por radio y un relleno sanitario. La ubicación propuesta de como se encuentran las instalaciones en esta mina se muestra en la Figura 1. Los datos de base de todo el proceso se encuentran en los párrafos siguientes de esta publicación.

Figura 1: Posición geo-topográfica de la mina El Dorado y el dique de colas en la mina El Dorado.

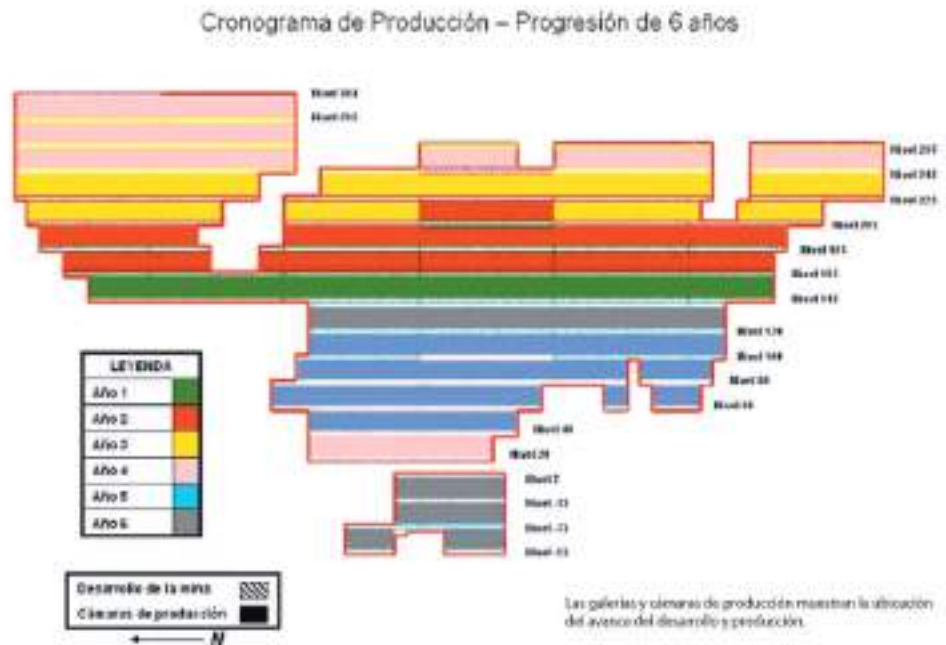


Explotación del mineral crudo

La mina "El Dorado" está diseñada para tener una duración de 10 años, con una vida operacional de 6.2 años,

según el yacimiento definido de unos 500,000 onzas de oro¹⁴ (ver Figura 2). La profundidad que podría alcanzar es de unos 450 metros.

Figura 2: Esquema del programa de desarrollo y extracción.



En la rampa y las galerías de extracción, las perforaciones serán horizontales y hechas por una máquina de perforación llamado un "jumbo" (ver Figura 3). La cantidad de mineral crudo en una mina de tamaño similar a esta se estima en unas 640 toneladas diariamente.

Dentro de la mina, la extracción de la roca cruda se logra con ANFO, un explosivo que consiste en una mezcla de nitrato de amonio con diesel. Detonadores tipo NONEL (no eléctrico) serían usados para iniciar la voladura. Según Pacific Rim, equipos especializados serían usados para el transporte y manejo de los explosivos. En el EIA, sin embargo no se da una cifra para la cantidad de detonaciones que se realizarían diariamente. Sólo se indica que se utilizaría unos 350

gramos por tonelada de mineral extraído, lo que significaría unos 225 kg por día. La carga del material de extracción se realizaría por medio de equipos especiales, llamados LHD o "scoops", operados a control remoto y sería transportado por medio de camiones hacia la superficie, donde se ubica la planta de lixiviación. La roca de desarrollo se pretende almacenar temporalmente en pilas afuera de la mina, cerca del socavón para recolocarla en los túneles de extracción después de su abandono. La mina sería ventilada por medio de chimeneas y ventiladores, el aire saldría expulsado por la rampa de acceso. Se contaría además con una serie de estaciones de bombeo para remover el agua (subterránea) de la mina.

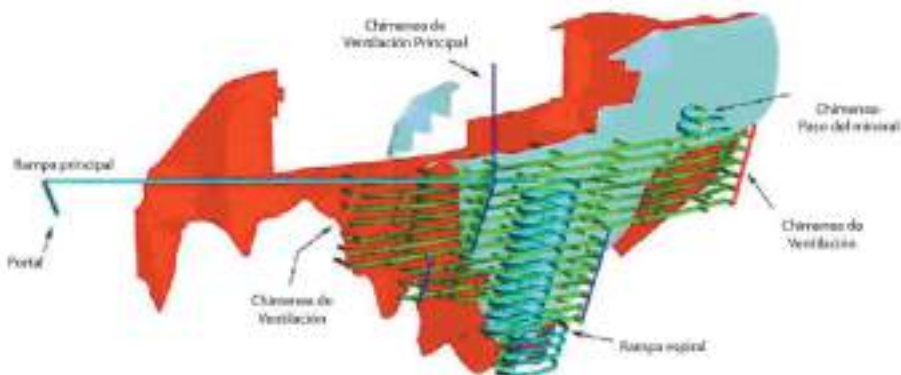
¹⁴ Mientras tanto, según un comunicado en la página web de Pacific Rim (www.pacrim-mining.com), la cantidad total de oro en la mina "El Dorado" podría llegar a 1.4 millones de onzas de oro, extendiendo el tiempo de explotación hasta unos 10 a 15 años, buscando mineral valioso también más allá al norte



vestidores y laboratorio, caminos de acceso, áreas seguras de almacenamiento para cianuro y otros reactivos, instalaciones para almacenamiento de combustible, generación de energía, comunicación por radio y un relleno sanitario. La

ubicación propuesta de como se encuentran las instalaciones en esta mina se muestra en la Figura 1. Los datos de base de todo el proceso se encuentran en los párrafos siguientes de esta publicación.

Figura 3: Sistema de túneles de desarrollo y de explotación



En verde los túneles de las galerías de explotación, en celeste los túneles de desarrollo de la mina, incluso chimeneas de ventilación.

Lixiviación con cianuro

Si el oro se encuentra en las menas en cantidades menores a 10 gramos por tonelada (o sea 0.001%), el único método económicamente viable para extraer el oro de los minerales es el uso de procesos de extracción que utilizan soluciones a base de agua (hidrometalurgia). Como el oro es un metal noble no es soluble en agua. Para disolverlo se necesita de una sustancia como el cianuro, que permite formar complejos y estabilizar el oro en las soluciones, o de un agente oxidante como el oxígeno.

Este proceso químico se llama lixiviación, por el cual el oro se disuelve en un medio acuoso para separar la solución que contiene oro de la que contiene residuos, y luego se hace la recuperación del oro utilizando carbón activado. Una vez extraído del carbón activado, el oro es concentrado por precipitación o galvanización. En "El Dorado" la operación de la planta requería 10.4 litros de agua por segundo, lo que equivale a aproximadamente 323 millones de litros de agua por año.

Lixiviando el oro con soluciones de cianuro, se forma un complejo de cianuro y oro por el efecto del oxidante, como los complejos de oxígeno y cianuro. Estos complejos son muy estables. La cantidad de cianuro utilizada en la lixiviación, sin embargo, depende de la presencia de otros consumidores de cianuro y de la necesidad de lograr niveles de lixiviación adecuados. Las concentraciones de cianuro más comunes oscilan entre los 300 y los 500 mg/l (de 0.03 a 0.05% como NaCN) y dependen del tipo de mineral. El oro se recupera por lixiviación en pila o lixiviación por agitación. En general, los impactos ambientales principales de ambos procesos son bastante similares, especialmente cuando se considera el largo plazo. En la mina "El Dorado" se presume que se utilizaría la segunda tecnología.

En el proceso de molienda convencional y lixiviación por agitación, la mena es triturada en molinos semi-autógenos o en trituradores de cilindros hasta convertirla en polvo. El mineral triturado se transporta mediante una



LA MINA "EL DORADO" DE PACIFIC RIM

cinta a una serie de tanques de lixiviación donde se agita - ya sea mecánicamente o por inyección de aire - para lograr un mayor contacto entre el cianuro y el oxígeno con el oro, y mejorar así el rendimiento del proceso de lixiviación. Luego, el cianuro disuelve el oro del mineral y forma un complejo estable de oro y cianuro. Para asegurarse de que cuando se agregue el cianuro, no se facilite la aparición de cianuro de hidrógeno (CN) y que el cianuro quede en la solución para disolver el oro, se mantiene el pH del mineral triturado a 10 - 11, utilizando cal en el circuito de lixiviación.

En la mina "El Dorado" el circuito de lixiviación consistiría en una serie de cinco tanques de igual tamaño que se equiparían con agitadores. El tiempo de permanencia de la solución en el circuito de lixiviación sería de 24 a 36 horas. El circuito de lixiviación estaría ubicado dentro del complejo de la planta de procesamiento.

En el proceso de recuperación del oro se utiliza carbón activado, ya sea agregándolo directamente a los tanques durante el proceso de la lixiviación o a los tanques luego de la lixiviación, para luego proceder a la extracción por vía electrolítica. El carbón absorbe el oro disuelto de los minerales formando una masa de sólidos más pequeños. Luego, el carbón es separado de la mezcla hidrodinámicamente o con aire y los residuos son espesados para separar la solución con cianuro para luego reutilizar o destruir el cianuro, o enviados directamente a las instalaciones de almacenamiento de colas desde donde la solución de cianuro es reciclada al proceso de lixiviación.

Los análisis de Pacific Rim acerca de la mina "El Dorado" indican que un 93% del oro y un 84% de la plata serían recuperados. El oro absorbido por el carbón activado se recupera con una solución de cianuro y soda cáustica caliente. Luego, el carbón es aprovechado y devuelto al circuito de absorción mientras que el oro es recuperado por cementación con zinc o por vía electrolítica. El oro y la plata serían recuperados del lodo proveniente del circuito de lixiviación por cementación con zinc, quiere decir

un sistema de decantación a contra corriente (CCD), consistente en 4 espesadores, seguido por el circuito de recuperación de metales "Merrill-Crowe".

El circuito "Merrill-Crowe" utilizaría polvo de zinc para catalizar la reacción química por medio de la cual se precipitan los metales lixiviados del mineral. Después de agregar el polvo de zinc, la solución pasaría por una serie de filtros prensa donde los metales precipitados se recuperarían para su proceso posterior. Los sólidos filtrados se secarían en una retorta (para remover cualquier mercurio presente), y luego se funden en un horno. En la mina El Dorado, los circuitos de CCD y "Merrill-Crowe", los filtros prensa y la refinera (retorta y horno) estarían ubicadas dentro del complejo de la planta de procesamiento.

El cianuro como medio de lixiviación es más eficiente para extraer oro de sitios donde se encuentra en baja concentración (menos de 10 gAu/to.), lo que supone una generación mayor de residuos, y daño físico y químico mayor en áreas ocupadas por el emprendimiento. Actualmente la lixiviación en pilas con cianuro es el proceso más usado en la recuperación de minerales con oro diseminado y de baja ley. Existen otros agentes, como el cloruro, el bromuro o el tiosulfato, pero los complejos que se obtienen resultan menos estables y es por eso que se necesitan condiciones y oxidantes más fuertes que estos para disolver oro.

Tratamiento de las colas y desagües por el proceso INCO

Antes de desechar las colas y los desagües al depósito de colas, el lodo de colas más el agua de lixiviación pasaría a través de un proceso de reducción de cianuro, llamado proceso INCO (por la empresa minera INCO Limited, que descubrió este proceso químico en los años 80 del siglo pasado).

Este proceso químico puede reducir el contenido de cianuro a niveles del 5% de la concentración inicial (según el EIA de Pacific Rim de 1.3 mg/l de cianuro WAD después el tratamiento de lixiviación a 0.64 mg/l después del



tratamiento INCO), involucra la adición de dióxido de azufre (SO₂), aire, y un

catalizador de cobre para descomponer el cianuro:



En teoría, el uso de SO₂ en el proceso es de 2.46 g. de SO₂ por gramo de CN oxidado; pero en la práctica el uso real varía entre 3.5 y 5.0 gramos de SO₂ por gramo de CN oxidado. El SO₂ requerido en la reacción puede aplicarse como dióxido de azufre líquido o como una sal de azufre, tal como el meta-bisulfito de sodio (Na₂S₂O₅) o como sulfito de sodio (Na₂SO₃).

Para neutralizar el ácido (H⁺) formado en la reacción se agrega cal, y el pH se mantiene en el rango de 9. El uso de cal es, por lo general, de 3.0 a 5.0 gramos por gramo oxidado de CN. El cobre (Cu²⁺) se utilizaría como catalizador, el cual se agrega usualmente a través de una solución de sulfato de cobre (CuSO₄ o 5H₂O), de tal manera que la concentración de cobre vaya de 10 a 50 mg/l, dependiendo de la correspondiente concentración de cianuro.

Según el EIA mencionado, el sistema INCO contemplado para la mina "El Dorado" tendría la capacidad de manejar 35 toneladas de colas por hora, junto con su proceso de agua asociado. El circuito entero de detoxificación de cianuro sería parte del complejo de la planta de procesamiento y estaría rodeado por un sistema de contención de concreto. Las colas neutralizadas se desecharán en el depósito de colas descrito infra. Mientras este proceso químico reduce en gran parte las concentraciones de cianuro, se tiene la formación de varios subproductos que pueden ser tóxicos a organismos acuáticos, como son: cianuro y tiocianuro y algunos otros complejos cianuro-metálicos, que el proceso analítico de cianuro WAD no detecta; sulfato, amonio, nitrato, un poco de cianuro libre y elevadas concentraciones de cobre. Tales efluentes tratados también pueden contener elevadas concentraciones de otros metales. Las concentraciones de muchos de estos metales y otros componentes químicos (por ejemplo:

aluminio, antimonio, arsénico, cobre, cobalto, plomo, mercurio, manganeso, molibdeno, hierro, selenio, estroncio, talio, sulfato, cloruro, alcalina, etc.) en el líquido de las colas se incrementaría después del tratamiento INCO.

La mayoría de sitios de oro canadienses que utilizan el proceso INCO pueden generar efluentes que logran los estándares de descarga en relación a concentraciones de cianuro estándares. Sin embargo, muchos afluentes todavía son tóxicos para organismos en pruebas bioensayo. Así que estas soluciones complejas producen efectos tóxicos probablemente como resultado de efectos sinérgicos, o contienen compuestos tóxicos que no se están detectando o regulando.

Lo que realmente es muy poco entendible en el EIA de Pacific Rim es algo que está escrito en el volumen II de este estudio:

"Típicamente las soluciones tratadas por el proceso INCO tendrán menos de 1 mg/l de cianuro total en las colas después del tratamiento¹⁵. Las soluciones serán diluidas adicionalmente dentro del depósito de colas (DC) ante de ser descargadas. Niveles de menos de 50 mg/l de cianuro WAD minimizan el riesgo de afectar pájaros y la vida silvestre." (Brito, 2005, p. 7-44)

Lo que quiere decir esto, en comparación con lo anteriormente planteado, no es claro. Los desagües y las colas, que se depositarían en las pilas de colas tendrían realmente 1 mg/l, mucho más que los 0.64 mg/l que se mencionan en el mismo informe en capítulos anteriores.

Entonces, habría que cuestionarse ¿Por qué Pacific Rim afirma en el EIA de "El Dorado" que 50 mg/l de cianuro no afectan al medio ambiente, si en Estados Unidos los límites permisibles de cianuro normalmente están entre 0.0052 mg/l para ecosistemas acuáticos?

15 <http://www.incoltd.com/research/cyanidedestruction/default.asp> Cyanide Destruction.

