

## **IV**

**Actividades académicas, crónicas bibliográficas,  
notas, legislación, informes**

# Minería: repercusiones ambientales y sociales

Mining: environmental and social impacts\*

Esperanza MARTÍNEZ-CONDE MARTÍNEZ-CONDE

Universidad de Alicante. Departamento de Ecología

Recibido: 8 de junio de 2004.

Aceptado: 13 de septiembre de 2004.

Considerar la minería como un «monocultivo», un «recurso más, compatible con la conservación del suelo, flora y fauna» cuando menos es una visión desafortunada. En tiempo biológico se podría decir que es un cultivo único, para la zona afectada con fuertes incidencias en zonas próximas dependiendo del tipo de explotación, de sus dimensiones, de la fisiografía del lugar, tiempo de duración y sobre todo de la ordenación del espacio minero.

Los cambios profundos de la superficie del planeta como el relieve, con la consiguiente movilización de tierras, alteración del ciclo del agua, formación de lagos, desecación, trasvases, canalización de ríos, procesos de sedimentación en la desembocadura de los mismos, tienen su origen en las explotaciones mineras en la mayor parte de los casos. En la minería de superficie, que es la mayoría, el primer objetivo es despejar la zona, montañas, bosques, campos de cultivo, granjas e incluso núcleos importantes de población.

Existe un antagonismo entre la conservación del suelo y la explotación del subsuelo. El suelo es un sistema ecológico que no existe más que por las interacciones entre sus elementos y como resultado emergen propiedades nuevas. Su identidad se debe a los vegetales y animales que alberga junto al sustrato que lo han fabricado. Atravesado por un flujo de energía y por el reciclaje de materia asegura su estabilidad a corto término y de su biomasa. A largo término evoluciona y muere. De ahí su vulnerabilidad ante cualquier actividad sobre él.

Los seres humanos movemos más tierra que las erupciones volcánicas o la erosión causada por el clima. Con ello se produce anhídrido sulfuroso a partir del azufre nuclear que se libera de los suelos, se combina con el oxígeno del aire, dando lugar a la lluvia ácida, al igual que en todos los procesos de combustión industrial. Según la OIT se extraen en el mundo cada año 50.000 millones de toneladas de material, o sea, lo equivalente a la excavación de un agujero de 1,50 m de profundidad y del tamaño de Suiza.

Los movimientos de tierras y aguas tienen consecuencias ecológicas irreversibles. Se ha demostrado que en nuestras latitudes son la causa de la desaparición de una importante reserva de cationes (bases y nutrientes). El descenso de la concentración de cationes provoca la acidificación del suelo y de las aguas, equiparando la lluvia ácida con los movimientos de tierra. Genera problemas a escala regional a los que se

suman los daños medioambientales a gran escala relacionándolos con el transporte y consumo de energía. La minería de superficie produce por término medio ocho veces más desechos /tonelada explotada que la minería subterránea en el mismo año. Pero esta última tiene otras implicaciones como la contaminación de las aguas subterráneas y la siniestralidad. Ambas arrojan a la superficie toneladas de materiales que ponen en circulación minerales que al intemperie liberan metales. El contenido en metal en términos de porcentaje, es un factor crítico para determinar el impacto de la minería metálica. La minería del oro, por ejemplo, requiere grandes cantidades de materiales porque su concentración es muy baja. Se estima que 620 millones de toneladas son removidas en la minería de oro/año, nueve veces más que en la minería del hierro. Cada tonelada de metal tiene una *mochila ecológica* de varias toneladas constituida por mineral explotado, agua industrial consumida y contaminada y movimientos de materiales en la cadena de transporte. El concepto de *mochila ecológica* (Schmidt-Bleek, 1994) se refiere a la intensidad de materiales por unidad de servicio, es decir, la cantidad de material que se suma durante todo el ciclo vital de los productos y que se relaciona con el servicio conseguido finalmente. Un anillo de oro es particularmente pesado. Para 10 g de oro se necesitan 3.5 toneladas de material sólo en la mina.

La minería altera los ciclos biogeoquímicos de los elementos tóxicos, en un proceso inverso a la evolución natural de la formación de los grandes depósitos. Pone en circulación elementos tóxicos como el mercurio, plomo, cobre, cadmio, arsénico,... que permanecían inmóviles en el subsuelo, distribuyéndolos por la atmósfera, suelo, agua susceptibles de incorporarse a la biocenosis donde muchos de ellos se biomagnifican a través de la cadena trófica.

