

IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA

La actividad minera produce prosperidad en las zonas donde se lleva a cabo, pero indudablemente tiene un impacto ambiental. Por ejemplo. La mina La Escondida en Mayo de 1999 tenía una dotación de 2.120 personas (mina, puerto de Coloso y oficinas de Santiago), más 517 personas como contratistas permanentes (servicios de alimentación, servicios de mantención y aseo, explosivos, suministro y distribución de combustibles, seguridad y transportes entre otros), es decir 2.637 personas con empleo directo por la explotación minera. Ahora bien, un empleo en minería crea unos tres empleos indirectos en la comunidad en servicios y construcción, por lo que la operación de una mina representa un impacto importante y claramente así ha sido, particularmente para Antofagasta, la puesta en marcha de La Escondida en 1990 (impacto social). Sin embargo, impactos aun a menor escala pueden crear conflictos por el uso de la tierra y oposición a la explotación minera por grupos ambientalistas, sobre todo en países desarrollados más poblados, pero también en Chile. Ej. Recientemente se publicó en la prensa que la gente del pueblo de Caimanes se opone a la construcción de un nuevo tranque de relave proyectado por la Compañía Minera Pelambres.

La resolución de conflictos puede involucrar **pagos de compensaciones, derechos de paso** y eventualmente el **costo de rehabilitar** zonas explotadas o directamente al abandono de proyectos mineros. En algunos países el **riesgo político** constituye una barrera para la inversión minera, mientras que en otros el **riesgo ambiental** constituye una barrera tanto o más importante. Actualmente el abrir una nueva mina en EEUU o Canadá es muy difícil, debido a las condicionantes ambientales impuestas en las últimas décadas.

El informe *Nuestro Futuro Común* de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (1987) presidida por el Primer Ministro de Noruega Sr. Brundtland, destacó que la producción de bienes en el mundo en 1987 era siete veces mayor que en 1950. La Comisión propuso el “**Desarrollo Sustentable**”, un enlace entre economía y ecología, como la única solución práctica para el crecimiento económico sin dañar el medio ambiente.

En 1989 James Stevenson de Rio Tinto Corporation (RTZ, la compañía minera más grande del mundo) señaló que el crecimiento sustentable era un concepto espinoso para la industria extractiva. Surgen las interrogantes de ¿Cómo encaja la minería? ¿Cómo puede ser considerada desarrollo sustentable una mina de cobre?, hay que recordar **que todas las minas tienen una vida finita**, algunas de veinte años o menos.

David Munro, un dirigente ambientalista, ha escrito que el desarrollo sustentable o sustentabilidad se han transformado en palabras que se utilizan mucho en la retórica de personas relacionadas con el medio ambiente y desarrollo. Estos términos se han utilizado para describir cualquier política de desarrollo que simplemente permita un futuro cómodo y seguro al cual todos aspiran y estos términos han llegado a ser malentendidos y mal usados en forma creciente. ¿Tienen todavía algún sentido aparte de la retórica ambientalista? Munro piensa que sí: “la sustentabilidad debe ser el criterio principal para juzgar el desarrollo”. Sin embargo, se debe volver al predicamento de Stevenson: **los cuerpos de mena son finitos y no-renovables** y si se explotan no pueden ser reemplazados. Lo mejor

que puede hacer un minero es mostrar **responsabilidad ambiental** y devolver el área explotada lo más cercanamente posible al estado previo a la minería o proveer otro uso al terreno desolado que pudo resultar de su trabajo minero, como transformar un rajo minero en una laguna para la navegación o usar desmontes para la industria de la construcción. Esta aproximación puede ser apoyada por el empleo de cualquier método que permita la disminución de la demanda de recursos no-renovables, mediante un uso más eficiente de los mismos, desarrollando sustitutos renovables, reciclando, etc., pero el objetivo inmediato más importante y que probablemente tendría un impacto mayor, sería la estabilización de la población seguida de una disminución de la población mundial. Sin embargo, estas políticas son responsabilidades gubernamentales, no de compañías mineras. Un comentario silencioso respecto a la no-aplicabilidad del concepto de desarrollo sustentable a la explotación de recursos mineros viene de un libro recientemente publicado sobre el tema, el cual no tiene referencia a minas, minería, minerales, carbón o petróleo en su índice comprensivo.