Deposición de las colas a cielo abierto

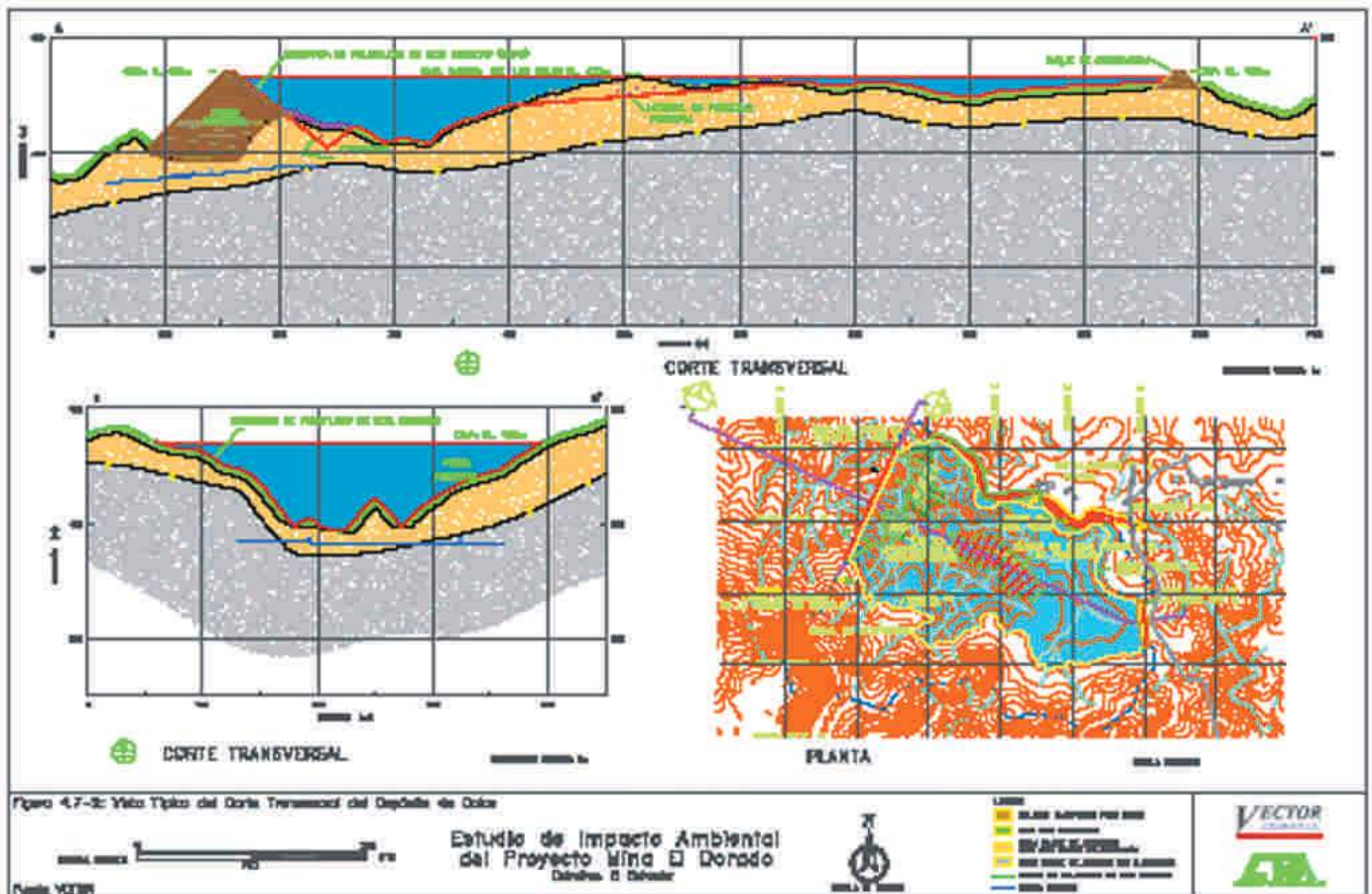
El material finamente molido que queda después de la extracción de los metales preciosos se llama cola. Las dimensiones del depósito de colas de esta mina se muestran en la Figura 4. De estas imágenes se puede estimar la superficie del depósito de unos 375,000 m² (500 m x 750 m aproximadamente), y la profundidad alcanza hasta 50 m.

El sistema de depósito mencionado tendría que ser diseñado para mantener las colas y los desagües físicamente separados del subsuelo. Consistiría en presas con diques, una sub-base de arcilla preparada y una membrana impermeable de polietileno

de alta densidad (HDPE). El depósito de colas no dispondría de ningún tipo de medida preventiva para evitar la evaporación del agua y de cianuro de las colas a la atmósfera durante el período de operación, y después del cierre sólo estaría tapada por una capa de tierra, que no sería impermeabilizada contra la lluvia, en la cual la Pacific Rim intentaría reponer vegetación.

Pacific Rim, en su EIA de la mina "El Dorado", prevé que luego de decantar naturalmente los sólidos en el depósito de colas, se formaría agua del proceso neutralizada. El agua neutralizada se bombearía desde el depósito de colas para reutilizarla en la planta de lixiviación.

Figura 4: Dique de deposición de colas en corte transversal.





Valoraciones sobre la "minería verde" de Pacific Rim

En el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que Pacific Rim entregó al Ministerio de Medio Ambiente (MARN) para solicitar el permiso de explotación de oro y plata en la mina "El Dorado" y en la página web de Pacific Rim, la expresión "minería verde" no aparece, tampoco se encuentra información científica en el internet; si se busca la expresión en español o inglés (green mining) por google o cualquier otro buscador.

Esto quizás es lo más sorprendente, porque si una empresa minera realmente tiene un concepto de prevención ambiental que merece el nombre "minería verde", lo pondría en el portal de entrada de su página web, para convencer de sus bondades, luchar en contra de la mala reputación que la industria minera tiene hoy en todo el mundo, y para desarmar a sus antagonistas. Pero eso, no sucede al menos en el caso de Pacific Rim.

Las siguientes explicaciones son suposiciones propias, según lo que se aprendió analizando el EIA de Pacific Rim (Brito, 2005). Entonces, el concepto de la "minería verde", como virtualmente lo promueve Pacific Rim en El Salvador, incluiría:

- Colocar de nuevo la roca de desarrollo de la mina en los túneles abandonados después de su

explotación. Sin embargo hay que señalar que no se impermeabilizarían estos túneles antes de depositar el material crudo que naturalmente contiene el mismo contenido de minerales sulfúricos y metales pesados como el extraído, sólo que no cuenta con una concentración bastante alta de oro para que sea rentable su explotación.

- Reducir el contenido del cianuro después el proceso de la lixiviación por el proceso químico llamado "INCO", desarrollado por la empresa minera INCO Limited en los años 80 del siglo pasado, a un nivel de 5% de la concentración inicial, es decir de supuestamente 1 mg/l de cianuro al final del proceso de la lixiviación a 0.064 mg/l¹⁶, antes de depositar las colas y el agua residual en las pilas de colas.
- Verter el agua residual de los depósitos de colas durante la época de lluvia a los ríos cuenca abajo y almacenarla durante la época seca, para aprovechar mejor del efecto de la dilución del agua de los ríos durante esta época.
- Reforestar las pilas de colas después del cierre de la mina sobre una capa de tierra, que, sin embargo, no sería impermeable.

¹⁶ Sin embargo, las concentraciones absolutas no son muy bien entendibles, de donde salen, y además hay inconsistencias en ellas en el EIA de la mina "El Dorado".



Impactos Ambientales

Mineral Crudo

Las minas actuales en el mundo no tienen precedentes en tamaño y escala. Sólo viendo la dimensión del daño físico ocasionado por tonelada de metal producido, nada se le puede igualar a la extracción del oro. Cada tonelada de oro requiere el procesamiento de unas 300,000 toneladas de mineral crudo, lo que,

calculando con una densidad promedio de alrededor de 2.75 to./m³ para el mineral crudo extraído, equivale a unos 100,000 metros cúbicos, lo que representa a una montaña de 10 metros de altura con una superficie de 100 m por lado. En la mina "El Dorado" de Pacific Rim se estima que se procesarían unas 640 toneladas de mineral crudo cada día.

Tabla 2: Producción mundial de metales preciosos y de mineral extraído (datos de 1991)

Metal	Producción [to.]	Mineral extraído [to.]	Mineral extraído por tonelada de metal producida
Hierro	571,000,000	1,428,000,000	3
Cobre	12,900,000	1,418,000,000	110
Oro	2,445	741,000,000	303,000
Zinc	8,000,000	1,600,000,000	200
Plomo	2,980,000	119,000,000	40
Aluminio	23,900,000	104,000,000	4
Manganeso	7,450,000	25,000,000	3
Níquel	1,230,000	49,000,000	40
Estaño	200,000	20,000,000	100
Tungsteno	31,500	13,000,000	400

Cianuro

El cianuro (CN) en el proceso industrial de la extracción de oro y plata se usa para la lixiviación de estos dos metales preciosos. El cianuro puede ser un gas incoloro como el cianuro de hidrógeno (HCN), o el cloruro de cianógeno (ClCN), o estar en forma de cristales como el cianuro de sodio (NaCN) o el cianuro de potasio (KCN).

El cianuro forma un compuesto químico con los metales, lo que les convierte en forma líquida. Este líquido luego se separa con agua de la roca cruda molida, y después por procesos físicos se separa otra vez el oro y la plata del cianuro. Una gran parte del cianuro, después de este proceso de la lixiviación, se puede reciclar.

El cianuro es un compuesto químico que se evapora a temperaturas bajas (Tevap. = 26 °C) y es enormemente

tóxico¹⁷. Su absorción por el ser humano puede ocurrir por ingestión oral, por inhalación y también por la piel. El nivel de seguridad en procesos industriales que trabajan con cianuro tiene que ser el más alto posible. Este nivel de seguridad, en realidad, es imposible alcanzarlo al 100%; siempre pasan accidentes, tanto durante el proceso productivo, como en el transporte, en la estructura de almacenamiento de las colas conteniendo cianuro (ver listado en seguida). El accidente más grave relacionado con su destrucción ambiental ocurrió en el año 2000 en una mina en Baia Mare en Rumania.

El cianuro representa además un riesgo mientras es transportado. En El Salvador todo el cianuro debe ser importado y un accidente en las rutas que unen los puertos receptores con las zonas mineras podría tener consecuencias devastadoras.

17 Unos 100 mg, el equivalente de unos 4 granos de arroz, es suficiente para matar a una persona adulta al instante.

impactos
ambientales

3



IMPACTOS AMBIENTALES

Aunque el cianuro sea aplicado de manera adecuada, un 0.05% de la cantidad total de cianuro sódico (NaCN), que se aplica en el proceso de la lixiviación se quedaría en estos desagües (Friedhelm Korte et al., 2000). Con una tonelada de NaCN (cuyo costo asciende a unos 1,500 dólares) se extrae aproximadamente 6 kg de oro (Au), lo que vale US\$ 154,340 (1 onza Troy son 31,1 gramos y vale hoy cerca de 800 dólares). El valor del cianuro perdido en el proceso extractivo entonces equivale a US\$0.75 para ganar esos US\$ 154,340 por la extracción de oro.

Las concentraciones de cianuro que pueden causar la reducción incompleta por el reciclaje físico y el proceso químico INCO en las colas y el drenaje ácido de la mina y luego también en el medio ambiente vecino y cuenca abajo de la mina, se analizan en detalle en próximos apartados de esta investigación.

En el EIA de la mina "El Dorado" se da una reducción de cianuro en pruebas realizadas en muestras de material lixiviado de una concentración de cianuro WAD (disociable en ácidos débiles) de 1.3 [mg/l] antes de la detoxificación a 0.064 [mg/l] después de pasar por el proceso "INCO" (p. 1-24)¹⁸. Eso corresponde a un factor de reducción de 4.9% (más detalle respecto al proceso "INCO" se encuentra en el párrafo "minería verde" de este documento). Más recientemente, en la literatura científica se han descrito otros procesamientos, incluso bio-químicos, que descomponen el cianuro (CN) en compuestos de carbono (C) y nitrógeno (N), logrando una reducción de cianuro por bacterias (p. ej. *Scenedesmus obliquus*) de 77.9 a 6 [mg/l] en sólo 77 horas (Gurбуza et al, 2008), lo que representa un factor de reducción de 7.7%.

Las descargas líquidas del proceso de lixiviación y los drenajes ácidos, según

los reportes del EIA de la mina "El Dorado" de Pacific Rim, van a ser evacuados de la laguna de deposiciones de colas periódicamente al río San Francisco, con preferencia durante la época de lluvia para aumentar el efecto de la dilución en el sistema acuático afectado, y debería ser retenido durante la época seca, para evitar la contaminación de los ríos cuenca abajo cuando el efecto de la contaminación sería el más grave.

Lo antes expuesto significa que en los 25 proyectos mineros tendrían que existir tanques de retención de descargas líquidas capaces de almacenar los desagües de cada mina al menos durante los meses de noviembre hasta abril, que pueden ser estimados de unos 4.5 a 8.6 millones de litros por día¹⁹ o 27 a 52 mio. de litros de agua durante los correspondientes seis meses de época seca. La evaporación del agua en estas lagunas de retención se estima en entre 100 y 150 mm por mes.

Como el cianuro se evapora a temperaturas más bajas (26°C) que el agua (100°C), se puede suponer que la cantidad de cianuro, que va a diseminarse por evaporación durante estos 6 meses de almacenamiento, va ser de fracciones muy grandes, quizás casi el 100%. Este cianuro reaparecería en los ecosistemas de las zonas vecinas de las minas como contaminación difusa por la condensación y precipitación con las lluvias.

El cianuro entonces tiene la característica de contaminar grandes áreas sobre todo por la dispersión difusa de la lluvia ácida y afectar a toda la gente por su absorción indiferenciada por la piel, los pulmones y la ingestión oral. El mayor peligro del cianuro, sin embargo, no está definido en su uso "normal" en la extracción cotidiana, sino más bien en el caso de cualquier tipo de accidente, como ya ocurrieron múltiples en la industria minera²⁰.

18 La normativa ambiental en aguas potables (para consumo humano) pide para el ácido de cianuro 0.05 mg/L y para descargas líquidas 0.1 mg/L

19 Este dato se calcula por los datos del informe de impactos ambientales de Pacific Rim. Con unos 1.3 millones de litros de agua por día, Larios Lopez da una cantidad menor de agua consumida en su resumen (2008, p. 4).

20 Cuando se busca "cyanide accidents" por google, aparecen unas 240,000 páginas de internet, que tratan de accidentes con cianuro en la industria minera.



EN EL MUNDO REAL, LOS ACCIDENTES OCURREN

Ejemplos de accidentes recientes en minas relacionados con el cianuro:

Colorado, EEUU: En Colorado, los derrames de cianuro y otros contaminantes por parte de la mina de oro de Summitville que pertenece a Galactic Resources Ltd, contribuyó a severos problemas en el medio ambiente a lo largo de 17 millas del Río Alamosa. La mina se abrió en 1986 y fue abandonada en 1992. Ahora es un sitio identificado como Superfund3.

Montana, EEUU: La Pegasus Corporation recientemente cerró su mina de oro Zortman-Landusky en Montana. Inaugurada en 1979, fue la primera mina que empleó lixiviación con cianuro en pilas a gran escala en los Estados Unidos. La mina experimentó repetidos derrames y descargas de solución de cianuro a través de su vida operativa, resultando en la muerte de vida silvestre y contaminación severa de las napas de agua subterránea.

Nevada, EEUU: Luego de que fallara la estructura de una plataforma de pilas en 1997, la mina de oro de Gold Quarry en Nevada volcó alrededor de 927.000 litros de desechos cargados de cianuro a arroyos locales. En 1989 y en 1990, se produjo una serie de ocho pérdidas de cianuro en la mina de oro McCoy/Cove de la compañía Echo Bay en Nevada, liberando un total de cerca de 409 kilos de cianuro al medio ambiente.

Dakota del Sur, EEUU: El 29 de mayo de 1998, entre seis y siete toneladas de colas de minería contaminadas con cianuro se derramaron de la mina Homestake al arroyo Whitewood en la zona de Black Hills de Dakota del Sur, resultando en una sustancial muerte de peces. Es probable que la recuperación completa del arroyo tome muchos años.

Kyrgyzstan: El 20 de mayo de 1998, un camión transportando cianuro a la mina de Kumtor en Kyrgyzstan quedó colgando de un puente, derramando casi dos toneladas de cianuro de sodio (1.762 kilogramos) a las aguas de la superficie local.

Guyana: En 1995, más de 3,26 millones de metros cúbicos de colas de minería con cianuro fueron liberados al principal río de Guyana cuando un dique se derrumbó en la mina de oro Omai de la compañía minera Cambior.
España: Un dique en la mina de zinc de Los Frailes en el sur de España se rompió en abril de 1998, liberando un estimado de 4,9 millones de metros cúbicos de residuos ácidos cargados de metales en un importante río y en tierras de granjas adyacentes. Aunque las noticias informaron sobre la muerte masiva de peces relacionada al hecho no mencionaron el cianuro o compuestos relacionados presentes en los desechos, su presencia parece probable dada la naturaleza de los metales extraídos en este sitio.

Rumanía: En Baia Mare en Rumania, el 30 de enero de 2000, se rompió el dique de un depósito de colas por causa de la fundición de nieve muy temprano en el año, la caída de lluvias fuertes y por causa de faltas de construcción del muro de retención de las colas. En consecuencia se echaron 50 a 100 toneladas de cianuro al río Tisza, lo que extinguió la fauna total de este río a un largo total de 700 km y afectó también el ecosistema del cauce del río Danubio a un largo de 2,000 km. Más de 1,200 toneladas de pescados se murieron sólo en el río Tisza. Este accidente es considerado como el segundo más grande desastre ecológico en Europa, detrás de Chernóbil.



El especialista en procesos de lixiviación industrial con cianuro, Friedhelm Korte (2000) dice explícitamente, "el proceso de lixiviación de oro por cianuro no puede ser considerado como un proceso típico de minería. Más bien es un proceso químico y debería ser manejado por lo menos según las reglas establecidas para la industria química. Eso, sin embargo, a nivel mundial no es el caso en los procesos actuales." y "La extracción de oro por lixiviación con cianuro, en la forma que se maneja actualmente, no está conforme con cualquier estándar de control de intoxicación química en el medio ambiente".

Hasta el momento no se sabe realmente si muchos compuestos de cianuro están presentes en los residuos de minería ni a qué concentraciones. Muchas cuestiones sobre la presencia, persistencia, toxicidad del cianuro y compuestos relacionados permanecen aún sin ser respondidas. Si bien se dice que una vez desechado, se degrada rápidamente por acción de la luz solar (radiación UV), el cianuro tiende a reaccionar con otras sustancias químicas y a formar, como mínimo, cientos de compuestos diferentes. Si bien los procesos de destrucción de cianuro disminuyen las concentraciones de muchos de sus compuestos, varios de estos, también muy tóxicos, permanecen.