El mercurio podría ser un buen ejemplo. Su ciclo geoquímico se efectúa de forma equilibrada entre los diferentes compartimentos: atmósfera, litosfera e hidrosfera, debido a sus propiedades fisicoquímicas excepcionales. Su puesta en circulación a partir de las explotaciones de minerales pertenecientes a yacimientos profundos (sulfuros y cloruros) altera profundamente su distribución y su expansión, pudiendo llegar a lugares remotos. El proceso de extracción libera mercurio en sus diferentes formas químicas. A través de las precipitaciones y del lavado de los suelos se incorpora a los ecosistemas acuáticos y parte de él se transforma en metil-mercurio ingresando en las redes tróficas, donde la concentración pasa de ser menor a 1 ppb en el agua a 4 ppm en el último eslabón.

La dispersión de los metales comienza en el proceso de exploración y explotación pero continúa con la transformación/concentración, tratamiento, fusión y refinado, fabricación de los productos elaborados, utilización y consumo. Especial incidencia sobre el medio tiene el proceso de concentrado o enriquecimiento de los metales. El proceso de flotación lleva consigo no sólo un gran gasto energético y de agua sino también la adición de sustancias extraordinariamente nocivas como reactivos orgánicos, cianuros, ferrocianuros, sulfato de cobre, aceites, etc., dependiendo del tipo de metal, que van a parar a grandes balsas de estériles, muchas veces junto a minerales no rentables que acompañan al yacimiento en la mineralización. Todo ello forma depósitos de tóxicos que se almacenan a perpetuidad mientras estén perfectamente inmovilizados y aislados. Pero esto no suele ser así. Desastres recientes de ruptura de balsas se han producido en España y Rumanía anegando ríos y cultivos de varios kilómetros. El pro-

ceso de fundición y refinado expande si cabe más los contaminantes. El aire se poluciona con anhídrido sulfuroso, con las implicaciones que esto tiene. Se estima que la fundición de cobre a escala mundial genera 6 millones de toneladas de  $\text{SO}_2$ /año, el 8% de la emisión total de los compuestos de sulfuro. También libera metales tales como arsénico, plomo, cadmio, junto a un sin número de sustancias dependiendo de la fundición, basuras, escorias, escombros, que se abandonan en los suelos. Pero además de ese gran gasto energético causa grandes impactos. Lagos, ríos y vegetación son testigos de sus ubicaciones.

La minería es una actividad ancestral que surge tras el dominio del fuego y sólo le preceden trabajos artesanales sobre la madera, piedra y huesos. La historia está llena de acontecimientos en los que se disputan los metales, o los lugares donde se sabe que existen, siendo el motor principal de la conquista de los pueblos. En el mundo antiguo las invasiones se suceden en busca de metales, aunque las preceden intercambios. La relación colonial basada en el comercio se transformó en el siglo I a J.C. en dominio político. Poderosas ciudades como Roma y Cartago impusieron leyes que regulaban la propiedad de las minas y de las poblaciones humanas donde se explotaban.

Con el tiempo los imperios políticos dejan de ser el medio primitivo de dominación económica. El Estado se transforma en el medio de asegurar ciertos términos de intercambio en detrimento de su papel como empresa económica central. El desarrollo de las técnicas de concentración y enriquecimiento de metales propicia la desvinculación entre la metalurgia y la minería, lo que unido a las cada vez mayores facilidades en el transporte de la materia prima metálica conduce al desarrollo de una industria independiente que no queda ligada a la ubicación de los yacimientos. Este proceso está en el origen de la constitución de empresas multinacionales como grandes centros de poder. Río Tinto, Peñarroya y la Real Compañía Asturiana de Cinc son ejemplos de su temprana aparición en España. El desarrollo de las tecnologías informáticas y telemáticas permite dominar la información a grandes distancias, realizar operaciones financieras transoceánicas sin necesidad de traslado físico del capital, y en muchos casos, conseguir licencias sin conocimiento previo de las condiciones ambientales y sociales. Bajo estas premisas no hay cabida para un desarrollo sostenible local, entendiéndose como tal el que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las de las futuras.