EFFECTOS AMBIENTALES DE OPERACIONES MINERAS

La mayor parte de las **minas** tienen una **planta de procesamiento del mineral** en sus cercanías y muchas tienen una **fundición** cercana. Para la evaluación del impacto ambiental del desarrollo de una nueva operación minera se deben considerar los efectos de las tres.

Consecuencias posibles de la minería.

- a) **Daño a la tierra.** Se ha estimado que el uso de tierra para uso minero entre 1976 y 2000 es de 37.000 km²; esto es cerca del 0,2% de toda la superficie terrestre. Los países desarrollados tienen una mayor proporción de terrenos perturbados por la actividad minera que los menos desarrollados. El grado de recuperación de esos terrenos es creciente y muchos hoyos antiguos se han utilizado para botar desperdicios de minas antiguas o domésticos. Otras áreas mineras han sido transformadas en reservas naturales o parques recreativos. En el futuro las minas producirán menos desechos ya que las labores son rellenadas con los mismos (corte y relleno). Esto encarece la explotación, pero es necesario ya que se estima que 27.000 Mt de minerales y sobrecarga se extraen de la corteza terrestre cada año. En Chile la minería se concentra en la mitad norte del territorio, donde el daño a la tierra se minimiza debido a que existe una baja densidad de población, por las condiciones desérticas o semi-áridas. Sin embargo, las restricciones para el uso indiscriminado de terrenos para los procesos o desechos mineros está cada vez más regulada.
- b) **Liberación de sustancias tóxicas.** Los metales no solo son importantes para el uso que hacemos de ellos, sino que también son parte integral de nuestra naturaleza y de otros organismos vivos. Sin embargo, así como hay elementos metálicos que son componentes esenciales para los organismos vivos, las **deficiencias** o **excesos** de ellos pueden ser muy **perjudiciales para la vida**. En el medio natural los excesos pueden generarse por drenajes de aguas de minas, de desmontes o de relaves mineros. Algunos metales, como cadmio y mercurio, y metaloides como antimonio o arsénico, los cuales son muy comunes en pequeñas cantidades en depósitos metálicos son altamente tóxicos, aun en pequeñas cantidades, particularmente en forma soluble, la cual puede ser

absorbida por los organismos vivos. Lo mismo se aplica al plomo, pero afortunadamente este metal es bastante poco reactivo a menos que sea ingerido y la mayoría de los minerales naturales de **plomo** son muy insolubles en aguas subterráneas. El **cianuro** se ha utilizado desde hace mucho tiempo para recuperar oro en plantas de procesamiento y en el campo aurífero más grande del mundo, la cuenca del Witwatersrand de Sudáfrica, allí existe una contaminación mayor de las aguas superficiales con Co, Mn, Ni, Pb y Zn como resultado del proceso de cianuración y oxidación de aguas ácidas de mina. El cianuro mismo no es un problema ya que se descompone bajo la influencia de los rayos ultravioleta en las capas superficiales. No obstante, en los países desarrollados la legislación requiere el establecimiento de plantas de neutralización de cianuro en todos los usos industriales de este producto químico. La recuperación de los elementos tóxicos en actividad minera puede plantear problemas de almacenamiento de los mismos; por Ej. en la fundición Caletones de la mina El Teniente se recupera arsénico (tríóxido de arsénico) mediante filtros electrostáticos, para que este elemento tóxico no se disperse en el aire, pero se había acumulado una cantidad significativa de tambores con este material constituyendo un riesgo su permanencia en el sector industrial. Actualmente está siendo transportado a un depósito de una empresa privada, pero incluso el transporte de elementos tóxicos representa un riesgo ambiental, ante la posibilidad de accidentes.