Arsénico

El arsénico (As) es un semi-metal altamente tóxico y es soluble tanto en pHs ácidos como en pHs alcalinos; por eso puede ser "extraído" continuamente de las colas depositadas con los desagües de la mina, y puede contaminar continuamente los ecosistemas superficiales y los conductores de agua subterráneas.

En condiciones aeróbicas²¹, el arsénico forma coloidales con oxígeno de hierro (Fe) y otros metales oxidados, y en consecuencia precipita por la floculación y la sedimentación en los ríos contaminados. En condiciones anaeróbicas como en las capas de aguas más profundas del Lago Suchitlán y en suspensión en su sedimento, el arsénico se pondría nuevamente en suspensión (forma soluble en el agua).

Eso provocaría una contaminación grave con arsénico del agua del Lago Suchitlán y de la cuenca media y baja del río Lempa.

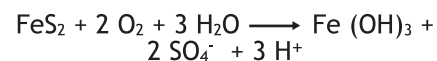
El arsénico entonces, mucho más que el cianuro y cualquier metal pesado, que sólo es soluble y tóxico en pH bajo, tiene la aptitud de contaminar de forma muy efectiva, en particular los sistemas acuáticos, ríos, lagos, el agua de riego, el agua para tomar y el agua subterránea.

Drenajes Ácidos

Los drenajes ácidos representan uno de los principales problemas ambientales que enfrenta la minería. Estos drenajes ácidos ocurren cuando los minerales que contienen sulfuros presentes en la roca se exponen al aire o al agua, convirtiendo el sulfuro en ácido sulfúrico. Este ácido puede disolver metales pesados (plomo, zinc, cobre, arsénico, mercurio o cadmio) presentes en las rocas y en los residuos o colas, hacia el agua superficial o subterránea. Algunas bacterias presentes naturalmente pueden acelerar significativamente esta reacción.

Cuando las rocas con minerales sulfurosos como pirita (FeS₂), pirrotina (FeS), esfalerita (ZnS), galena (PbS), arsenopirita (AsFeS), calcopirita (FeCuS₂), pirrotita (Fe_(1-x)S con x = 0 a 0.2), marcasita (FeS₂, igual como pirita, pero otra estructura molecular) etc. son expuestas a la interacción con el aire y el agua, comienza en sus superficies un complejo proceso que engloba en su desarrollo fenómenos químicos, físicos y biológicos.

Químicamente el proceso se refleja en la siguiente fórmula:



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 Ferrooxidans, T. Thiooxidans, T. Thioparus, etc.

²¹ Aeróbico quiere decir que hay bastante oxígeno disuelto (>10 mg/L) en el agua para que la cadena de respiración micro-biótica puede pasar por la oxidación de oxígeno y no por la oxidación de nitrato, de manganeso, hierro o de sulfato.

- 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.

La descomposición de los minerales metálicos en ambientes aeróbicos libera iones de hidrógeno (H⁺), lo que hace bajar el pH ($\text{pH} = -\log C(\text{H}^+)^{22}$); es decir, pone los desagües de la mina y de las colas ácidos. Las rocas de desecho de las minas pueden sufrir este proceso y causar serios daños al medioambiente y a los seres humanos.

Fotografía 1: Río con drenajes ácidos.



El agua para el consumo humano debe tener un pH entre 6 y 9, el agua para riego deben tener pH entre 6 y 9. Aguas con valores menores a pH 6 deben ser consideradas como ecotóxicos y también son dañinas para la salud humana.

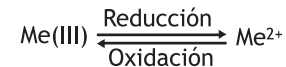
La capacidad de neutralizar los desagües de una mina depende de la capacidad de amortiguamiento -buffer- de un ecosistema, del caudal de los drenajes ácidos y del pH de los desagües. El drenaje ácido de la mina es el efecto más grave que puede causar una mina porque es

prácticamente irreversible y se propaga durante muchos años. En España e Inglaterra existen minas desde la época romana, que todavía hoy en el día siguen contaminando su entorno ambiental y humano colectivo.

Una de las principales limitaciones de la mayoría de los estudios sobre minería es la subestimación que se hace de la cantidad de tiempo que la comunidad debe considerar cuando pretende evaluar los futuros impactos de un proyecto minero. Esta crítica, en todo caso, vale también para el EIA de la mina "El Dorado".

Metales Pesados

Juntos a los metales que persigue obtener la explotación minera - en el caso de El Salvador serían el oro (Au) y la plata (Ag) - siempre se extrae en el mineral crudo también todo tipo de metales pesados como el hierro (Fe), el cobre (Cu), el plomo (Pb), el cadmio (Cd) y otros. Los metales pesados normalmente son solubles en agua en sus especies reducidas:



Los metales en forma reducida (Me²⁺) predominan en pH ácidos. La reducción de los metales pesados en el mineral crudo extraído pasa sobre todo por microorganismos anaeróbicos y liberan iones de hidrógeno (H⁺), lo que hace bajar el pH hacia niveles ácidos. Los desagües de las minas entonces normalmente son ácidos y altamente cargados con iones de metales pesados fuertemente tóxicos.

En este contexto, Pacific Rim, por ejemplo, argumenta que los suelos en la región minera de El Salvador son alcalinos (es decir con pHs elevados), lo que les permite amortiguar (es decir neutralizar) los desagües ácidos de las minas y de esta manera retener los metales pesados en forma oxidada. Pero hay que tomar en cuenta que cualquier sistema buffer - o tampón- puede agotarse si la carga de desagües ácidos sobrepasa su capacidad de neutralización. Además, si el material buffer (p. ej. el bicarbonato CO₃²⁻ en el subsuelo de las colas y los ríos) que tendría que neutralizar a los desagües ácidos está en bloque como en el caso

22 Por ejemplo si la concentración de H⁺ es 10⁻⁵ mol/L, entonces pH = -log(10⁻⁵) = 5



de la roca madre, entonces por la oxidación de los iones de metales en la superficie del material tampón (el "interface") se forma una capa de MeCO_3 , la cual es insoluble y forma después de cierto tiempo una capa de MeCO_3 encima del bicarbonato, lo que ya no permite más el contacto entre el material buffer y las sustancias ácidas. La capacidad de neutralización del material buffer después de este momento es totalmente nula, aunque debajo de esta capa de MeCO_3 todavía haya bastante material tampón.

Por otro lado también hay que tomar en cuenta, que si el subsuelo inmediato de una mina no tiene ninguna capacidad de amortiguamiento, los drenajes ácidos de la mina y los desagües ácidos de las colas siguen bajando cuenca abajo, más o menos concentrados, hasta que llegan a un río mucho mayor o a un lago, donde por la dilución con aguas neutrales subiría el pH y en consecuencia los iones de metales se oxidan en sus especies correspondientes generalmente insolubles. Eso provoca la floculación de estos compuestos,

con su precipitación en el sedimento o su adhesión en micro-partículas en los órganos de respiración de la fauna acuática, y causa la muerte de los organismos acuáticos aunque los compuestos correspondientes en sí mismos no sean tóxicos.

Una vez que los metales pesados se han sedimentado y esta capa de sedimento se vuelve anaeróbica, la reacción puede revolverse de nuevo al liberar Me^{2+} en las capas de agua más bajas en el lago por la reducción anaeróbica de los compuestos de metales pesados sedimentados. En el EIA de la mina "El Dorado", varios contaminantes están en concentraciones aun mayores en el agua después del proceso INCO que antes del proceso. Esto indica que el proceso facilitó la liberación de estos contaminantes al agua residual. La siguiente tabla ilustra las concentraciones para los estándares para agua de tomar que da el Ministerio de Medio Ambiente de los Estados Unidos, "Environmental Protection Agency" (USEPA).

Tabla 3: Concentraciones de metales pesados después la reducción del cianuro por el proceso INCO

Elemento	Conc. después INCO [mg/l]	USEPA [mg/l]	Fuente
Talio	0.0037	0.002	USEPA
Sulfato	3100	250	USEPA
Plata	0.012	0.1	WHO
Selenio	0.043	0.05, 0.01	USEPA, WHO
Molibdeno	0.12	0.07	WHO
Mercurio	0.0043	0.002, 0.001	USEPA, WHO
Cobre	0.2	1.3, 1	USEPA, WHO
Cobalto	0.012		
Arsénico	0.013	0.01	USEPA
Sodio	1300	200	WHO

Fotografía 2: Dique de colas.



Inmovilización de las colas y los desagües del proceso de lixiviación

Después de haber molido el material y extraído el oro y de la plata por lixiviación, las colas contienen concentraciones considerables de cianuro, arsénico y muchos metales pesados. Según el EIA de la mina "El

Dorado" el depósito de colas debería ser diseñado y construido para impedir la infiltración del agua hacia los mantos acuíferos mediante la instalación de una geomembrana impermeable con revestimiento secundario de arcilla y con un sistema de drenaje y de tratamiento de las aguas de lluvia precipitadas encima e infiltradas en las colas (ver Fotografía 2).



IMPACTOS AMBIENTALES

En países subdesarrollados con autoridades permisivas y complacientes como El Salvador, la inmovilización efectiva de las colas nunca se realizaría, por un lado porque en general no hay voluntad de parte de la empresa explotadora de hacer estas inversiones, y tampoco existe un control adecuado por el Estado que debería asegurar, que eso se haga técnicamente correcto. Otra razón, por la cual estas prevenciones de contaminación ambiental siempre harían falta es que en terrenos inclinados con suelos -en grandes partes- inestables, depositar las inmensas cantidades de colas de una forma adecuada, técnicamente no es tan fácil; y por último, con las lluvias torrenciales durante la época lluviosa, eso realmente es imposible. Por todo eso, en general falta un sistema de tratamiento de los desagües de las colas, y en casi todos los casos también falta la impermeabilización de las deposiciones que evite que haya infiltración en las aguas subterráneas.

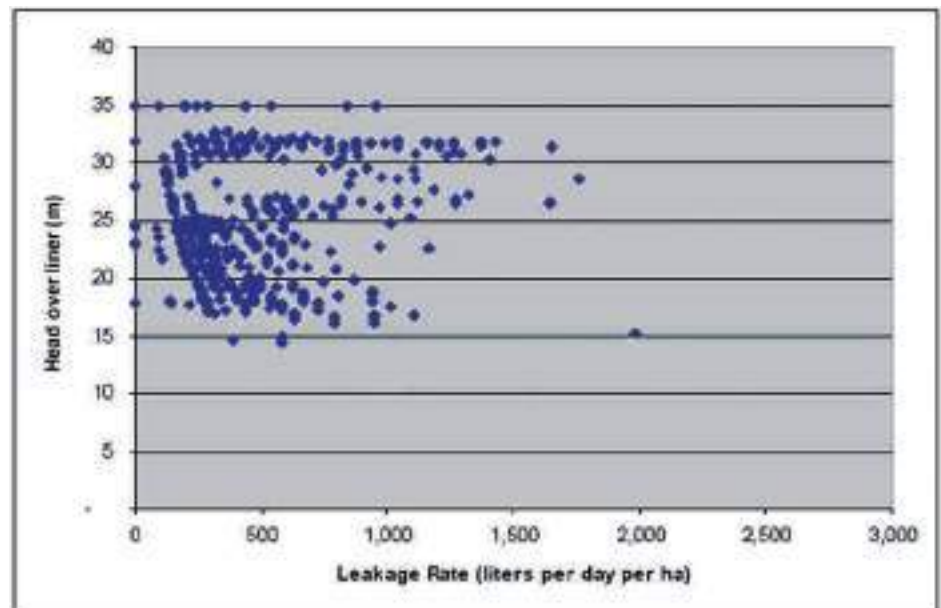
El material de geomembrana más común utilizado para la construcción de procesos de lixiviación es de 1.5 mm de polietileno (tanto HDPE y LLDPE); polietileno más grueso se utiliza sólo de vez en cuando para deposiciones de más alta profundidad

y en algunos casos también se utiliza polietileno de 0.75 a 1.0 mm. Pero este material se puede afectar por la fricción del peso del material encima y también se puede descomponer con el tiempo.

En el Gráfico 1 se observa la frecuencia de fuga y filtración de este tipo de geomembrana en un relleno en South Dakota, con una altura hidráulica de operación de 15 m durante la época seca y 35 m durante la época de lluvia: Las observaciones continuas daban que la cantidad de fuga promedio era de unos 400 litros por día y hectárea, con un máximo superior a 1,500 Ld-1ha-1. Se puede entonces suponer, que en el dique de colas de una mina como la de "El Dorado" (superficie total: 375,000 m²), se pierde durante el proceso del almacenamiento de las colas contaminadas con cianuro, arsénico, ácidos y metales pesados disueltos unos 15,000 litros por día de estas aguas tóxicas, infiltrándose en el agua subterránea.

Tomando en cuenta estos datos, hay que decir que, además en un territorio con abundantes actividades geotopográficas como es el caso en El Salvador, técnicamente no se puede asegurar, que la inmovilización de las colas sea perpetua.

Gráfico 1: Frecuencia de filtración (leakage rate) de los aguas residuales en relación con la columna de agua encima de la membrana (head over liner), en un relleno en South Dakota, EEUU, trabajando con el mismo tipo de geomembrana como en los depósitos de colas en minas como en "El Dorado".





Uso de agua por lixiviación y el bombeo del agua subterránea

Una mina tiene, por lo menos, dos impactos graves en los recursos y ecosistemas acuáticos de la cuenca donde está ubicada. El primero es físico y cuantitativo, el segundo es químico y (micro) biológico, y en consecuencia afecta la calidad del agua.

Para mantener una mina subterránea accesible para el equipo, como sería la mina "El Dorado", quiere decir vacía del agua subterránea que normalmente fluye por las estructuras geológicas, en las cuales la mina accede, los operadores de la mina tienen que bombear el agua en muy grandes cantidades. En la mina "El Dorado" estas cantidades varían entre unos 55 litros por segundo en la época seca y 110 litros por segundo durante la época de lluvia²³. Eso equivale a unos 4.5 hasta 8.6 millones de litros por día, lo que significa cantidades enormes que se extraen del subsuelo con ninguna otra finalidad de dejar bajar estas aguas contaminadas, que se denomina drenaje ácido, como agua superficial.

Eso hace bajar el manto freático de manera significativa, como sucedería en caso de que la mina de "El Dorado", alcance hasta unos 450 metros de profundidad. Además, a veces este flujo de agua subterránea enorme hacia la mina induce por efectos hidrofísicos (presión hidrostática, fuerzas capilares etc.), un flujo en dirección de la mina en las cuencas vecinas cuando el nivel del bombeo está muy por debajo del fondo -lo que regularmente es el caso, con las profundidades que las empresas mineras trabajan hoy en el día. El otro efecto es, que la empresa minera utiliza una parte del agua para conducir el proceso de lixiviación lo que aumenta drásticamente el contenido de todo tipo de contaminantes en estas aguas residuales, como hemos visto en capítulos anteriores. De estas aguas, que se llaman agua del proceso de lixiviación (que es aun más ácido y contaminado que el drenaje ácido mismo), en cierto momento, la empresa minera tiene que deshacerse de una u otra manera. Y esto comúnmente lo hacen arrojándolas al río cuenca abajo, aprovechando el efecto de la dilución por la lluvia y el nivel de caudal del

río recipiente. No hay otra opción de eliminar o detoxificar una tan grande cantidad de agua hasta un nivel que realmente ya no dañaría al medio ambiente. En la mina "El Dorado", este efecto impacta a unos 10.4 litros por segundo, lo que equivale a unos 900,000 litros por día.

