

## MINERÍA (E VII)

Atlántida Coll-Hurtado<sup>1</sup>  
María Teresa Sánchez-Salazar<sup>1</sup>  
José María Casado Izquierdo<sup>1</sup>

La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición histórica en México, y sus recursos minerales se han explotado desde el periodo prehispánico hasta la actualidad, si bien su importancia relativa en el contexto de la economía ha variado en el transcurso de los siglos. Asimismo, la minería ha desempeñado un papel primordial en la organización socioeconómica del territorio del país, pues el patrón actual de asentamientos, la estructura de las vías de comunicación (caminos y vías férreas) así como la pervivencia de algunos espacios agropecuarios constituye una herencia del proceso de articulación y estructuración del territorio durante la época colonial y el siglo XIX hasta el Porfiriato asociados al desarrollo de la actividad minera. Aún hoy en día, la minería constituye la única opción de sustento familiar en aquellos territorios cuyas condiciones físico-geográficas extremas limitan el desarrollo de otras actividades económicas.

En 2005, el valor agregado bruto de la actividad minera fue de \$ 36 853.6 millones de pesos, cantidad que representa 0.5% y de 2.0% del valor agregado bruto nacional e industrial, respectivamente, para el mismo año (INEGI, 2006). En 2005, el sector minero registró una tasa del crecimiento del PIB de 3.6%, lo que significó una disminución del ritmo de expansión de la actividad con respecto al año 2004 (7.1%), a la cual se atribuye tanto al modesto crecimiento del mercado interno, como a la desaceleración de la demanda externa; no obstante, este comportamiento fue de los más dinámicos del sector industrial, como resultado de que los precios de los metales mantuvieron una tendencia ascendente. Si se considera el periodo 2001-2005, la minería mexicana registró una tasa de crecimiento medio anual de 2.5%, ligeramente superior al crecimiento anual de la economía para el mismo periodo (2%).

### Regiones mineralizadas (E VII 1)

En el territorio mexicano están presentes diversas clases de rocas de todas las edades, desde el Precámbrico al Cuaternario. Por tal motivo, en México existe una gran variedad de recursos minerales metálicos y no metálicos. El Consejo de Recursos Minerales (transformado en el Servicio Geológico Mexicano a partir de las reformas a la Ley Minera en abril de 2005), ha dividido al territorio nacional en una serie de franjas de acuerdo al tipo de mineralización presente. La faja de la plata coincide con la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental, la porción oeste de la Altiplanicie Mexicana y las estribaciones septentrionales del Cinturón Volcánico Transmexicano. En esta zona se ubican algunos municipios mineros más importantes por el valor de la producción como Saucillo y Santa Bárbara en Chihuahua, Cuernavaca en Durango; Fresnillo, Sombrerete, Zacatecas, Chalcihuites y Morelos, en Zacatecas; San Martín de Bolaños en Jalisco; Guanajuato, en el estado del mismo nombre, y Zacazonapan, en el Estado de México. Coincidiendo con la vertiente poniente de la Sierra Madre Occidental, parte de la planicie costera del Pacífico Norte (Sonora y Sinaloa) y la porción oriental de las Sierras de Santa Lucía y de la Giganta en la península de Baja California, se localiza la franja de oro-cobre-molibdeno, en la cual existen distritos mineros sobresalientes en los municipios de Cananea, Nacoazari, Caborca y Juan Álvarez, en Sonora; Otáez y San Dimas en Durango y Mulegé en Baja California Sur. La parte oriental de la Altiplanicie Mexicana, la Sierra Madre Oriental y la porción sur de la península de Baja California, corresponden a la mineralización de plata-plomo-zinc, en donde se ubican los municipios mineros de Ascensión, en Chihuahua, Sierra Mojada en Coahuila; Mazapil, en Zacatecas; Charcas y La Paz en San Luis Potosí, Colón en Querétaro y Molango en Hidalgo. Coincidiendo con la casi totalidad del estado de Baja California se sitúa la franja mineralizada de plata-plomo-zinc-cobre-manganeso-molibdeno, y en la Sierra Madre del Sur, su vertiente septentrional, la Depresión del Balsas y parte del Cinturón Volcánico Transmexicano, se encuentra la mineralización de plata-plomo-zinc-cobre-manganeso, donde se localiza el municipio de Mezcala en Guerrero. También en la Sierra Madre del Sur se sitúan las franjas de la mineralización oro-plata, donde destaca el municipio de Taxco, y la de hierro-oro, en la vertiente del Pacífico, donde se ubican los municipios mineros de Minatitlán en Colima, y Águila y Lázaro Cárdenas en Michoacán. En cuanto a la distribución de las mineralizaciones de no metálicos, destacan las de agregados pétreos del municipio de Mulegé, en Baja California Sur; de fosforita en el mismo estado; de carbón-celestita-fluorita, en los municipios de Ocampo, Nava, Palá, Nueva Rosita, Miúzquiz, Monclova y San Pedro, en Coahuila; y, por último, la franja de sal-azufre-agregados pétreos que se extiende a lo largo de toda la planicie del Golfo de México y la península de Yucatán, en la cual sobresalen los municipios de Lampazos de Naranjo y Galeana, en Nuevo León, y Jáltipan en Veracruz.