- c) **Drenaje ácido de minas.** Las aguas ácidas generadas por la minería actual o pasada resultan de la **oxidación** de minerales sulfurados principalmente pirita en presencia de aire, agua y bacterias. La pirita es uno de los sulfuros más comunes y abundantes asociados a mineralización hidrotermal y normalmente es parte de la ganga siendo incorporada en los desechos mineros (desmontes o relaves) y su oxidación produce **ácido sulfúrico** y óxidos de hierro. Las aguas ácidas atacan otros minerales, produciendo soluciones que pueden acarrear elementos tóxicos al medio ambiente, Ej. cadmio o arsénico. La generación de aguas ácidas puede ocurrir durante la exploración, operación y cierre de una mina. Esta agua pueden venir de tres fuentes principales: sistemas de desagüe de minas, tranques de relaves y desmontes. Estas descargas pueden producir desde algunos efectos menores como decoloración local de suelos y drenajes con precipitación de óxidos de Fe, o llegar a una extensa polución de sistemas de ríos y tierras de cultivo. En algunos distritos mineros el problema es mayor después del cierre de las operaciones mineras. Esto se debe a la recuperación del nivel de aguas subterráneas después que se remueve el equipo de bombeo que mantenía secas las labores mineras.
- d) **Salud y seguridad de los trabajadores.** Existe el riesgo de **exposición** de los trabajadores mineros a **materiales tóxicos** derivados de las menas en las minas, plantas y fundiciones (ej. Cd, Pb, Hg) y a los reactivos químicos utilizados en el procesamiento de menas, para lo cual deben considerarse las medidas de protección adecuadas. En minas de uranio y plantas de tratamiento la exposición a radiación debe ser mínima, lo cual requiere que estas minas tengan un alto nivel de ventilación para remover el polvo de mineral y el gas radón.
- e) **Polvo.** El control de polvo debe ser importante en cualquier mina en la cual se genere polvo silíceo puesto que este puede producir silicosis y enfermedades pulmonares asociadas. El polvo debe ser mantenido en un mínimo en las minas y áreas industriales asociadas para proteger a los mineros y habitantes locales.

- f) **Ruido.** Las operaciones mineras, plantas y fundiciones usualmente tienen altos niveles de ruido. Este es uno de los peligros ocupacionales más comunes y los trabajadores deben ser adecuadamente protegidos de ruidos peligrosos o niveles de ruido distractivos. El ruido tampoco debería afectar a los habitantes en las vecindades de actividades mineras.
- g) **Desmontes y relaves.** La minería frecuentemente involucra mover mucho material estéril o de leyes no económicas y depositarlos en desmontes en las cercanías de las minas (debido a que el transporte es caro), asimismo el procesamiento del mineral produce relaves que deben almacenarse en condiciones que no afecten el drenaje local y no hayan escapes o infiltración de sustancias perjudiciales. Una manera de minimizar los desechos mineros es utilizar el método de corte y relleno, utilizar los desmontes para crear nuevas formas de relieve para ocultar las operaciones mineras y reducir la emisión de ruido o procesar los desmontes para usarlos en la industria de la construcción. Los relaves del procesamiento de mineral de cobre de la mina El Salvador fueron descargados por años en el río Salado y a través de este río al mar en la bahía de Chañaral. Esto ya no ocurre en la actualidad, los relaves actualmente se depositan en un tranque, pero la contaminación de la bahía de Chañaral persiste y persistirá por mucho tiempo más debido a los relaves allí depositados.
- h) **Fundiciones.** Las fundiciones emiten SO_2 , el cual junto con NO_x y CO_2 origina lluvia ácida. Esto también ocurre en plantas eléctricas termoeléctricas que usan carbón. Las fundiciones de Caletones de Codelco y Ventanas de Enami liberan alrededor de 400 ton al día de SO_2 al aire (actualmente una parte se recupera para producir ácido sulfúrico, pero todavía la mayor parte se dispersa en el aire). Las aguas de lluvias normales tienen un pH de alrededor de 5,7, pero en el este de EEUU y Europa occidental ellas pueden llegar a pH 2,9 y los lagos de esas áreas han sufrido una disminución de los peces en ellos. Áreas mineras antiguas con varias fundiciones pueden llegar a estar rodeadas de tierra estéril donde la vegetación ha sido destruida por los ácidos y el suelo erosionado. Las tierras muertas alrededor de las fundiciones de cobre-níquel de Sudbury en Ontario, Canadá se extienden por 100 km², pero las emisiones han disminuido en un 50% por lo que esto está mejorando.
- i) **Legislación y costo.** Los medios legales para establecer medidas anti-polución son muy necesarias y muchas compañías mineras mayores siguen actualmente estrictas regulaciones auto-impuestas (certificaciones ambientales de sus propios países de origen). La legislación ambiental ha sido incorporada crecientemente en los países desarrollados y también en Chile y otros países mineros latinoamericanos. Sin embargo, los acuerdos o cooperación con la industria extractiva son raros, existe más la norma de oposición de conservacionistas o ambientalistas.
- j) **Minerales Industriales.** Las operaciones de minerales industriales (no-metálicos) tienen un impacto similar en el ambiente como los metálicos, aunque en general se trata de operaciones de menor escala que proporcionalmente causan menos impacto y a que se remueve menos material estéril para su explotación.
- k) **Declaraciones de impacto ambiental.** Actualmente la legislación chilena exige la realización de **estudios de impacto ambiental** para todas las operaciones mineras y **declaraciones de impacto ambiental** para las actividades de exploración minera. Los estudios ambientales deben incluir los efectos sobre la sociedad, vegetación, fauna, sitios de interés arqueológico, clima, calidad del aire, ruido, aguas superficiales y subterráneas, los métodos propuestos para la recuperación de los terrenos al término de