Uso de suelo por ocupación con construcciones y por contaminación

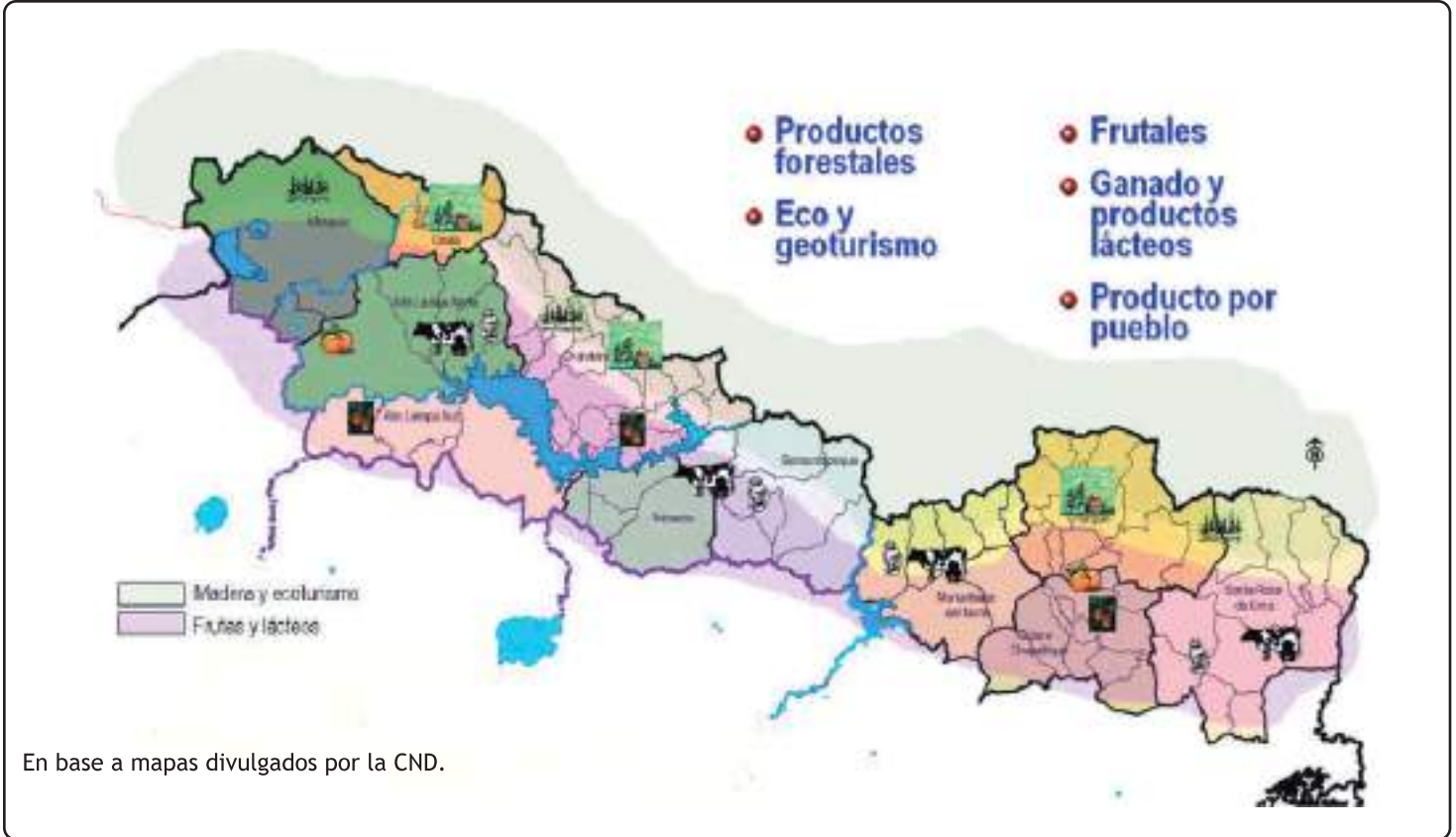
Es evidente que una mina como "El Dorado" reduce la extensión de terrenos aptos para la agricultura y la ganadería por varios factores. Uno es simplemente el terreno que la mina ocupa físicamente, lo que en el caso de la mina "El Dorado" son unos 75 km² de terreno certificado y ocupado por la mina. Otro, es la evaporación del cianuro de las pilas de colas y su vuelta a las tierras con la lluvia ácida, provocando una contaminación difusa y muy amplia en toda la cuenca.

Por otro lado, por el uso del agua contaminada por los drenajes ácidos y el proceso de lixiviación como agua de riego - lo que es vital para la agricultura productiva en una zona semiárida, muy deforestada y sufriendo una inmensa erosión, como es el caso en el norte de El Salvador - y su seguida evapotranspiración en los cultivos se provoca otro tipo de "uso" de suelos que es mucho más grande que el anteriormente mencionado y que es muy difícil de definir. Sobre todo, como la mayoría de las sustancias involucradas en estos procesos naturales son bio-acumulables, es muy difícil hacer estimaciones confiables de este impacto ambiental de una forma cuantitativa.

Estos hechos tienen que ser seriamente considerados, pues las zonas que serían afectadas con mayor impacto no son tierras vacías o deshabitadas, sino que son regiones pobladas, con muchas potencialidades para actividades de agricultura, ganadería, y también de otras actividades económicas que dependen directamente del estado integral de la naturaleza y de los recursos naturales de estas tierras, como es el caso por ejemplo con el turismo (ver Mapa 3).

²³ En comparación, una persona salvadoreña en promedio consume la misma cantidad de agua para tomar, comer, duchar, ir al baño durante un día, es decir entre 50 y 120 litros por día.

Mapa 3: Potencial económico de la zona norte de El Salvador con actividades productivas y de servicio diversificadas.



La "minería verde" y sus variantes

Pacific Rim, en su línea propagandística maneja profusamente en los medios de comunicación la idea de "minería verde" (algunas veces con sus variantes de "minería limpia", "minería responsable" o "minería sostenible") con el argumento que los materiales con muy baja concentración de oro (roca de desarrollo) serían depositados dentro de la mina una vez la explotación sea terminada y que utilizara métodos de degradación total y segura del cianuro. En este contexto se urge la interrogante, si estos son conceptos de prevención ambiental bastante valiosos para asegurar un proceso industrial que realmente merece el nombre "minería verde" o simplemente una argucia de marketing empresarial.

El concepto de re-depositar la roca de desarrollo en la mina después el

proceso extractivo²⁴ pierde su atracción, si se toma en cuenta que este material constituye la menor cantidad del material crudo, porque por supuesto la mayoría del material extraído sería previsto para la explotación del oro en la planta de lixiviación afuera de la mina, con su deposición final en las pilas de colas en aire libre. Además, el hecho que la roca de desarrollo tiene menos contenido de oro o plata no significa que tampoco contiene concentraciones considerables de otras sustancias tóxicas como el arsénico, metales pesados, etc.

Estas sustancias con seguridad se infiltrarían en el agua subterránea después del abandono final de la mina, pues los túneles no se impermeabilizaran antes de llenarlos con este material crudo. También es difícil imaginarse que las empresas mineras devolverían a su lugar este material y lo compactarían, ya que

²⁴ La idea sería de no sacar el material crudo de la roca de desarrollo de la mina o sólo justo al lado del socavón de la mina, y luego colocarlo de nuevo directamente en los túneles que ya se terminaron de explotar.



IMPACTOS AMBIENTALES

eso seguramente demandaría inversiones adicionales de tiempo y dinero para el transporte y la compactación; además, significaría esfuerzos logísticos adicionales en el sistema de túneles que obviamente debe funcionar al máximo de la rentabilidad (con 3 turnos por día, 7 días a la semana y 360 días al año).

La re-deposición de la roca de desarrollo en la mina después el proceso extractivo no puede ser considerado como un concepto de prevención de impactos ambientales realista, adecuado y sostenible.

Otro concepto de prevención ambiental, según el informe del proyecto de la mina "El Dorado", se basa en reducir las concentraciones de cianuro en los desagües de la planta de lixiviación por el proceso químico que se llama "INCO", por el cual se transforma el ácido de cianuro (CN-) en cianato (OCN-) por su oxidación con oxígeno. Este proceso químico data de los años 80 del siglo pasado y no es una innovación nueva, entonces sigue siendo válido el juicio de Korte antes mencionado, sobre la lixiviación industrial con cianuro igual ya que incluye esta tecnología de reducción de cianuro en las descargas líquidas de las minas.

Por el otro lado, en el estudio de impactos ambientales de Pacific Rim para la mina "El Dorado", aparte del proceso "INCO" para reducir la concentración de cianuro no se menciona ningún otro tratamiento para el plomo, el arsénico, el sulfato, y todos los demás contaminantes que contendría el agua de la laguna de relave y que periódicamente se descargaría al Río San Francisco. Como puede verse en un análisis de Dina Larios Lopez (2008), varios contaminantes están en concentraciones aun mayores en el agua después del proceso INCO que antes del mismo; por ejemplo: talio, sulfato, selenio, molibdeno, mercurio, cobre, cobalto, sodio y arsénico. Y finalmente, la propuesta de Pacific Rim de verter el agua residual de los depósitos de colas sólo durante la época de lluvia a los ríos cuenca abajo y almacenarla durante la época seca y la otra de reforestar las pilas de colas después del cierre de la mina encima de una capa de tierra, que tampoco sería impermeable, es innecesario de comentar en detalle, es tan evidente que no serían soluciones para proteger al medio ambiente ni la salud de los habitantes, más bien son simples estrategias para maquillar el verdadero efecto dañino de la actividades de la mina.

¹⁶ Sin embargo, las concentraciones absolutas no son muy bien entendibles, de donde salen, y además hay inconsistencias en ellas en el EIA de la mina "El Dorado".



impactos en la salud pública



Impactos en la salud pública

Según la Organización Internacional del Trabajo, la minería es uno de los sectores laborales más peligrosos en el mundo y causa más de 15,000 muertes al año. Excluidos los accidentes de trabajo entre los obreros mineros (accidentes con explosivos, muertos por derrumbes, accidentes en el transporte, etc.), las causas más importantes de esta dramática situación, son explicadas en este capítulo.

Sin embargo, antes de pasar a mencionar y discutir los diferentes riesgos para la salud pública en los pueblos circunvecinos, hay que examinar también las capacidades sanitarias institucionales para dar la asistencia médica adecuada en caso de un accidente, o de una intoxicación aguda causada por estos compuestos muy tóxicos, sobre todo por el cianuro.

Las necesidades sanitarias y terapéuticas básicas para poder manejar adecuada y oportunamente intoxicaciones - ya sean aisladas o masivas -; además de medicamentos especiales, se expresan en los recursos humanos en salud, en cantidad suficiente, debidamente distribuidos y adecuadamente capacitados para el manejo efectivo de este tipo de urgencias. Luego, se necesitaría una normativa legal que regule el uso de productos industriales propios de la actividad minera, así como de las consecuencias de su uso, y que garantice la protección de la salud de la población por los posibles daños provenientes de la actividad minera.

Finalmente sería indicado un sistema de vigilancia toxicológica capaz de dar seguimiento continuo y detectar oportunamente cualquier señal de riesgo, planificar y activar un sistema de alerta y atención temprana capaz de controlar y evitar cualquier daño a la salud humana individual y colectiva.

En este sentido, la realidad que encontramos en El Salvador, es que:

- No existe personal debidamente entrenado, los hospitales son muy escasos y la medicina fuera del alcance económico de la población. La gran mayoría de la población carece de seguro de salud.
- No existe legislación adecuada en

El Salvador, y aunque existiera, no existen los organismos con el personal capacitado para velar por el cumplimiento de la ley. Y

- No existen organismos con esa capacidad en El Salvador, ni se vislumbran planes para implementar dicho sistema de vigilancia.

A continuación mencionamos los principales elementos y compuestos tóxicos generados por la actividad minera metálica:

Cianuro

El cianuro es una sustancia química altamente tóxica (toxicidad aguda: 1-2 mg/kg de peso -ingesta oral-, letal después de unos minutos) 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. Las dosis letales para humanos son, en caso de que sean ingeridas oralmente, 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 de unos cuatro granos de arroz sería suficiente para matar a una persona adulta. 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.

En el caso de la intoxicación superaguda se produce un síntoma inmediato en 2 ó 3 minutos. La hipoxia de las células bulbares de los centros respiratorio, cardíaco y vasopresor genera parálisis respiratoria, rigidez muscular, convulsiones, midriasis, coma y finalmente la muerte. En el caso de la intoxicación aguda, si esa es leve, los síntomas se producen a dosis bajas de ácido cianhídrico y consisten en cefaleas, vértigos,



IMPACTOS EN LA SALUD PÚBLICA

debilidad muscular, ángor, dificultad respiratoria, e incluso convulsiones. Una intoxicación aguda grave es muy similar, con cefaleas, vértigos, vómitos, dolor precordial, palpitaciones, disnea con respiración lenta e irregular, pérdida de conciencia, convulsiones, midriasis y enfriamiento progresivo. Generalmente el fallecimiento acaece entre 30 y 50 minutos tras la ingestión o inhalación, por parálisis respiratoria. Si el paciente sobrevive, la recuperación es rápida, aunque pueden quedar secuelas, como ciertas parálisis o Mal de Párkinson. La intoxicación crónica consiste en un cuadro de cefaleas, faringitis, sialorrea, alteraciones de la marcha, problemas cutáneos, pérdida de apetito y adelgazamiento.

No está de más recordar que el cianuro de hidrógeno, bajo el nombre de Zyklon B, se utilizó como agente genocida por los fascistas alemanes durante la Segunda Guerra Mundial. También es conocido por su denominación militar AN (para el cianuro de hidrógeno) y CK (para el cloruro de cianógeno). También se ha utilizado como veneno de suicida en caso de potencial captura por el enemigo, como en el caso de la familia Goebbels al final de la misma guerra.

Para las plantas y los animales, el cianuro también es altamente 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 mg/l son letales para especies acuáticas sensibles. Concentraciones subletales también afectan los sistemas reproductivos, tanto de los animales como de las plantas.

Arsénico

El arsénico y sus distintos compuestos son altamente tóxicos (toxicidad aguda: 1.4-2.4 mg/kg de peso -ingesta oral-, letal después de unas horas), especialmente el arsénico inorgánico. El arsénico se encuentra en forma nativa y, principalmente, en forma de sulfuro en una gran variedad de minerales que contienen cobre, plomo,

hierro (arsenopirita o mispickel), níquel, cobalto y otros metales. La presencia de arsénico en el agua potable puede ser el resultado de la disolución del mineral presente en el suelo por donde fluye el agua antes de su captación para uso humano, por contaminación industrial o por pesticidas.

La ingestión de pequeñas cantidades de arsénico puede causar efectos crónicos por su acumulación en el organismo. Intoxicaciones graves pueden ocurrir cuando la cantidad ingerida es de más de 100 mg. Se ha atribuido al arsénico propiedades cancerígenas. En el periodo medieval se utilizaba arsénico para matar clandestinamente a gente enemiga en su comida o sus bebidas.

En exposición a corto plazo, el arsénico es irritante para los ojos, la piel y el aparato respiratorio. Puede ocasionar efectos sobre el aparato gastrointestinal, el sistema cardiovascular, el sistema nervioso central y 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.

En el caso de la exposición a largo plazo, contactos repetidos o prolongados con arsénico por la piel pueden causar dermatitis. La sustancia puede tener efectos 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 y anemia. El Arsénico es cancerígeno para el ser humano. Pruebas sobre animales indican la posibilidad que esta sustancia pueda causar problemas en la reproducción y el desarrollo humano.

Mercurio

El mercurio es elemento muy tóxico, afecta el sistema nervioso, el sistema gastro intestinal y renal, produciendo temblores, pérdida de equilibrio corporal, ceguera parcial y otros efectos en caso de una intoxicación aguda. La exposición fetal puede producir abortos espontáneos y malformaciones congénitas. Los



efectos inmediatos que se puede provocar por la inhalación son escozor de garganta, dolor de cabeza, náuseas, pérdida del apetito y debilidad muscular. Por contacto con ojos y piel se pueden provocar enrojecimiento y irritación y por ingestión causa vómitos, diarrea, pérdida del apetito y debilidad muscular.

El mercurio es bio-acumulable y su vía principal de exposición es por la cadena alimenticia. La exposición prolongada o repetida puede provocar lesiones en los riñones, el cerebro y el sistema nervioso. La ingestión prolongada de alimentos contaminados con mercurio provoca la enfermedad conocida como de Minamata, la cual es un síndrome neurológico grave y permanente cuyos síntomas incluyen ataxia, alteración sensorial en manos y pies, deterioro de los sentidos de la vista y el oído, debilidad y, en casos extremos, parálisis y muerte.

El mercurio se alea fácilmente con muchos otros metales como el oro o la plata produciendo amalgamas, salvo con el hierro; y existe en la naturaleza naturalmente en diferentes tipos de minerales (sulfuro de mercurio o cinabrio -HgS-).

Drenajes Ácidos

Los drenajes ácidos provocan una continua contaminación de muy largo plazo del agua cercana y de los acuíferos; y facilitan el transporte y por ende, la diseminación de algunos de los metales citados infra a través del agua superficial y subterránea.

El drenaje ácido generado en las minas subterráneas, las minas de cielo abierto y las pilas de colas es uno de los más graves problemas ambientales de la explotación minera. La presencia de minerales sulfurados en contacto con el agua produce ácido sulfúrico en las aguas de drenaje, que puede presentar un pH extremadamente bajo, disolución de la roca adyacente y lixiviado de más metales, que en función del pH reducido pueden estar presentes en concentraciones muy por encima de la admisible en los cuerpos de agua y concentrarse de inmediato en los sedimentos o en los organismos.

El ácido sulfúrico es un líquido aceitoso transparente, incoloro e inodoro y muy

corrosivo. Si hay exposición a ácido sulfúrico concentrado en el aire, se irrita la nariz y se siente su olor penetrante. Hay riesgo de incendio o explosión al mezclarse el ácido sulfúrico concentrado con bases, sustancias combustibles, oxidantes, agentes reductores o agua. Al calentarse el ácido sulfúrico emite vapores sumamente tóxicos, entre los que se incluye el anhídrido sulfúrico.

Los efectos de la exposición de corta duración por inhalación pueden ser la sensación de quemazón, tos, dificultad para respirar y dolor de garganta, al contacto con la piel o los ojos se produce dolor, enrojecimiento y quemaduras graves de la piel o de los ojos, al ingerirse provoca dolor abdominal, sensación de quemazón, vómitos y colapso.

Metales Pesados

La gran mayoría de los metales pesados en concentraciones elevadas son tóxicos y eco-tóxicos, aunque para el ser humano algunos de ellos también cumplen la función de oligoelementos o elementos trazas, quiere decir que son necesarios para la salud humana en concentraciones muy bajas. La gran mayoría de ellos son cancerígenos (provocan el cáncer) o teratogénicos (provocan mutaciones genéticas y malformaciones congénitas).

Un hecho fundamental de tener en cuenta en relación a los metales pesados es que son residuales o mejor dicho bio-acumulables. Eso significa que se desplazan concentrándose 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 en el tejido del 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. 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.