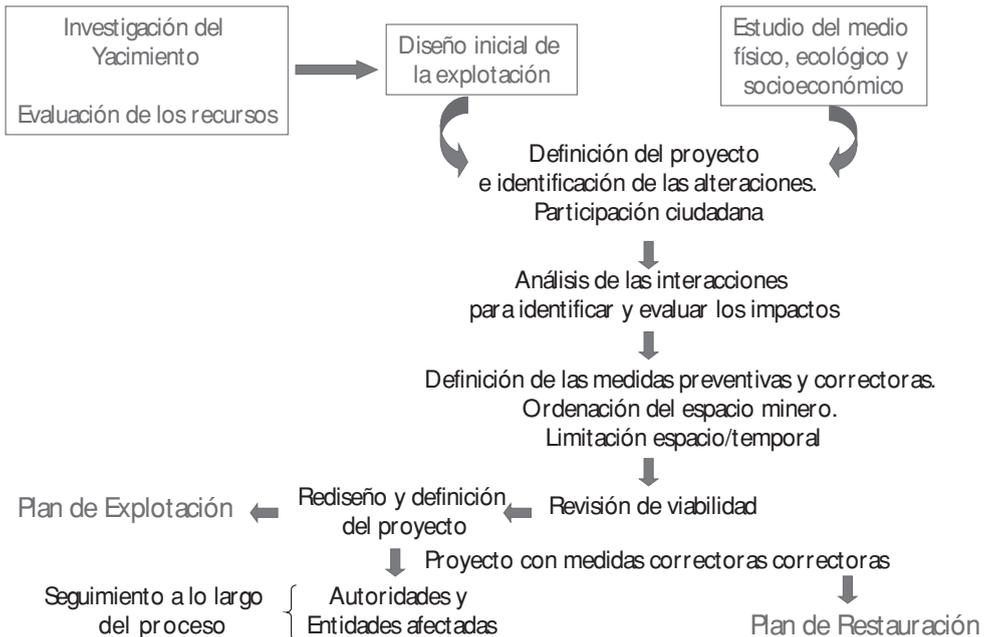
La historia demuestra que el intento de controlar la explotación y utilización de los metales ha sido un factor determinante en la relación y el enfrentamiento de los pueblos. Los metales preciosos eran codiciados como forma de pago del comercio, y como tal se entregaban en piezas pesadas y tasadas. El verdadero dinero metálico aparece en Asia Menor (Lidia) hacia principios del siglo VII a.J.C. en forma de láminas de oro, de peso y pureza fijas y garantizadas por el rey, quien las mandaba acuñar y sellar, práctica que fue extendida por los griegos en todo el mundo entonces conocido. Las grandes conquistas del Imperio romano fueron financiadas por el oro extraído en el N.O. español (guerra de las Galias, Julio César) al igual que financiaron los expolios en América Latina las guerras de Carlos I y Felipe II en España, entre otros muchos casos. La aparición de los nuevos metales y su utilización como armamento a lo largo de la historia, como bronce, hierro, plomo o aluminio...y como ahora el col-

tan, colombio y tantalio en África, son origen de guerras como las que se libran entre República Democrática del Congo y Ruanda, Uganda y Burundi. Se trata en el caso del tantalio de un recurso estratégico: componente indispensable de las ojivas para cohetes balísticos y también clave en el desarrollo de las telecomunicaciones. La lucha en el Congo se libra por el control de las riquezas: oro, diamante, uranio, cobalto, cobre, wolframio... Pero ese control no es ajeno a otros países: en Colombia se podría establecer una relación entre conflictos armados y subsuelo rico en minerales. El colonialismo de antaño ha dejado paso a un colonialismo silencioso más fácil de manejar. La imposición, intimidación o la guerra —Irak sería el ejemplo más reciente— es en la era que estamos viviendo, un proceso de control de las riquezas y la tecnología en detrimento del bienestar del resto y a costa de la destrucción del medio.

A esto hay que añadir los conflictos locales que generan los desplazamientos forzados, con el consiguiente cambio en la forma de vida, la pobreza que conlleva la inhabilitación de sus tierras por la contaminación o la escasez de agua desviada a las explotaciones. Pero sobre todo el derecho a poder vetar los proyectos cuando no son aceptables.