la operación minera, etc. En algunos países se exige además una garantía para asegurar que la recuperación de los terrenos realmente ocurra al final de la minería. Los estudios debe incluir un registro de la condición del ambiente en el área minera potencial, cuando se hizo la solicitud respectiva (**nivel base ambiental**). Las compañías recogen esta información en la etapa de exploración, incluyendo la descripción de la superficie y fotografías, análisis geoquímicos para mostrar los valores medios de metales y acidez y detalles de la flora y fauna locales previa a la operación. Esto es esencial dado que localmente puede existir contaminación natural; Ej. en la zona de la mina El Indio existen vetas y vetillas con enargita y/o escorodita lo que produce naturalmente altos niveles de arsénico en el río Malo que drena la zona (de ahí su nombre); el río Malo es afluente del río Elqui y hace un tiempo atrás en este último se detectaron valores relativamente altos de arsénico, lo que llevó a acusar a la Cía. Minera El Indio de contaminar sus aguas. Sin embargo, los altos valores de arsénico eran normales dentro del río Malo (de acuerdo al registro histórico) y su presencia en el río Elqui se debía a un período de sequía que redundó en menor volumen de agua en este último y por ende menor dilución del elemento tóxico.

- l) **Microorganismos y minería in situ.** Muchos depósitos de sulfuros (Ej. pórfidos cupríferos) tienen una porción superior con óxidos de cobre. Estas menas pueden ser beneficiadas, si es necesario, fracturándolas con explosivos y luego regando soluciones ácidas para lixiviar in situ los metales y bombeando la solución para recobrar el cobre (o uranio). Esto permite explotar depósitos de muy baja ley que de otra forma no serían económicamente viables; en Santa Cruz, Arizona se está llevando a cabo un proyecto de este tipo en un cuerpo de mena que contiene 4.5 Mt con 1,5% Cu. En Chile se ha utilizado la lixiviación in situ en la chimenea de brecha Quetena al SW de Chuquicamata y también se ha utilizado para lixiviar los desmontes con óxidos de baja ley de Chuquicamata. En 1947 se descubrió que bacterias en soluciones ácidas (*Thiobacillus ferrooxidans*) juegan un rol en la oxidación de sulfuros, por lo que el uso de lixiviación bacteriana puede proveer un método de lixiviación in situ de depósitos. La lixiviación in situ proveería un método de explotación que produciría mucho menos perturbación de los terrenos y menos producción de material de deshecho, así como mucho menor consumo de energía. Su deficiencia actual es que es mucho más lento que el procesamiento directo de las menas y existe el riesgo que las soluciones ácidas contaminen las aguas subterráneas o superficiales si su flujo no es bien controlado.
- m) **El futuro.** Las medidas descritas junto con reciclaje y sustitución y tecnología de nuevos materiales jugarán un rol en reducir el impacto de explotaciones mineras en el ambiente, pero en el futuro inmediato debemos cuidar que exista un creciente sentido de responsabilidad de todos aquellos involucrados en la industria minera. En 1992 diecinueve compañías se unieron para dar origen al Concilio Internacional en Metales y Ambiente cuyo objetivo es “promover el desarrollo, implementación y armonización de prácticas ambientales adecuadas y políticas y prácticas de salud que aseguren la producción, uso y reciclaje y disposición de metales.