Los metales pesados más comunes e importantes respecto a la salud humana y el medio ambiente son los siguientes:



Plomo (Pb)

El plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano y puede hacer daño principalmente después de ser ingerido en la comida, el aire o el agua.

Por la 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 al sistema nervioso y al cerebro en los niños nacidos. Es probada la relación entre el plomo ingerido con el agua potable y el retraso mental y físico infantil. El plomo contenido en el agua potable bebida por una mujer embarazada puede atravesar la placenta y depositarse en el cerebro del feto. Cerca 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.

El efecto del **saturnismo** pasa por una intoxicación crónica de plomo y ocurre por la absorción por vía cutánea y mucosa o por el aparato digestivo de plomo metálico u 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, 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 circulación, se presentan señales de anemia saturnina por la alterada síntesis de la hemoglobina y de glóbulos rojos a causa de la inactivación de las enzimas del metabolismo porfirínico. Luego, aparecen síntomas y signos 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 la caquexia.

Generalmente, las sales de plomo entran en el medio ambiente a través de los tubos de escape (principalmente los defectuosos) de los coches, camiones, motos, aviones y casi todos los tipos de vehículos motorizados que utilicen derivados del petróleo, siendo las partículas de mayor tamaño las que quedarán retenidas en el suelo y en las aguas superficiales, provocando su acumulación en organismos acuáticos y terrestres, y con la posibilidad de llegar hasta el hombre a través de la cadena alimenticia. Con respecto a su incidencia en el medio ambiente, el plomo se encuentra de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

En El Salvador se ha documentado el caso de contaminación plúmbica masiva por la empresa productora de baterías llamada "Record", localizada en el cantón Sitio El Niño, del municipio de Opico en el Departamento de La Libertad.

Cadmio (Cd)

El cadmio es uno de los metales más tóxicos, aunque podría ser un elemento químico esencial, necesario en muy pequeñas cantidades, pero esta función no está muy clara en la literatura médica todavía. Cuando la gente respira el cadmio, este puede dañar severamente los pulmones, lo que puede incluso causar la muerte. Otros efectos sobre la salud que pueden ser causados por el cadmio son: diarreas, dolor de estómago y vómitos severos, fractura de huesos, fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad, daño al sistema nervioso central, daño al sistema inmunológico, desordenes psicológicos y posibles daños en el ADN, provocando desarrollo de cáncer.

El cadmio consiste en la industria minera como subproducto inevitable de extracciones de zinc, plomo y cobre. Normalmente se encuentra en menas de zinc y se emplea especialmente en pilas. La ingesta de cadmio por los seres humanos tiene



lugar mayormente a través de la comida. El cadmio es bio-persistente y, una vez absorbido por un organismo, permanece por muchos años ya que se excreta muy lentamente. Los alimentos que son ricos en cadmio pueden en gran medida incrementar la concentración de cadmio en los seres humanos. Ejemplos son patés, champiñones, mariscos, mejillones, cacao y algas secas.

La mitad del cadmio (se estiman unas 25,000 toneladas, en total, por año, a nivel mundial) es liberado en los ríos a través de la descomposición de rocas, también es liberado al aire a través de incendios forestales y volcanes. El resto es liberado por las actividades humanas, como es la manufacturación. Las aguas residuales con cadmio procedentes de las industrias mayoritariamente terminan en los suelos. Las causas de estas corrientes de residuos son, por ejemplo, la producción de zinc, minerales de fosfato y las bio-industrias del estiércol.

Hierro (Fe)

A pesar de ser es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, el hierro puede ser peligroso para el medio ambiente. El hierro puede ser encontrado en la 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 todos los tejidos y células de nuestro cuerpo. Su déficit en materia de nutrición produce anemia.

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. La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores.

Cobre (Cu)

En concentraciones normales el cobre contribuye a la formación de los glóbulos rojos y al mantenimiento de

los vasos sanguíneos, nervios, sistema inmunológico y huesos y por tanto es un oligoelemento esencial para la vida humana. Sin embargo, como consecuencia de la alta acumulación de cobre en los tejidos, se presentan activaciones 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 Párkinson, la cual puede acompañarse de manifestaciones psiquiátricas y la aparición en la córnea de un anillo parduzco pericorneal. Se supone que el cobre disminuye la fertilidad en los machos y en las hembras.

Cromo (Cr)

Los compuestos de cromo (VI) son tóxicos al ser ingeridos, siendo la dosis letal de unos pocos gramos. En niveles no letales, el Cr (VI) es carcinógeno. La mayoría de los compuestos de cromo (VI) irritan los ojos, la piel y las mucosas. La exposición crónica a compuestos de cromo (VI) puede provocar daños permanentes en los ojos. La exposición a bajas concentraciones, el cromo produce dermatitis alérgica, ulceración de la piel y genera efectos cancerígenos; mientras que la exposición a largo plazo puede causar daños renales y hepáticos; la exposición prolongada ocasiona problemas al sistema circulatorio y al sistema nervioso.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda desde 1958 una concentración máxima de 0.05 mg/litro de cromo (VI) en el agua de consumo. El cromo se acumula a menudo en la vida acuática, sumando el peligro de comer pescados que pudieron haber estado expuestos a altos niveles del cromo.

Manganeso (Mn)

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



IMPACTOS EN LA SALUD PUBLICA

supervivencia de los humanos, sino que también es 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 dosis es demasiado alta, aparecerán problemas de salud.

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 Párkinson, 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.

Aluminio (Al)

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.

Selenio (Se)

El selenio se encuentra muy distribuido en la corteza terrestre en la mayoría de las rocas y suelos, se halla en concentraciones entre 0,1 y 2,0 ppm. Raramente se encuentra en estado nativo obteniéndose principalmente como subproducto en el refinado del cobre.

El selenio está considerado un elemento peligroso para el medio ambiente por lo que sus compuestos deben almacenarse en áreas secas para evitar filtraciones que contaminen las aguas. Para el ser humano puede ser dañino, y puede provocar caída del cabello o de las uñas, adormecimiento de dedos de las manos y pies, problemas circulatorios, fatiga, irritabilidad nerviosa, daño al tejido fino del riñón y del hígado y daño severo al sistema nervioso. El selenio es bio-acumulable, causando alto contenido en el pescado y otros organismos.



algunos impactos socioeconómicos

5

Algunos Impactos Socioeconómicos

Sin la pretensión de agotar el análisis de los efectos sociales, además de los impactos macro, meso y micro económicos que generaría el despliegue de la industria minera en el país, consideramos importante tomar en cuenta algunos elementos centrales que aparecen en la discusión pública sobre la minería metálica en El Salvador; puesto que entre otras cosas, se escucha muy frecuentemente el argumento de las empresas mineras transnacionales, como Pacific Rim, que estos proyectos extractivos generarían un gran número de empleos y un enorme empuje al desarrollo de una región que está enfrentando una situación de fuerte marginalización económica y social dentro del país.

¿Pero, son ciertas y cuantificables estas promesas tal como lo pronostica Pacific Rim en su informe de EIA de "El Dorado"?

"La enfermedad holandesa" en El Salvador

Sin mencionar los impactos antes descritos, a pesar que se moverían centenares de millones de dólares en pocos años; en relación al impacto económico a nivel nacional, se debe suponer que este va ser más bien negativo como consecuencia del fenómeno macroeconómico llamado la "enfermedad holandesa"²⁵. En muchos países con cantidades significativas de recursos naturales no renovables se pudo y/o se puede observar que los efectos económicos a nivel nacional derivados de su explotación, han sido y/o son negativos, por la concentración abrupta de una importante parte de la fuerza productiva y de las inversiones en esta rama económica, y por la falta de una reinversión de los beneficios económicos de este estrato económico potente durante el período de la extracción en otros sectores socioeconómicos como la educación y salud pública, la infraestructura y el fomento de otros sectores de la base productiva nacional.

El hecho que casi todas las ganancias de la industria de explotación de los recursos naturales se vaya del país; y las pequeñas regalías que quedan lleguen a manos de unos pocos, violenta los intereses y derechos de toda la población salvadoreña (sin tener que mencionar a las generaciones de salvadoreños y salvadoreñas que aun no han nacido); mas aun si vemos que por esa actividad depredadora crecen los precios de los bienes locales (precios de las casas, terrenos, servicios, entre otros) y los salarios de la gente formada (que además de ser muy pocos, usualmente no provienen de las comunidades locales), lo que desestimula las inversiones en otros estratos productivos de bienes negociables de alto valor. Como consecuencia, crecería el abandono de otras actividades o sectores productivos y un aumento generalizado del costo de la vida, por el incremento de los precios de todos los bienes de uso o consumo cotidiano no negociables (cereales, vegetales, leña, leche, etc. para el autoabastecimiento) y una desvalorización de la economía local.

El efecto económico nacional negativo será aún más grande cuando se termine la explotación de estos recursos naturales de alto valor, las corporaciones mineras transnacionales se vayan, y dejen detrás una economía nacional seriamente debilitada.

Si uno toma en cuenta que los impactos ambientales por la contaminación con cianuro, arsénico, metales pesados, incluso la acidificación de las cuencas pueden alcanzar los 2/3 del territorio nacional; en esta situación se podría afectar la salud de las poblaciones ubicadas en la cuenca entera del río Lempa y sus sub-cuencas, más el 30% de la población capitalina que ANDA abastece desde el cauce de agua superficial del río Lempa.

Los impactos ambientales provocados por los 25 proyectos mineros de las empresas mineras podrían provocar que unos 4 millones de habitantes de El Salvador o sea un 55% de la

²⁵ El nombre "enfermedad holandesa" proviene del descenso macro-económico que los países bajos experimentaron en los años 60 del siglo pasado, después de haber encontrado grandes cantidades de combustibles fósiles en sus orillas de su costa atlántica. Otro ejemplo famoso para este fenómeno complejo el es casi bancarrota del estado español a los fines de su dominación colonial. En el presente son sobre todo países como el Perú, Chile, Venezuela, Nigeria, Suráfrica etc. los que enfrenten efectos de la enfermedad holandesa. Como ejemplos de países, que lograron enfrentar los efectos de la enfermedad holandesa con políticas estatales de reinversión en la economía nacional inteligentes se puede mencionar Filipinas y Botsuana.



población total, sufra consecuencias serias en su salud. Eso significaría - aparte de la tragedia humana que eso representaría - un daño económico brutal por los costos de tratamientos médicos y las complicaciones y secuelas derivadas.

La dependencia de recursos de alto valor como el oro reduce el ritmo de crecimiento económico. La dependencia del petróleo y de minerales produce un tipo de crecimiento económico que ofrece pocos beneficios directos a la población más pobre; más aún, la dependencia del petróleo y los minerales hacen más difíciles las formas de crecimiento en favor de la población de bajos recursos, debido a la mencionada "enfermedad holandesa". La dependencia de los minerales está fuertemente correlacionada con la desigualdad en el ingreso. Además, los Estados que dependen de recursos naturales de alto valor son excepcionalmente vulnerables a los choques económicos.

El desarrollo extractivo minero frecuentemente es promovido, por las empresas y a veces hasta por los gobiernos, como un camino obvio - incluso necesario - para los países en desarrollo contemporáneos que buscan el crecimiento económico sostenido. Un estudio de Oxfam América (Power, 2002), sin embargo, muestra que en los hechos esa teoría es equivocada.

La minería aisladamente nunca fue un factor estimulante significativo para el desarrollo económico de ninguna de las tres naciones que se menciona siempre en este contexto: Estados Unidos, Canadá y Australia. La minería contribuyó sólo con un pequeño porcentaje del producto económico total y no predominó en sus exportaciones. En esos países, el grado de dependencia de la minería no tuvo nunca, en ningún lugar, la magnitud de la dependencia que se produce hoy en las naciones del llamado tercer Mundo.

Lo que sí es claro, es que a medida que la minería se trasladó de un lugar a otro, dejó con frecuencia una secuela de pueblos fantasma o economías locales deprimidas. Los efectos económicos colaterales de las explotaciones mineras - bajos ingresos, alto desempleo y pobreza - persisten hasta la fecha en Estados Unidos.

Ganancias de las empresas mineras, los municipios y el Gobierno salvadoreño

Es difícil hacer cálculos exactos sobre las ganancias totales que se van a llevar las empresas mineras por sus actividades extractivas en El Salvador. Sin embargo, lo que está claro son los porcentajes que cada parte va cobrar, según lo establecido en la Ley de minería vigente: Las empresas mineras -como la Pacific Rim- ganan el 98%, los municipios y el Gobierno salvadoreño se quedan cada uno con 1% del total de las ganancias. Este monto total, tampoco es fácil de predecir, porque finalmente depende de las cantidades de metal extraídas y del precio internacional del oro. Haciendo cálculos en base al precio actual de US\$ 740 por onza de oro y US\$ 10 para la onza de plata (al mes de noviembre de 2008), se puede estimar una ganancia total de 395 millones de dólares por proyecto minero en el lapso de tiempo de operación total de 6 años, y si se realizarían los 25 proyectos, sería un total de unos 9,900 millones de dólares en 6 años.

En consecuencia, esto daría un total de 9,700 millones (9.7 millardos) de dólares para las empresas mineras y unos US\$ 98.6 millones de beneficios totales a los municipios y al Gobierno central por las regalías pagadas a cada uno por las empresas mineras.

Creación de puestos de trabajo

Durante los 6 años de operación, según Pacific Rim, el proyecto minero en "El Dorado" proveería directamente empleo a unos 237 obreros, de los cuales 148 serían reclutados en nivel local, y produciría unos 403 puestos de trabajos más por efectos indirectos. Extrapolando estas cifras, los 25 proyectos mineros planificados darían trabajo a unas 13,775 personas, directa e indirectamente.

Aunque vista aisladamente esa cifra parece ser importante, en relación con los aproximadamente 4.6 millones de personas que forman la población económicamente del país, los 25 proyectos mineros darían empleo a sólo un 0.3% de la misma. Además, hay que suponer, que los obreros y empleados administrativos contratados por las empresas mineras no serían



del estrato social más bajo o marginalizado, pues manejar químicos de muy alta toxicidad como es el cianuro o explosivos como el ANFO (mezcla de nitrato de amonio con diesel) demanda un cierto nivel de formación técnico o profesional.

Soberanía y seguridad alimentaria

A partir de los datos del Índice de Desarrollo Humano (IDH), se observa que los 94 municipios de la Zona norte del país tienen un valor inferior al IDH nacional, el cual se calcula en 0.731. Es una de las regiones económicamente más marginalizadas del país, que en su economía pobre depende fuertemente de la agricultura y ganadería, en primer lugar como medio para el auto-sostenimiento de las familias, y en segundo también para generar un cierto ingreso familiar comercializando una parte de estos productos naturales.

Aunque bastante contaminado, El Lago Suchitlán tiene un gran valor como bien común para la alimentación de la gente de esa zona por ser recurso de pesca, piscicultura y turístico. Y luego, la parte baja de la cuenca del Río Lempa, como es la zona más productiva en alimentos básicos por su agricultura intensa y también la pesca marina, puede ser considerada como un nicho indispensable para el logro de la soberanía alimentaria de este país.

Considerando estos hechos, hay que decir que poner en riesgo la integridad territorial y ecosistémica, además agotar los recursos naturales no renovables de la cuenca entera del Río Lempa significaría también meter en serio peligro la capacidad de autoabastecerse de esta sociedad y en consecuencia renunciar a su soberanía y seguridad alimentaria.

Pobreza

También se tiene que evaluar cómo los Estados que dependen de la explotación de recursos naturales no renovables de alto valor como por ejemplo el petróleo, los diamantes y los minerales enfrentan los intereses de los pobres. La dependencia de estos

recursos naturales está muy relacionada con precarias, y muchas veces infra humanas, condiciones de vida para los pobres. Así tenemos que:

- El promedio del nivel de vida en los Estados que dependen del petróleo y de minerales es excepcionalmente bajo - más bajo de lo que debería ser, dada la renta per cápita de los mismos.
- Existe una fuerte correlación entre niveles altos de dependencia de minerales y altos índices de pobreza.
- Los Estados que dependen del petróleo y de minerales muestran índices de mortalidad infantil excepcionalmente altos.
- La dependencia del petróleo (y de otros modelos extractivos) también se relaciona con índices altos de desnutrición infantil, así como con una inversión baja en salud pública, un bajo nivel de matrícula en escuelas de educación primaria y secundaria, y altos niveles de analfabetismo.
- La dependencia de minerales está muy correlacionada con la desigualdad en los ingresos.
- Los Estados que dependen tanto de petróleo como de los minerales son excepcionalmente vulnerables a los choques económicos.

Los gobiernos de naciones con de recursos naturales de alto valor sufren los efectos dañinos de la dependencia del petróleo y de los minerales. Los Estados dependientes de estos recursos naturales tienden a sufrir de niveles inusualmente altos de corrupción, gobiernos autoritarios, ineficacia gubernamental, gastos militares elevados y situaciones de violencia armada.

En síntesis, la dependencia de recursos naturales de alto valor está fuertemente correlacionada con una baja calidad de la atención en la salud, altas tasas de malnutrición infantil, altas tasas de mortalidad infantil y también con un bajo desempeño en educación, incluyendo bajas tasas de matrícula en escuelas primarias, y bajas tasas de alfabetismo en adultos. El Salvador no tiene condiciones para ser la excepción.