### Concesiones mineras (E VII 2)

La mayor superficie concesionada tiende a concentrarse en las entidades federativas del norte, noroeste y centro-norte del país; en contraste, a las entidades del centro y sureste les corresponde la menor extensión de dicha superficie. Asimismo, a excepción de los estados de Tabasco, Yucatán y Veracruz, en los cuales predomina la superficie concesionada para explotación, en los demás hay un notable predominio del área concesionada para trabajos de exploración, siendo los casos más notables los de los estados de Sonora, Coahuila, Durango, Zacatecas y Baja California.

En 2004, el número total de títulos de concesión minera expedidos a nivel nacional fue de 2 195, de los cuales, 1 608 y 587 correspondieron a concesiones para exploración y explotación, respectivamente, y acogían a una superficie total de 3,140 300 hectáreas. En julio de 2006 existían en el país 21 212 concesiones mineras vigentes, en una superficie de 14.7 millones de hectáreas. La mayor superficie concesionada se confirió durante el gobierno del presidente Zedillo (1994-2000) y en 2002 y los últimos dos años de la administración de Vicente Fox. En contraste, antes del gobierno del presidente De la Madrid, que fue el primero de corte neoliberal, la superficie minera otorgada en concesión fue casi irrelevante (E VII 2 B; E VII 2 C).

### Entorno social de la minería (E VII 3)

La población activa en la minería varía de acuerdo con la fuente consultada. La Secretaría de Economía reporta para 2005 un total de 264 448 trabajadores en el sector, lo que representó un incremento de 2.8% con respecto a los mineros registrados en 2004, y de 6.6% en relación a los computados en 2003. Por su parte, el *XII Censo General de Población y Vivienda* de 2000 registra una población económicamente activa minera (PEA) de 99 895 personas a nivel nacional. El comportamiento espacial a nivel municipal y la estructura de la PEA minera por estados según su posición en el trabajo, se muestran en el Mapa E VII 3 A y el gráfico E VII 3 B. Coahuila es la entidad con mayor número de trabajadores en la minería y supera a Sonora, el estado que le sigue en importancia por más del doble de mineros. Esto se debe a que la minería del carbón que se practica en Coahuila es intensiva en el empleo de mano de obra. Los casos de Veracruz, Tabasco y Campeche, que exhiben un alto número de mineros son una excepción, pues el censo incluye en este rubro a los trabajadores en la industria petrolera.

### Producción minera (E VII 4)

En 2004, el valor total de la producción mineral nacional fue de \$24 449 millones de pesos; en ese año, los minerales metálicos y no metálicos más sobresalientes por el valor de su producción, en orden de importancia, fueron: cobre, plata, zinc, oro, carbón y hierro y con una presencia menos significativa les siguen molibdeno, plomo y sal. México destaca a nivel mundial en la producción de algunos minerales, algunos de ellos de elevado valor estratégico, en 2004 ocupaba el primer sitio en producción de plata, el segundo en bismuto, fluorita y celestita, el cuarto en wollastonita, arsénico y cadmio, el quinto en plomo, barita, molibdeno, sal, zinc y grafito, el séptimo en diatomita, el octavo en manganeso, yeso y feldespato y el undécimo en cobre y azufre (Secretaría de Economía, 2006). En la producción de cobre sobresale el estado de Sonora, muy por delante de Zacatecas, San Luis Potosí y Chihuahua. La mayor producción de plata la concentran Zacatecas, Durango y Chihuahua; la de oro la aglutinan Durango, Sonora, Querétaro, Guanajuato, Sinaloa y el Estado de México. El zinc se distribuye en Zacatecas, Chihuahua, San Luis Potosí y el estado de México, en tanto que el plomo se ubica en Zacatecas y Chihuahua. De los minerales siderúrgicos, el carbón se concentra exclusivamente en Coahuila, el hierro es producido en Colima, Michoacán y Coahuila, el manganeso es extraído totalmente de las minas del estado de Hidalgo, en tanto que todo el molibdeno procede de Sonora. Entre los minerales no metálicos, sobresale la producción de sal y yeso en Baja California Sur, el sulfato de sodio en Coahuila, la fluorita y la calcita en San Luis Potosí, el mármol y la bentonita en Durango, la sílice y el caolín en Veracruz, y el azufre en los estados petroleros de Tabasco y Chiapas. La evolución del volumen de producción de los principales metales preciosos, industriales y minerales y metales siderúrgicos, y su relación con la variación en sus precios, se aprecia en las gráficas del recuadro de la hoja E VII 4. Si bien la mayoría presenta altibajos en su producción, la producción de plata, oro, cobre, zinc y carbón, han mantenido una tendencia hacia el aumento a partir de los primeros años del decenio de los 1990's, el plomo y el manganeso han mostrado una tendencia a la reducción de su producción, en tanto que la de hierro se ha comportado de forma más estable.