Cuando se propone una explotación se argumenta el desarrollo del país y los puestos de trabajo que puede crear. Según el informe OIT el sector minero no es el empleador principal. Absorbe aproximadamente el 1% de la población activa mundial, unos 30 millones, 10 de los cuales son de la explotación del carbón. Al mismo tiempo por cada puesto de trabajo se crea otro directamente dependiente. Existe otro

### Consideraciones en un proyecto minero



sector de explotación no contabilizado en la minería, referido a explotaciones pequeñas que se cifra en unos 13 millones de empleos, y quizá exista un mayor número de personas trabajando en la minería para subsistir, alcanzando el total una cifra mayor. Aunque sólo ocupa el 1% de la población activa mundial, contabiliza el 5% de los accidentes mortales de trabajo. No se dispone de datos fiables sobre los accidentes, ni del número de enfermos profesionales y sus categorías. Los datos existentes son globales.

Dado que el medio natural en relación con la minería representa sistemas multifuncionales de interacciones complejas en continuo cambio, a veces difíciles de predecir, es necesario tener un conocimiento profundo del medio físico, ecológico y socio-económico para valorar las consecuencias ambientales y sociales. Aceptando que cualquier explotación minera representa una agresión al medio y sus habitantes, su magnitud estará determinada por su extensión, tipo de explotación, ubicación, tiempo de duración y sobre todo de las medidas preventivas y correctoras que se implementen. Por lo cual sería necesario abordar globalmente el impacto que generan las explotaciones mineras desde una óptica transdisciplinar que minimice tales repercusiones, junto a una legislación ambiental acorde con la conservación y los intereses de sus moradores, ello permitiría determinar si la explotación es viable o no desde el concepto de sostenibilidad antes mencionado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIARD-TRIQUET, C. (1989): Bioaccumulation et nocivité relative de quelques polluants métalliques à l'égard des espèces marines. Bull. Ecol. 20.
- AYRES, Robert (1992): Toxic heavy metals: Materials cycle optimization. Proc. Natl. Acad. Sci. 89.
- BAKEWELL, P. (1989): *Mineros de la Montaña Roja. El trabajo de los indios en Potosí*. Alianza Editorial S.A.
- FLORES CABALLERO, M. (1981): *La venta de las minas de Río Tinto en 1873*. Instituto de Estudios Onubenses. Padre Marchena. Excma Diputación Provincial.
- Foros para la formulación democrática de una política minera. (2001): *Minería, Medio Ambiente y Paz*. Sintramincol.
- GARCÍA GARCÍA, J. L., LÓPEZ COIRA, M. M., DEVILLARD, M. J., ESCALERA REYES, J., GARCÍA MUÑOZ, A., HERRERO PÉREZ, N. (2002): *Los últimos mineros. Un estudio Antropológico sobre la minería en España*. Centro de investigaciones sociológicas. Coedición con Siglo XXI de España Editores S.A. 193.
- GÓMEZ MORENO, M. (1940): *Oro en España*. CSIC. Archivo español de arqueología. 40.
- GONZÁLEZ URRUELA, E. (2001): *De los tajos a los embarcaderos*. Editorial Ariel.
- HUTCHINSON, T. C., MEEMA K. M. (1987): *Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the environment*. John Wiley and Sons. 31.
- JOHNELS, A. G., WESTERMARK, T. (1969): *Mercury contamination of the environment in Sweden: in Chemical Fallout*. Thomas C. C. (ed.).
- MARIN, A. (1941): *El oro en España*. Revista minería y metalurgia.
- MENÉNDEZ NAVARRO, A. (1996): *Un mundo sin sol. La salud de los trabajadores de Almadén, 1750-1900*. Servicios de publicaciones Universidad de Granada.

- MONTERO, M. (1990): *Mineros, Banqueros y Navieros*. Departamento de Historia Contemporánea Universidad del País Vasco.
- NEUMAUN-MAHLKAU, P. (1993): *Acidification by Pyrite Weathering on Mine Waste Stockpiles, Ruhr District, Germany*. *Engineering Geology*, 34.
- RAMADE, F. (1991): *Précis D'écotoxicologie*. Masson.
- SCHMIDT-BLEEK, F. (1994): *Wieviel Umwelt braucht der Mensch MIPS-das Mass für ökologisches Verhalten*. Birkhäuser.
- WALLERSTEIN, I. (1979): *La economía mundo*. Siglo XXI Ed.
- YOUNG, John E. (1992): *Mining the Earth*. *Worldwatch Paper*, 119. Wordwatch Institute.