6

escenarios futuros de los principales impactos ambientales

Escenarios futuros de los principales impactos ambientales

En este capítulo, nos acercamos a escenarios (realidades) que probablemente se producirían si un día se realizan proyectos de minería aurífera en El Salvador. En esta investigación, sin embargo nos concentramos sobre todo en los aspectos ambientales y dejamos de lado otros impactos que por las limitantes de este ejercicio, nos son mucho más difíciles a estimar.

Para poder evaluar estos resultados, primero exponemos aquí los límites permisibles correspondientes como valores de referencia, teniendo en cuenta que estos datos no nos brindan información sobre la toxicidad de estas sustancias de manera concluyente, ya que los límites permisibles siempre son el resultado procesos de acuerdos políticos institucionales, y no se basan únicamente en conocimientos científicos.

La legislación vigente de El Salvador no establece ningún tipo de límites permisibles para tóxicos en el medio ambiente. En consecuencia, para las aguas de descarga de la actividad minera se hace referencia a los parámetros internacionales. Se han tomado en cuenta los valores de la agencia ambiental del Banco Mundial (BM) para la actividad minera, de la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de los valores de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EEUU) en lo relacionado a la posibilidad de vida acuática, los límites permisibles canadienses (CA) en lo relativo al agua potable y los límites permisibles suizos (SUI) en lo relativo al agua industrial al inducir en aguas superficiales (ver Tabla 4).

Tabla 4: Límites permisibles del Banco Mundial (BM), la Organización Mundial de la Salud (OMS), Estados Unidos (EEUU), Canadá (CA) y Suiza (SUI) para los diferentes compuestos tóxicos comunes en aguas residuales de minas

	BM	OMS	EEUU	CA	SUI
pH	6.0 - 9.0	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0
TDS [mg/l]	1.000	-	500	500	20
Cianuro total [mg/l]	1	-	0.0052	0.2	0.1
Arsénico [mg/l]	0.1	0.01	0.15	0.005	0.1
Plomo [mg/l]	0.1	0.01	0.0025	0.001	0.5
Cromo [mg/l]	0.1	0.05	0.011	-	2
Mercurio [mg/l]	0.01	0.001	0.00077	0.001	0.05
Cobre [mg/l]	0.5	2	0.009	1	0.5
Zinc [mg/l]	2	3	0.12	5	2
Aluminio [mg/l]	-	-	0.087	0.1	-
Hierro total [mg/l]	3.5	-	1	0.3	-
Manganeso total [mg/l]	-	0.05	-	0.05	-
Sulfatos [mg/l]	250	250	250	200	*
Sulfitos [mg/l]	1	1	1	1	*

El EIA de Pacific Rim de la mina "El Dorado" enuncia que el proyecto "El Dorado" cumpliría con los lineamientos del Grupo del Banco Mundial (World Bank Group, WBG). Sin embargo, estos lineamientos son en muchos aspectos, como puede verse en la tabla anterior, mucho más débiles que los que son requeridos para operar una mina en Canadá o los Estados Unidos.

Concentraciones representativas para el contexto de la minería

Para documentar el nivel de intoxicación de lugares de extracción minera, en las Tablas 5 y 6 presentamos los resultados de campo de dos estudios técnicos sobre los impactos ambientales de la minería, conducidos por Bianchini en los últimos años en la mina San Martín en Honduras y San Sebastián en la Unión, El Salvador.



Tabla 5: Resultados de análisis de aguas superficiales cerca la mina San Martín (SM), Valle Siria, Honduras, y mina San Sebastián (SS), La Unión, El Salvador.

	Quebrada Agua Tibia Abajo (SM)	Quebrada Guanijiquil (SM)	Salida de la mina (SM)	Quebrada El Comercio (SS)	Quebrada El Taladrón (SS)	Dique de lixiviación (SS)
pH	6.95	6.35	9.35	3.01	2.70	8.16
Cianuro total [mg/l]	2.11	3.03	6.21	0	0	2.6
Arsénico [mg/l]	0.51	0.76	0.12			
Plomo [mg/l]	0.34	0.51	0.10			
Cromo [mg/l]	0.41	0.21	N	4.1	43.2	5.7
Mercurio [mg/l]	0.02	0.09	N			
Cobre [mg/l]	0.32	0.42	0.12			
Cinc [mg/l]	0.54	0.18	0.11	0.1	0.03	0.07
Aluminio [mg/l]	0.53	0.67	N	180	2.9	0.16
Hierro total [mg/l]	0.89	1.12	0.23	97	28.2	0.43
Manganeso total [mg/l]				2.3	29.3	0.23
Sulfatos [mg/l]				973	3,030	16.5
Sulfitos [mg/l]				1.2	2	0.1

En verde los valores de agua considerados no potables pero válidos para aguas de descargue de la actividad minera. En amarillo los valores fuera de la norma de aguas potables y también fuera de los valores de aguas de descargue de la actividad minera. N := No detectable.

Tabla 6: Resultados de análisis de agua de pozos cerca la mina San Martín, Valle Sirí, Honduras.

	Pozo para consumo doméstico de Entre Mares	Pozo para consumo doméstico Pedernal
pH	7.54	6.85
Arsénico [mg/l]	0.21	0.33
Plomo [mg/l]	N	0.16
Cromo [mg/l]	N	0.22
Mercurio [mg/l]	0.01	N
Cobre [mg/l]	0.11	0.23
Cinc [mg/l]	N	N
Aluminio [mg/l]	0.12	0.32
Hierro total [mg/l]	1.37	0.76

En verde los valores de agua considerados no potables pero válidos para aguas de descargue de la actividad minera. En amarillo los valores fuera de la norma de aguas potables y también fuera de los valores de aguas de descargue de la actividad minera. N := No detectable.

Los valores de metales tan altos son muy preocupantes. Los metales pesados son residuales o bioacumulables, quiere decir que se transmiten y se acumulan en el tejido de los seres vivos a lo largo de la cadena alimenticia, por lo cual los representantes más altos en la cadena alimenticia como el ser humano tienen niveles de concentraciones de estas sustancias más altas que los representantes bajos en la cadena alimenticia. Todos los metales analizados son cancerígenos y teratogénicos²⁶.

La Organización Mundial de la Salud advierte 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 como niveles de atención, valores de 70 µg/dl como altamente peligrosos.

En el análisis de un muestreo de 10 personas en las aldeas de Nueva Palo Ralo y el Pedernal en el Valle de Siria,

²⁶ Teratogénicos se llaman sustancias que provoquen malformaciones anatómicas macroscópicas y anomalías del desarrollo más sutiles como p. ej. el retraso del desarrollo intrauterino, alteraciones conductuales, muerte intrauterina y otras deficiencias funcionales.



ESCENARIOS FUTUROS DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

Honduras, donde se concentran desde hace varios años actividades extractivas de metales preciosos, se observó una concentración promedio de arsénico de 156.6 µg/dl (dev. 48.8 µg/dl) con un máximo de 263 µg/dl y un mínimo de 102 µg/dl en la sangre de la gente examinada. Para el plomo se analizó una concentración promedio de 111.5 µg/dl (dev. 21.6 µg/dl) con un máximo de 173 µg/dl y un mínimo de 75 µg/dl en la sangre de la gente examinada. Se puede notar que 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.

En el caso de Nueva Palo Ralo cerca de la mina San Martín, valle de Siria, Honduras, el impacto de estas intoxicaciones crónicas por el agua ingerida y el aire respirado en la salud colectiva es alarmante. Hay que saber, que la mortalidad infantil en Honduras es de 25,82/1000, quiere decir 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. Eso significa que en Nueva Palo Ralo la mortalidad infantil es 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.

Proyección de los impactos a nivel nacional

Como primera aproximación a lo que podría provocar la minería metálica en gran escala, como lo planifica Pacific Rim y otras 10 corporaciones mineras, como impactos ambientales y socioeconómicos en El Salvador, se calcula en la siguiente proyección o sea la extrapolación de los datos del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de la mina "El Dorado" que Pacific Rim entregó al MARN y de documentos científicos internacionalmente reconocidos²⁷, a la cantidad total de minas que son planificadas, es decir a los 25 proyectos mencionados anteriormente (24 proyectos con permiso de exploración y uno en espera de la concesión de explotación).

Para conocer el radio de impacto de los proyectos extractivos, se calculó con las cifras oficiales para las cuencas afectadas, quiere decir para la cuenca del Río San Francisco se calculó con los datos del departamento de Cabañas y para el corredor entero de extracción minera se calculó con la cuenca del Río Lempa, la cuenca del río Grande de San Miguel, la cuenca del Río Goascoran y la cuenca del río Jiboa, quiere decir el terreno afectado incluiría los departamentos de Santa Ana, de Chalatenango, de Cabañas, de Cuscatlán, de San Miguel, casi la totalidad de Morazán, la mitad de San Salvador, la mitad de la Libertad, casi la totalidad de San Vicente, la Unión y Usulután (ver mapas 4 y 5).

²⁷ Hay que tener en cuenta que el EIA de Pacific Rim (Brito, 2005) no brinda la información completa que se necesita para hacer los siguientes cálculos, sobre todo las cifras exactas sobre la cantidad total de cianuro que se aplicaría en una mina como esta en "El Dorado" ausentan en este documento, por lo cual se utiliza las cantidades de cianuro que se utiliza normalmente en procesos de lixiviación (1 tonelada de sodio de cianuro (NaCN) para extraer 6 kilogramos de oro (Au)), documentado por un artículo publicado en la revista científica "Ecotoxicology and Environmental Safety" (Korte, 2000).



Mapa 4: Proyectos mineros planificados y los mayores sistemas hídricos en El Salvador.



Mapa 5: Regiones hidrográficas de El Salvador.





Tabla 7: Extrapolación de los datos técnicos de la mina "El Dorado" a los 25 proyectos extractivos planificados en El Salvador (estado al mes de noviembre de 2008)

	Mina "El Dorado"	Los 25 proyectos planificados
Oro extraído	Total: 490,758 onzas onz en 6 años (a) ²⁸ 81,793 onz./a = 2,544 kg/a = 227 onz./d = 7.1 kg/d	Total: 12,268,950 onz en 6 años 2,044,825 onz./a = 63,594 kg/a = 5,680 onz./d = 170 kg/d
Plata extraída	Total: 3138,016 onzas onz en 6 años (a) ²⁹ 523,003 onz./a = 16,265 kg/a = 1,452 onz./d = 45.2 kg/d	Total: 78,450,400 onz en 6 años 13,075,067 onz./a = 406,635 kg/a = 36,320 onz./d = 1,130 kg/d
Mineral crudo extraído (conc. prom. 9.89 gAu/to.)	Total: 1.38 mio. de toneladas (to.) en 6 años ³⁰ 230,000 to./a = 639 to./d	Total: 33 mio. de toneladas en 6 años 5,750,000 to./a = 15,972 to./d
Agua consumida	Agua bombeada fuera de la mina: Ép. seca: 52 - 53 L/seg. ³¹ = 4,536,000 L/d Ép. d. lluvia: 92 - 108 L/seg. = 8,640,000 L/d Total: $2.4 \cdot 10^9$ litros por año prom.: 6'588'000 L/d = 29,399 L/onza de oro Agua consumida por la lixiviación: prom.: 10.4 L/seg. ³² = 898,560 L/d = 3,955 ³³ L/onza de oro Total: $324 \cdot 10^6$ litros por año	Agua bombeada fuera de las minas: Ép. seca: 1,313 L/seg. = 113400,000 L/d Ép. d. lluvia: 2,500 L/seg. = 216,000,000 L/d Total: $60 \cdot 10^9$ litros por año prom.: 164,700,000 L/d = 29,399 L/onza de oro Agua consumida por la lixiviación: prom.: 260 L/seg. = 22,464,000 L/d = 3,955 L/onza de oro Total: $8.1 \cdot 10^9$ litros por año
Cianuro aplicado	Con 1 to. de sodio de cianuro (NaCN) por 6 onz. de oro ³⁴ 13,632 to./a = 38 to./d	Con 1 to. de sodio de cianuro (NaCN) por 6 onz. de oro 340,804 to./a = 947 to./d
Terreno afectado	Terreno certificado = 75 km ² ³⁵ Terreno ocupado por la mina = 43.102 ha ³⁶ Área de la cuenca afectada = 1,104 km ²	Terreno certificado = 1,875 km ² Terreno ocupado por la mina = 1,078 ha Área total de las cuencas de la zona afectada = 16,000 km ² = 72% del territorio nacional.
Ganancias	Por el oro ³⁷ : 363 mio. US\$ / 6 años Por la plata ³⁵ : 31 mio. US\$ / 6 años Total: 395 mio. US\$ / 6 años Pacific Rim: 378 mio. US\$ en 6 años El Salvador: 3.9 mio. US\$ en 6 años Los municipios: 3.9 mio. US\$ en 6 años	Por el oro: 9,100 bio. US\$ / 6 años Por la plata: 785 mio. US\$ / 6 años Total: 9,900 mio. US\$ / 6 años Empresas mineras: 9,700 mio. US\$ en 6 años El Salvador: 98.6 mio. US\$ en 6 años Los municipios: 98.6 mio. US\$ en 6 años
Empleos y población afectada	Empl. directos = 237 personas (148 locales) ³⁸ Empl. indirectos = 403 personas (todos loc.) Empl. locales total = 551 personas Personas afectados en la cuenca del Río San Francisco = 214,150 personas	Empl. direct. = 5,925 personas (3,700 loc.) Empl. indirect. = 10,075 personas (todos loc.) Empl. locales total = 13,775 personas = 0.3% de la cap. prod. ³⁹ Personas afectados en las cuencas del Río Lempa en total = 3,990,608 personas = 56% de la población total.

28 Moran, 2005, p. 3, y D. Larios de Lopez, 2008, p. 4.

29 1 onza Troy (onz.) = 31.1 gramos (g).

30 Brito (Pacific Rim), 2004, p. 1-22.

31 Brito (Pacific Rim), 2004, p. 6-40.

32 Moran, 2005, p. 2.

33 Este dato corresponde bien con los 3,700 L/onz. de Larios Lopez, 2008, p. 4.

34 Korte, 2000, p 242.

35 Brito (Pacific Rim), 2004, p. 6-66.

36 Planta de beneficiado mineral = 1.932 ha, presa o dique de colas = 38.5 ha y caminos de acceso = 2.67 ha (Brito, 2004, p. 6-66).

37 Calculando con 740 US\$ por onza de oro y 1,000 US\$ por onza de plata (precios 11/2008).

38 Brito (Pacific Rim), 2004, p. 6-11.

39 Capacidad productiva nacional: años productivos / duración de vida promedia * población total = 40/60 * 7,144,560 personas = 4,763,040 personas (datos crudos ver Tabla ???).



ESCENARIOS FUTUROS DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

Tal como se puede ver en la Tabla 7, los 25 proyectos extractivos planeados podrían extraer en total unos 12 millones de onzas de oro y unos 78 millones de onzas de plata, movilizando unos 16,000 toneladas de mineral crudo por día, aplicando unas 950 toneladas de cianuro y gastando unos 22 a 164 millones de litros de agua diariamente para el proceso de la lixiviación y el bombeo del agua subterránea en el sistema de galerías de extracción.

Estas actividades quizás generarían una ganancia total de alrededor de unos 10 miles millones de dólares, de los cuales más de 9100 millones serían para las mineras y sólo unos 99 millones de dólares quedarían a cada uno, al Gobierno salvadoreño y a los municipios donde se ubicarían los proyectos. Generarían quizás unos 14,000 empleos locales, lo que equivale a 0.3% de la población económicamente activa de este país, creando riesgos de dejar detrás casi 4 millones de personas (más de 50% de la población salvadoreña) y 16,000 km² (el 72% del territorio nacional) afectados en su salud humana y el entorno natural.

Río Lempa y el agua potable de San Salvador: un análisis ecosistémico.

Como ya hemos mencionado anteriormente, después del reciclaje físico y la reducción química por el proceso INCO, un 0.05% del cianuro sódico (NaCN) del total que se aplicaría en el proceso de la lixiviación se quedaría en estos desagües (Korte et al., 2000). Según la Pacific Rim, estas aguas se almacenarían durante los meses de verano en una laguna de colas, y durante la época de lluvia se las echaría al drenaje ácido de la mina que se desemboca en el Río San Sebastián, cuenca abajo del dique de colas.

Según Korte (2000), con una tonelada de NaCN se extrae aproximadamente 6 kg de oro (Au). El agua de tratamiento del proceso extractivo contiene 125 toneladas de cianuro en unos 365,000 metros cúbicos de agua. Por el proceso de recuperación y reducción, el contenido del cianuro en estas aguas se reduce a un nivel de 0.05%, entonces los desagües después del proceso de la lixiviación contiene

62.5 kg NaCN en estos mismos 365,000 m³, lo que son 1.7 10⁻⁷ kg/l, es decir 0.17 mg/l.

Entonces, incluso en el caso de la producción "normal", el agua que se va depositando junto con las colas en el dique de almacenamiento muestra una concentración de cianuro que está claramente encima de los límites permisibles de la mayoría de los países desarrollados para agua potable o ecosistemas acuáticas (ver Tabla 4). Para hacer estimaciones acerca de la distribución ambiental del cianuro y de otras sustancias potencialmente peligrosas para la salud humana y el medio ambiente, como la que presentamos a continuación, se aplica una metodología llamada análisis de sistemas o análisis de flujo de materia.