### Infraestructura para la minería (E VII 5)

La actividad minera implica una relación intensa entre las minas y las vías de comunicación. La red ferroviaria mexicana se trazó en su mayor parte durante el Porfiriato, y dicho trazado obedeció en gran medida a la ubicación de los principales sitios mineros en el norte y centro-norte del país. Actualmente, las minas se encuentran bien comunicadas mediante caminos pavimentados o vías férreas. Cuando el Estado privatizó en los 1990 los ferrocarriles, los grandes grupos mineros compraron algunas de las rutas más importantes para integrarlas verticalmente con sus unidades mineras o con áreas de potencial minero futuro. Asimismo, la suspensión de actividades en algunas minas se relaciona, en parte, a la accesibilidad a vías de comunicación que permitan tanto la entrada de maquinaria, equipo e insumos, como la salida de minerales.

El recuadro ilustra las principales características físicas y modalidades de accesibilidad de una de las zonas mineras productoras de oro más importantes del país, el distrito de Tayoltita, en el municipio de San Dimas, Durango, operado por la empresa Luismin, algunos de cuyos yacimientos ya eran conocidos desde la época colonial, como lo demuestran los restos de construcciones para el beneficio encontradas en las proximidades de Guarisamey. A pesar de la topografía agreste y el difícil acceso, la comunicación se realiza a través de terracerías y de los lechos de las corrientes intermitentes, y el metal, una vez beneficiado se transporta fuera de la región por vía aérea.

### Estructura empresarial de la minería (E VII 6)

Uno de los rasgos distintivos de la actividad minera es su naturaleza aleatoria: las minas se mantienen activas o suspenden su actividad en función de una mayor o menor viabilidad económica, muy vinculada a las variaciones en los precios internacionales de los minerales, a los costos de producción, al

comportamiento del mercado interno y externo, a la modernización tecnológica, y es un hecho que a partir de la implantación de políticas de corte neoliberal en México, son las empresas más grandes y de mayor capacidad económica, las que han mantenido o incluso ampliado sus actividades, en tanto que las medianas o pequeñas empresas más vulnerables han experimentado un mayor número de cierres. Por ello, la distribución de las minas en el territorio nacional es cambiante y aquí se presentan tanto las minas activas como las reportadas inactivas.