La idea central de este método de calcular concentraciones en distintos compartimientos ambientales es de transformar las concentraciones de una sustancia (dadas por ejemplo en mg/L), con el flujo de agua conocido (p. ej. agua del proceso de lixiviación, agua del drenaje ácido, agua lluvia, dados por ejemplo en L/seg. o m³/seg.) en flujos de materia (dados p. ej. en toneladas por día o mg/seg.) cada vez que los flujos de materia cambian de compartimiento; y luego de nuevo, calcular las concentraciones correspondientes en el otro compartimiento ambiental con la cantidad de agua que comprende este otro sub-sistema.

Conociendo las características de las distintas sustancias, se pueden hacer ciertas suposiciones sobre el comportamiento de una sustancia en cierto sistema ambiental; es decir, estimar por ejemplo la fracción de cianuro que se va a emitir a la atmósfera del entorno natural por evaporación, a partir del total de cianuro que se va depositando en la laguna de almacenamiento.

El objetivo de este método no es de producir datos exactos sobre las concentraciones que se puede estimar para cada uno de los compartimientos ambientales, sino más bien es facilitar la construcción de "escenarios" con los diferentes factores sistémicos para obtener al final una idea sobre como las sustancias se podrían propagar en el medio ambiente, cual serían los procesos de transformación más importantes y en cual parte del sistema

ESCENARIOS FUTUROS DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

se produciría las fluctuaciones más importantes en los resultados⁴⁰. En las ciencias de medio ambiente, el objetivo de este tipo de métodos es de facilitar estimaciones más o menos correctas, y no calcular datos exactamente falsos⁴¹.

De esta manera se puede calcular las concentraciones de los distintos tóxicos en los distintos compartimientos ambientales para dos escenarios diferentes:

El primer escenario (ZN) se refiere a la situación que se podría generar cuando se realicen en la zona norte de El Salvador, 5 proyectos mineros similares a la mina "El Dorado", calculando las concentraciones de cianuro, mercurio, arsénico y los metales pesados más tóxicos y más frecuentes (plomo, aluminio y cinc) en el drenaje ácido, en la lluvia que se precipita en la zona y en el agua potable para la Zona Metropolitana de San Salvador, que se extrae del Río Lempa poco antes de llegar al Lago Suchitlán.

El segundo escenario (ES) sólo calcula la concentración del cianuro y del mercurio en la lluvia ácida en toda el territorio afectado de la cuenca del Río Lempa, que se podría producir en condiciones ambientales desfavorables, es decir cuando el viento no lleve estas lluvias ácidas hacia el Pacífico o por el este, en dirección de Honduras, para que se precipiten en estas tierras.

Las concentraciones del cianuro del inicio del proceso de lixiviación se calcula por los datos de Korte (2000)

con los datos de la cantidad total de oro que Pacific Rim dice en el EIA de la mina "El Dorado" que va a extraer. Luego se aplica un factor de reducción de 0.05% (Korte, 200) para las concentraciones después el proceso INCO. Las cantidades de agua de bombeo y de lixiviación aparecen en los datos del EIA de la mina "El Dorado" ya mencionado⁴². Luego se calcula con fracciones de evaporación de 50% (época de lluvia) a 75% (época seca) y con un factor de eliminación del cianuro en la lluvia por radiación UV de 20%.

Para las concentraciones del mercurio, del arsénico y de los metales pesados se sale de las concentraciones observadas en la mina San Martín en Honduras, se aplica las mismas cantidades de agua de bombeo y de lixiviación ya anteriormente mencionado. Para el mercurio se supone que se emite un factor de 20% de la cantidad que tienen los drenajes ácidos a la atmósfera. Y para los metales pesados (menos el arsénico) se calcula con una fracción de 10% que se quedaría en los riachuelos por sedimentación y no llegaría hasta la toma de agua para San Salvador. Las cantidades de agua de lluvia se calculan por los promedios mensuales de las estadísticas del SNET de los últimos 30 años (1971 - 2001).

Los resultados que se pueden estimar de esta manera se presentan en las siguientes tablas 8, 9 y 10, (en cada tabla están marcadas del mismo color las concentraciones de los contaminantes más significantes y los límites permisibles correspondientes).

40 Por ejemplo, siempre se puede observar fluctuaciones muy grandes en las concentraciones de los diferentes metales pesados en los desagües que salen con el drenaje ácido de la mina en consecuencia de procesos de acumulación microbiológica de estas sustancias durante la época seca o también en diferentes procesos productivos que fluctúan diariamente. Entonces tomando en cuenta este fenómeno, sería poco razonable de discutir en detalle si la fracción del mercurio que se transmite del flujo del DAM a la atmósfera por evaporación sería de 10% o de 20%, o si la sedimentación de los distintos metales pesados por floculación con partículas disueltas sería de unos porcentos o si se podría descuidar este factor de "perdida" de metales pesados dentro de un compartimiento ambiental completamente.

41 En este contexto es interesante mencionar que con los datos de Pacific Rim para la cantidad de agua que se aplicaría para la lixiviación y las cantidades de cianuro que se necesitaría para extraer la cantidad de oro que se da en el EIA para la mina "El Dorado", uno obtiene una concentración de cianuro en el agua de lixiviación de 41.1 g/L, sin embargo en la literatura científica se habla de unos 300 a 500 mg de sodio de cianuro por litro de agua, datos que corresponden con lo que calcula Korte (2000). La explicación para esta inconsistencia grave es, que muy probablemente el dato de la cantidad de agua que Pacific Rim dice que se utilizaría para la lixiviación, es falso y tendría que ser mucho más alto que se da en el EIA de Pacific Rim.

42 Se supone que las minas van a echar la cantidad del agua de lixiviación en el drenaje ácido, que consiste en su mayoría en el agua del bombeo. No se considera que la empresa minera indique estas desagües durante la época seca y sólo echarlas a los riachuelos cuenca abajo de la mina durante la época de lluvia, porque parece poco creíble este procedimiento, y además sólo disminuiría la concentración del cianuro en el agua potable de San Salvador durante la época seca para aumentar aun más la concentración del cianuro en las pocas lluvias que caen durante esta época - lo que en realidad representa el peligro más importante provocado por este tóxico.



ESCENARIOS FUTUROS DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

Tabla 8: Concentraciones estimadas de cianuro y mercurio para el escenario "Zona Norte"

Escenario 5 proyectos ZN	Cianuro	Mercurio
Epoca seca		
Drenaje ácido DAM	0.46 mg/L	0.09 mg/L
Luvia	0.31 mg/L	0.0062 mg/L
Agua potable	0.0039 mg/L	0.00076 mg/L
Epoca de lluvia		
Drenaje ácido DAM	0.53 mg/L	0.09 mg/L
Luvia	0.027 mg/L	0.0015 mg/L
Agua potable	0.0033 mg/L	0.0013 mg/L
Límites permisibles		
agua potable (CA)	0.20 mg/L	0.001 mg/L
aguas residuales industriales (SUI)	0.10 mg/L	0.05 mg/L
aguas de sistemas acuáticas (EEUU)	0.0052 mg/L	0.00077 mg/L

Tabla 9: Concentraciones estimadas de arsénico y los metales pesados más importantes para el escenario "Zona Norte"

Escenario 5 proyectos ZN	Arsénico	Plomo	Aluminio	Cinc
Epoca seca				
Drenaje ácido DAM	0.12mg/L	0.1mg/L	0.67mg/L	0.54mg/L
Luvia				
Agua potable	0.0010mg/L	0.0008mg/L	0.0051mg/L	0.0041mg/L
Epoca de lluvia				
Drenaje ácido DAM	0.12mg/L	0.1mg/L	0.67mg/L	0.54 mg/L
Luvia				
Agua potable	0.0018 mg/L	0.0013mg/L	0.0090 mg/L	0.0072mg/L
Límites permisibles				
agua potable (CA)	0.005mg/L	0.001mg/L	0.1 mg/L	5 mg/L
aguas residuales industriales (SUI)	0.10mg/L	0.5mg/L	– mg/L	2 mg/L
aguas de sistemas acuáticas (EEUU)	0.15mg/L	0.0025mg/L	0.087mg/L	0.12mg/L

Tabla 10: Concentraciones estimadas de cianuro y mercurio para el escenario "El Salvador"

Escenario 10 proyectos en ES	Cianuro	Mercurio
Epoca seca		
Luvia	0.120 mg/L	0.0024 mg/L
Epoca de lluvia		
Luvia	0.011 mg/L	0.00057 mg/L
Límites permisibles		
agua potable (CA)	0.20 mg/L	0.001 mg/L
aguas residuales industriales (SUI)	0.10 mg/L	0.05 mg/L
aguas de sistemas acuáticas (EEUU)	0.0052 mg/L	0.00077 mg/L



ESCENARIOS FUTUROS DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

Lo que se puede deducir de estos dos escenarios planteados es que los drenajes ácidos en relación a todas las sustancias consideradas estarían por encima o muy cerca de los límites permisibles para aguas residuales industriales y estarían muy por encima de los límites correspondientes para agua potable o agua de sistemas acuáticos.

En el caso del cianuro y del mercurio, en los dos escenarios calculados, se puede suponer que las concentraciones en las lluvias de las zonas afectadas estarían muy por encima de los límites permisibles para ecosistemas acuáticos y alrededor los límites permisibles para agua potable.

Para el agua potable de San Salvador, se puede estimar que el mayor impacto se podría observar en las concentraciones de arsénico y plomo, que estarían alrededor o poco por debajo de los límites permisibles correspondientes.

Se puede entonces decir que también en el caso de los procesos de producción "normal" de las minas que trabajarían en El Salvador aplicando la lixiviación con cianuro; sobre todo las concentraciones de cianuro, de arsénico, de mercurio y de plomo en los drenajes ácidos, en la lluvia ácida y en el agua potable extraída para consumo en San Salvador deben ser consideradas como eco-tóxicas y también crónicamente⁴³ tóxicas para el ser humano.

Decimos una vez más: los datos exactos en este párrafo no deberían ser de mayor interés, sino más bien las tendencias de los contenidos de las sustancias en los diferentes compartimientos ambientales. Porque de todas maneras hay que tener en

cuenta que en estos cálculos se supone que el Río Lempa al entrar al país estaría absolutamente limpio, lo que muy bien sabemos todos, no es el caso: el Río Lempa llega a El Salvador ya afectado por proyectos mineros en Guatemala y Honduras.

El otro hecho que se olvida fácilmente en este tipo de discusiones es, que los límites permisibles, aparte de ser límites establecidos por procesos políticos, se contempla sólo para cada sustancia por sí misma; sin embargo en la realidad, el efecto tóxico se acumula y multiplica por las interacciones que cada sustancia tóxica tiene en el medio ambiente o en el cuerpo humano con los efectos que tienen las otras sustancias que al mismo tiempo están afectando un sistema ambiental o un ser humano.

Los impactos de las sustancias consideradas en la calidad del agua del Lago Suchitlán o también en la calidad del agua del Río Lempa en la parte baja de la cuenca no se consideran en este estudio, porque los procesos físico-químicos en el Lago Suchitlán son demasiado complejos y los datos demasiado escasos, que se no podría realmente proporcionar resultados más o menos fiables. Sin embargo, de manera cualitativa, se puede igual hacer la suposición que los impactos en toda la cuenca del Río Lempa y las sub-cuencas de este conjunto topográfico en las partes altas provocarían también una contaminación de los ríos y de los sistemas acuáticos y terrestres vecinos que tendría también impactos significativos en la flora y fauna del Lago Suchitlán y de la parte baja del Río Lempa, lo que afectaría la producción agrícola y pecuaria, y también la piscicultura y la pesca en estas zonas. Eso podría poner en serio peligro la soberanía y seguridad alimentaria de El Salvador.

⁴³ Crónicamente tóxico quiere decir que a una dosis determinada el ser contaminado no se muere al instante (lo que se llamaría agudamente tóxico), pero que a largo plazo provoca enfermedades mortales.



palabras finales

Palabras Finales

La minería de oro con lixiviación de cianuro tiene importantes impactos ambientales y sociales como lo demuestra la información disponible de fuentes independientes en sitios donde operan u operaban minas en el pasado. La explotación de minerales por el método de la lixiviación con cianuro genera grandes cavas, extrayendo y emitiendo una serie de sustancias tóxicas. Los accidentes ocurridos en los últimos años en minas de distintos lugares del planeta, aún en sitios donde las empresas aseguraban manejar avanzadas técnicas de cuidado ambiental, muestran la incapacidad de la industria y de los gobiernos en proteger el medio ambiente y la salud pública frente a este tipo de emprendimientos.

El cianuro es una sustancia altamente tóxica y su uso en el proceso de minería provoca un riesgo inmenso e innecesario sobre la salud de las personas y el medio ambiente. Los dueños de tierras cercanas a las minas también ven sus derechos amenazados por la utilización de cianuro en minas vecinas. La minería a gran escala tiene además impactos sociales relacionados con los cambios poblacionales que ocurren mientras opera la mina, la amenaza sobre los recursos naturales en los que se basa el desarrollo de actividades como la agricultura, la ganadería y el turismo, generando de esta manera conflictos sociales si se trata de territorios empleados o reclamados por la comunidad.

El proceso de lixiviación de oro por cianuro debería ser manejado según las reglas establecidas para la industria química, bajo condiciones laboratorios. Eso, sin embargo, a nivel mundial no es el caso en ningún de los procesos actuales. La extracción de oro por lixiviación con cianuro, en la forma que se maneja actualmente, no está conforme con cualquier estándar de control de intoxicación química en el medio ambiente.

Los accidentes ocurridos con cianuro han generado una creciente preocupación en los sitios donde existe explotación minera. Por ejemplo, el desastre ocurrido en Baia Mare, Rumania, en enero de 2000, que terminó con la extinción de toda vida en el segundo río más importante de

Hungría, el Tisza, es considerado el peor desastre ambiental ocurrido en Europa luego de la tragedia de Chernóbil.

Las condiciones ambientales y socio-demográficas de El Salvador son especialmente inadecuadas para actividades mineras porque:

- Las temperaturas relativamente altas (sensación predominante de calor) y la secuencia de épocas secas y de lluvia provocaría que la descomposición de los minerales y la oxidación de los metales pesados causadas por actividades microbiológicas acumularía además una mayor cantidad de los tóxicos durante la época seca y haría que con las primeras lluvias las concentraciones de esos tóxicos en los desagües de las minas serían además aumentadas.
- El Salvador tiene una gran abundancia de poblaciones prácticamente en todas las zonas del país, mucho más que en otros países centro- o suramericanos o también norteamericanos o europeos. Por consecuencia, las zonas afectadas son poblados o/y sirven para la agricultura (la parte baja del río Lempa) o también para la piscicultura y la pesca. La ingestión de todos los tóxicos deliberados por la minería por esas poblaciones y también por la población de la capital (un 30% del agua "potable" de San Salvador llega de la toma de agua del Río Lempa antes de echarse en el Lago Suchitlán) no podría ser evitada.

La minería de oro, en particular, continúa extrayendo del planeta un metal del que existen grandes reservas en los bancos de los países industrializados y cuyo principal uso es en las joyas. Existe suficiente oro disponible sobre la superficie terrestre que ya ha sido extraído de los yacimientos como para abastecer las necesidades por este mineral. De hecho, las reservas de los bancos y las instituciones financieras internacionales mantienen más de 34,000 toneladas de oro (cantidad equivalente a un cuarto del oro extraído en la historia), por lo que seguir destruyendo el planeta y el



PALABRAS FINALES

modo de vida de comunidades enteras en función del beneficio económico de unas pocas empresas transnacionales, resulta por lo menos, altamente cuestionable y debe ser evitado.

La minería supone además la extracción de un recurso no renovable y en la mayoría de los casos del Tercer Mundo y la transferencia de ellos y su valor a los países más ricos, dejando a las comunidades donde se extrajeron apenas con algunos pesos de regalías y con una amenaza ambiental que perdura por mucho tiempo. Y también en nivel nacional, por el fenómeno de la "enfermedad holandesa" podría ser que la economía salvadoreña más bien fuera afectada que beneficiada. La minería es una actividad con una vida útil limitada. El cierre de la mina puede ocurrir cuando se agota el mineral buscado o por cuestiones económicas ajenas a la comunidad que dejan de hacer redituable el

emprendimiento. Este cierre sería el comienzo de una etapa de amenazas ambientales con los que se conviviría para siempre ya que las alteraciones en la roca y los residuos generados permanecerían allí por décadas y siglos.

Por estas razones hay que evaluar seriamente la necesidad real de seguir dañando el ambiente y amenazando los medios de vida de comunidades enteras a cambio de la extracción de un recurso no renovable que ya ha sido explotado y las existencias actuales podrían en todo caso satisfacer las necesidades por muchos años. UNES y Caritas, junto a muchas otras organizaciones dedicadas a promover la sustentabilidad y la protección del medio ambiente, demandan que la minería de oro y otros metales pesados empleando el método de la lixiviación con cianuro debe prohibirse.



BIBLIOGRAFÍA

Bianchini Flaviano (2006): 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.

Bianchini Flaviano: 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.

Brito Jorge R. (2004): Estudio de Impacto Ambiental "Proyecto Mina "El Dorado""; Volumen I, II y III. Pacific Rim El Salvador, S.A. de C.V., +503 3820280, 3ª. Cal le Oriente, No 6. Barrio Los Remedios, Sensuntepeque, El Salvador.
Corden W. Max y Neary J. Peter (1982): Booming Sector and De-Industrialisation in a Small Open Economy. The Economic Journal, Vol. 92, No. 368., pp. 825-848.

Csagoly Paul (2000): The Cyanide Spill at Baia Mare, Romania; Before, during and after. The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, UNEP, WWF.

Gurбуza Fatma, Ciftci Hasa, Akcilb Ata (2008): Biodegradation of cyanide containing effluents by *Scenedesmus obliquus*, Journal of Hazardous Materials, doi:10.1016/j.jhazmat.2008.05.008.

Korte Friedhelm, Spittler Michael, Coulston Frederick (2000): The Cyanide Leaching Gold Recovery Process Is a Nonsustainable Technology with Unacceptable Impacts on Ecosystems and Humans: The Disaster in Romania. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 46, Issue 3, July 2000, Pages 241-245.
Larios de Lopez Dina (2008): Resumen de investigación realizada y guiones de seminario "Geoquímica del Drenaje Acido de Minas: Origen y Predicción" y "Consideraciones sobre el Proceso INCO y posible contaminación". Universidad de Ohio.

Moran Robert E. (2005): Revisión técnica del Estudio de Impactos Ambientales (EIA) del Proyecto Minero El Dorado, El Salvador. Michael Moran Assoc., L.L.C., Golden, Colorado, Estados Unidos de Norte América.
Moran Robert E. (2002): Quellaveco: ¿Agua libre de costo para la minería en el desierto más seco del Perú? Informe para Asociación Civil "Labor," Lima.

Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales (2004): Minería: Impactos sociales y ambientales.

Power Thomas M. (2002): ¿Excavando hacia el desarrollo? Una visión histórica de la minería y el desarrollo económico. Oxfam América.

Ross Michael (2001): Sectores Extractivos y Pobreza. Oxfam América.

Salazar Ricardo (2008): Caracterización Socioeconómica de la Zona Norte de El Salvador. Banco Central de Reserva de El Salvador, Boletín Económico No. 18.

Schwarzenbach Rene P., Gschwend Philip M. and Imboden Dieter M. (1993): Environmental organic chemistry. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester.

Sigg Laura, Stumm Werner (1996, 4th. ed): *Aquatische Chemie. Eine Einführung in die Chemie wässriger Lösungen und in die Chemie natürlicher Gewässer.* Verlag der Fachvereine, Zürich 1989.

Thiel Richard y Smith Mark E. (2004): State of the practice review of heap leach pad design issues. *Geotextiles and Geomembranes*, Volume 22, Issue 6, Pages 555-568.

Sitiografía

Lixiviación con cianuro:

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WDM-45F556G-1M&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=b184e36d489f3bfb328778ea1c129b7b

<http://korte-goldmining.infu.uni-dortmund.de/paper00.html>

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TGF-4SG4HPV-7&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=302ad01b0ff19638eff6d9b8776c162a



<http://en.wikipedia.org/wiki/Leaching>

<http://www.cedha.org.ar/es/iniciativas/mineria/Usodel%20cianuro%20en%20la%20industria%20del%20oro.doc>

<http://korte-goldmining.infu.uni-dortmund.de/cyanidecont1.html>

<http://korte-goldmining.infu.uni-dortmund.de/cyanidecont2.html>

http://www.mine-engineer.com/mining/minproc/cyanide_leach.htm

http://en.wikipedia.org/wiki/Gold_cyanidation

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cianuro>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Cyanwasserstoff#Giftwirkungen>

http://www.e-goldprospecting.com/html/leaching_gold_without_cyanide_.html

Impactos ambientales:

http://www.rthiel.com/Heap_Leaching-GRI_Dec03.pdf

http://studentwork.hss.uts.edu.au/oj1/oj1_s2004/DirtyGold/index.htm

http://www.actualidadeconomica-peru.com/anteriores/ae_2004/julio/articulos/julio_13.pdf

<http://www.rainforestinfo.org.au/gold/cyanide.htm>

<http://www.geocities.com/siyanurlealtin/foreignlinks.html>

Impactos socioeconómicos:

http://en.wikipedia.org/wiki/Dutch_disease

http://es.wikipedia.org/wiki/Mal_holand%C3%A9s

<http://hablemosdeeconomia.blogspot.com/2006/04/una-historia-para-entender-la.html>

Imágenes:

<http://picasaweb.google.com/adescomunicacion/RioSanSebastianDrenajeAcido#>

<http://picasaweb.google.com/adescomunicacion/LosDaOsProvocadosPorPacificRim#5227430207608198370>

<http://picasaweb.google.com/adescomunicacion/SegundaCAMINATAVERDEEcumenicaPorLaVida#>

<http://www.youtube.com/watch?v=PCf9QIYTVPE>



ANEXO 1 MARCO JURIDICO RELACIONADO CON LA INDUSTRIA MINERA METALICA

Marco normativo	Artículo	Comentario
Constitución de la República.	Art. 117.- Se declara de interés social la protección, restauración, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales. El Estado creará los incentivos económicos y proporcionará la asistencia técnica necesaria para el desarrollo de programas adecuados. La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales y del medio serán objeto de leyes especiales.	Este es la norma de jerarquía mayor en lo que respecta al tema ambiental a nivel nacional, y se declara que la protección del medio ambiente es de interés social es decir que la misma será prioritaria frente a cualquier otro interés privado. De ahí que cualquier actividad privada que pueda afectar el ambiente no deberá ser permitida en el territorio nacional.
Declaración universal de los derechos humanos.	Artículo 3 Todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona.	La vida es el derecho supremo de las personas y ninguna actividad debe atentar en contra de ella, y el estado no deberá permitir aquel tipo de industrias que atenten en contra de ellas.
Convención americana de los derechos humanos.	Artículo 4. Derecho a la Vida Toda persona tiene derecho a que se respete su vida. Este derecho estará protegido por la ley y, en general, a partir del momento de la concepción. Nadie puede ser privado de la vida arbitrariamente	De igual manera en la convención se busca garantizar el derecho a la vida de las personas, esto esta íntimamente relacionado con la minería por los posibles impactos que puede ocasionar la minería a la vida y la salud de los ciudadanos y ciudadanas a nivel nacional.
Pacto internacional de derechos económicos sociales y culturales.	Artículo 12 Observación general sobre su aplicación Los Estados Partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental.	La salud física y mental esta normado en este pacto internacional y por lo tanto el mismo se vuelve ley de la república que debe acatarse por el estado como en la aplicación de las acciones de las empresas o industrias que puedan afectarlo.
Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo, 1992.	Principio 10 El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.	Este principio es de mucha importancia en lo que refiere a los derechos de las comunidades para con su medio ambiente, y es que el principio 10 de este cuerpo normativo manda que los estados brinden información y participación a las comunidades en aquellas políticas, planes programas o proyectos concretos que puedan afectar su medio ambiente, cuestión que no se puede obviar para el caso de los proyectos de explotación minera, en el que las comunidades deben estar informadas de que son como los pueden afectar y en base a dicha información clara, precisa y oportuna decidir si dan o no dan permiso a su instalación en sus comunidades.



Marco normativo	Artículo	Comentario
Código de salud.	<p>Art. 1.- El presente Código tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales relacionados con la salud pública y asistencia social de los habitantes de la República y las normas para la organización, funcionamiento y facultades del Consejo Superior de Salud Pública, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y demás organismos del Estado, servicios de salud privados y las relaciones de éstos entre sí en el ejercicio de las profesiones relativas a la salud del pueblo.</p>	<p>El código de salud tiene por objeto el velar por la salud de los y las salvadoreños, en esa lógica cualquier industria que quiera instalarse a nivel nacional debe de retomar todas las indicaciones que prescribe este código y las industrias que atenten contra la salud no deberá permitírseles sus actividades a nivel nacional.</p>
Código municipal.	<p>Art. 2.- El Municipio constituye la Unidad Política Administrativa primaria dentro de la organización estatal, establecida en un territorio determinado que le es propio, organizado bajo un ordenamiento jurídico que garantiza la participación popular en la formación y conducción de la sociedad local, con autonomía para darse su propio gobierno, el cual como parte instrumental del Municipio está encargado de la rectoría y gerencia del bien común local, en coordinación con las políticas y actuaciones nacionales orientadas al bien común general, gozando para cumplir con dichas funciones del poder, autoridad y autonomía suficiente.</p> <p>El Municipio tiene personalidad jurídica, con jurisdicción territorial determinada y su representación la ejercerán los órganos determinados en esta ley. El núcleo urbano principal del municipio será la sede del Gobierno Municipal.</p> <p>Art. 115.- Es obligación de los gobiernos municipales promover la participación ciudadana, para informar públicamente de la gestión municipal, tratar asuntos que los vecinos hubieren solicitado y los que el mismo Concejo considere conveniente.</p>	<p>Los municipios tienen una autonomía que les da la potestad de poder decidir sobre aquellos proyectos que se quieran desarrollar en su jurisdicción territorial, pero además es derecho de las comunidades de los municipios de decidir si autorizan o no a las municipalidades sobre si son del parecer de que hallan o no proyectos determinados.</p>
Ley de medio ambiente. Ley de áreas naturales protegidas.	<p>Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.</p> <p>Evaluación ambiental estratégica. Art. 17.- Las políticas, planes y programas de la administración pública, deberán ser evaluadas en sus efectos ambientales, seleccionando la alternativa de menor impacto negativo, así como a un análisis de consistencia con la Política Nacional de Gestión del Medio Ambiente. Cada ente o institución hará sus propias evaluaciones ambientales estratégicas. El Ministerio emitirá las directrices para las evaluaciones, aprobará y supervisará el cumplimiento de las recomendaciones.</p>	<p>Los principios y normas contenidos en la presente ley deben de aplicarse por todas las instituciones tanto públicas como privadas a nivel nacional de ahí su relación con la actividad minera, la misma debe de cumplir todos los imperativos contenidos en la ley de medio ambiente como en las demás leyes antes planteadas y no solo lo contemplado en la ley de minería y esto justificado en el principio de la integración del derecho.</p>



Marco normativo	Artículo	Comentario
	<p>Evaluación del impacto ambiental. Art. 18.- Es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de preinversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.</p> <p>Consulta pública de los estudios de impacto ambiental. Art. 25.- La consulta pública de los Estudios de Impacto Ambiental, se regirá por las siguientes normas: a) Previo a su aprobación, los estudios se harán del conocimiento del público, a costa del titular, en un plazo de diez días hábiles para que cualquier persona que se considere afectada exprese sus opiniones o haga sus observaciones por escrito, lo cual se anunciará con anticipación en medios de cobertura nacional y a través de otros medios en la forma que establezca el reglamento de la presente ley;</p>	
Ley de áreas naturales protegidas.	Art. 1. La presente Ley tiene por objeto regular el establecimiento del régimen legal, administración, manejo e incremento de las Áreas Naturales Protegidas, con el fin de conservar la diversidad biológica, asegurar el funcionamiento de los procesos ecológicos esenciales y garantizar la perpetuidad de los sistemas naturales, a través de un manejo sostenible para beneficio de los habitantes del país.	Las industrias que se pongan a nivel nacional no deben afectar las zonas que se consideren aéreas naturales protegidas, en esa lógica la ley determina y protege dichas aéreas y es prioritario protegerlas por la diversidad especial de especies que ahí habitan. Entonces no se deberá dar permisos de explotación para ninguna industria que pueda afectar dichas aéreas.
Ley de conservación de vida silvestre	Art. 1.- La presente Ley tiene por objeto la protección restauración, manejo, aprovechamiento y conservación de la vida silvestre. Esto incluye la regulación de actividades como la cacería, recolección y comercialización, así como las demás formas de uso y aprovechamiento de este recurso.	En esta ley se regula la protección y conservación de la vida silvestre, la relación de esta ley con la industria minera es que en las zonas donde se dará una eventual explotación minera la vida silvestre no sería posible de ahí que hay una contracción de intereses que debe valorarse a la hora de analizar dar o no dar los permisos de explotación.
Ley forestal.	Art. 1.- La presente Ley tiene por objeto regular la conservación, mejoramiento, restauración y acrecentamiento de los recursos forestales del país de acuerdo con el principio de uso múltiple; el aprovechamiento y manejo racional de los bosques y tierras forestales de la Nación, así como el de los demás recursos naturales renovables que se declare incluidos en esta ley, y el desarrollo e integración adecuadas de la industria forestal.	La industria minera representa una segura fuente de deforestación para los territorios en donde se instala y aunque en la ley forestal mucho lo que hace es la regulación de la corta de árboles para su comercialización su objeto es un uso sustentable del recurso forestal objeto que no se vería satisfecho si en las zonas forestales se destruye completamente la biodiversidad sin capacidad ninguna de regeneración, realidad que se cumpliría según los estudios técnico científicos de los impactos de las empresas mineras.



Marco normativo	Artículo	Comentario
Ley de riego y avenamiento.	<p>Art. 1.- La presente Ley tiene como fin incrementar la producción y la productividad agropecuaria mediante la utilización racional de los recursos suelo y agua, así como la extensión de los beneficios derivados de tal incremento, al mayor número posible de habitantes del país.</p> <p>Para el logro de tal objeto, esta Ley regula la conservación, el aprovechamiento y la distribución de los recursos hidráulicos del territorio nacional, con fines de riego y avenamiento, y la construcción, conservación y administración de las obras y trabajos pertinentes. Quedan por consiguiente, sujetos a sus disposiciones la realización de las obras y trabajos de control de inundaciones, de avenamiento, de riego, de desecación de pantanos y de tierras anegadizas. También regula la construcción, conservación, y administración de las obras y trabajos necesarios para asegurar la estabilidad de las cuencas y las hoyas hidrográficas y sus manantiales, así como el manejo adecuado de los suelos y la conservación de éstos en los Distritos de Riego y Avenamiento, y la prestación de los servicios técnicos que la ejecución de dichas obras y trabajos requieran.</p> <p>Art. 4.- El Poder Ejecutivo en los ramos de Agricultura y Ganadería, de Economía, de Obras Públicas y de Salud Pública y Asistencia Social, asignará prioridades en el uso de los recursos hidráulicos. Los conflictos que se presenten con motivo de tales prioridades o usos, se resolverán en Consejo de Ministros.</p> <p>El uso del agua para consumo humano prevalecerá sobre cualesquiera otros. Si para su aprovechamiento es necesario establecer servidumbre de cualquier naturaleza, constituyéndose éstas por ministerio de ley, sin perjuicio de la indemnización que a los propietarios o poseedores de los inmuebles sirvientes, a derecho les corresponda.</p>	A nivel nacional todavía no hay vigente una ley nacional de aguas, por lo cual el recurso hídrico es un bien jurídico regulado en un gran número de leyes y cuerpos normativos, los cuales todos y cada uno son vinculantes para la actividad minera, para el caso la ley de riego y avenamiento es una de dichas leyes que prescriben reglas para el uso y gestión del agua que deben ser respetadas y aplicadas por las empresas mineras.
Reglamento sobre la calidad del agua el control de vertidos y las zonas de protección.	Art. 1: El presente Reglamento tiene por objetivo desarrollar los principios contenidos en la Ley Sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y su reglamento, así como los Artículos 100 y 101 de la Ley de Riego y Avenamiento, referente a la calidad del agua, el control de vertidos y a las zonas de protección con el objetivo de evitar, controlar o reducir la contaminación de los recursos hídricos.	El objeto de la normativa es la calidad de los recursos hídricos, y la protección y regulación de los mismos de los vertidos
Reglamento especial de aguas residuales.	Art. 1: El presente Reglamento tiene por objeto velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenibles del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación.	La actividad minera en los lugares donde ha realizado explotación minera siempre ha tenido un impacto negativo significativo a los ecosistemas y entre los elementos que lo componen el agua es uno de los mas gravemente dañados, las aguas residuales que vierte las empresas mineras tienden a estar muy contaminados, el reglamento de aguas residuales contiene normas de inminente aplicación para la protección del agua como de otros elementos ecosistémicos de una zona determinada.
Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos.	Art. 1 Las presentes disposiciones tienen por objeto reglamentar la Ley del Medio Ambiente, que en lo sucesivo se denominará "la Ley", en lo que se refiere a las actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.	Al igual que la ley de medio ambiente solo que en nivel mas operativo el reglamento de la ley de medio ambiente prescribe normas que deben de aplicarse en la probable aplicación de un explotación minera a nivel nacional.

Este informe intenta brindar al lector y lectora información científicamente comprobada sobre los contenidos más importantes de la discusión pública que se ha abierto en El Salvador ante la amenaza de padecer en pleno Siglo XXI un episodio intenso de fiebre del oro causado por 25 proyectos extractivos de minería industrial a gran escala impulsados por 11 empresas transnacionales, las cuales están a la espera de luz verde de parte del Ministerio de medio ambiente para iniciar la extracción de oro y plata en la cuenca alta y media del Río Lempa.

Los ejes centrales de este estudio son: una aproximación al contexto histórico, social, político y legal de la minería metálica en nuestro país; la presentación y explicación detallada de la tecnología propuesta por las empresas mineras para la extracción a gran escala de minerales de baja ley de oro, la discusión de los diferentes impactos ambientales, socioeconómicos y en la salud humana colectiva, y finalmente algunas conclusiones que surgen de estas reflexiones.

Especial atención se le brinda a la estimación de escenarios de contaminación futura si se llegan a implementar 5 o 10 proyectos de los propuestos, así como al análisis ecosistémico del Río Lempa y del agua para consumo humano destinada al Área Metropolitana de San Salvador.