Las minas activas y aquellas que actualmente se encuentran inactivas o con actividades suspendidas temporalmente están controladas por diversos grupos empresariales. Su ubicación se asocia al valor agregado censal bruto derivado de la minería, conforme a los datos de 2003 reportados en los últimos censos económicos. En primer lugar, destaca la gran concentración de la actividad minera actual en unos cuantos grandes grupos, algunos de los cuales están integrados verticalmente pues operan minas, plantas de beneficio, plantas de fundición metalúrgicas o siderúrgicas, y refinadoras de metales, e incluso otros giros de actividad, como es el caso de la división química (Industrias Peñoles) o incluso la producción de autopartes (Corporación SanLuis), y como se señalaba antes, también el control de algunas vías férreas. De todos ellos, Industrias Peñoles y el Grupo México son los más especializados en la producción de metales preciosos e industriales no ferrosos, con numerosas minas diseminadas por todo el país; el primero también destaca como el productor más importante de sulfato de sodio y óxido de magnesio, y el segundo produce carbón, para la fabricación del coque indispensable como combustible para sus fundiciones. El Grupo México concentra una proporción muy alta de la producción nacional de cobre, con sus complejos minero-metalúrgicos de Cananea y Nacoazari, en Sonora. La Corporación SanLuis, a través de su empresa Luismin, se especializa en la producción de oro-plata y en los últimos años ha establecido importantes alianzas con empresas extranjeras para realizar actividades de exploración y la explotación de algunas minas, como en Mezcala, Guerrero. En el ramo siderúrgico, destaca el Grupo Acerero del Norte (GAN), que en los 1990's adquirió las minas de hierro y carbón del grupo estatal Sidermax, así como su complejo siderúrgico de Monclova, además de algunas minas metálicas de importancia histórica como las de Pachuca y Real del Monte. El grupo Ternium Hylsa tiene minas de hierro en Colima, Jalisco y Michoacán, y complejos siderúrgicos en Monterrey y Puebla. Las minas pertenecientes al grupo Carso-Frisco se encuentran inactivas en su mayor parte, y el grupo Carso-Nacobre tiene una fundición activa cerca del puerto de Veracruz. Por su valor agregado censal bruto, destacan los municipios de Mulegé, Baja California, por su producción de sal, yeso, manganeso y cobalto; en Sonora sobresalen los municipios cupríferos de Cananea y Nacoazari, y el aurífero de Caborca; en Coahuila despuntan los municipios de Nava, Miúzquiz y Monclova, por su producción de carbón, coque y fluorita; en Zacatecas desuella Fresnillo por su producción de plata, y los municipios auríferos del oeste del estado de Durango, entre otros.

También participan empresas extranjeras en la minería mexicana y en sus proyectos mineros. Contrariamente a lo que ocurre en otros sectores de la economía, el número de empresas canadienses en el sector minero predomina en forma casi absoluta con respecto de las originarias de cualquier otro país, incluso las de Estados Unidos, que ocupa el segundo lugar. Dichas empresas se ubican preferentemente en el norte y noroeste del país: Sonora, 39; Durango, 35; Chihuahua, 24; y Sinaloa y Zacatecas con 18 cada uno. Cabe destacar que la mayor parte de ellas enfocan sus esfuerzos y capitales hacia proyectos de exploración y en menor medida hacia proyectos de explotación y desarrollo. Los proyectos de exploración se desarrollan primordialmente en los estados de Durango, Sonora, Chihuahua, Zacatecas y Sinaloa, en ese orden, y con menor intensidad en Jalisco, Chiapas, Guerrero y Oaxaca, y se enfocan a la ubicación de yacimientos auríferos primordialmente.

### Minería, procesos y contaminación (E VII 7)

Este mapa muestra las relaciones que se dan entre la minería y sus procesos de beneficio primario con el impacto ambiental potencial y real. Se parte del principio de que el tipo y la intensidad del impacto ambiental causado por la minería y las plantas de beneficio, depende de varios factores, pero se asocia básicamente al tipo de minado y al tipo de beneficio primario realizado a boca mina. En términos muy generales, las minas se clasifican en subterráneas y en tajos a cielo abierto. El impacto de las primeras es menos evidente, y se relaciona con la modificación de los patrones hidrológicos subterráneos, o con hundimientos y agrietamientos que pueden afectar a los asentamientos y las infraestructuras ubicados sobre los terrenos minados. En el caso de las explotaciones a cielo abierto, su impacto es visualmente más evidente, por la modificación de la morfología local, la contaminación por polvos, la eliminación de suelo y vegetación, el posible riesgo de deslizamientos por la inclinación de los taludes, etc. En el caso de los procesos de beneficio, el riesgo potencial se deriva de los productos químicos empleados y de la acumulación de los residuos del proceso del beneficio en las presas de jales, por sus posibles reacciones con el agua y el suelo, en condiciones específicas de temperatura, pluviosidad, humedad del aire, permeabilidad de las rocas, o su movilidad por el viento, entre otras.



<sup>1</sup> Departamento de Geografía Económica, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

La ubicación de las plantas de beneficio de minerales metálicos y no metálicos se relaciona con la red hidrográfica y se clasifican según el tipo de proceso que emplean. La flotación es el proceso más generalizado en el beneficio de plata y metales no ferrosos; la cianuración se emplea en el beneficio del oro, la lixiviación en el de cobre, el lavado y la coquización en el caso del carbón, la evaporación para el beneficio de sal, sulfato de cobre y óxido de magnesio, y la calcinación en el tratamiento de calcita, dolomita y yeso. Existen otras plantas, como por ejemplo las de trituración y concentración gravimétrica, empleadas como proceso previo para moler el mineral antes del beneficio propiamente dicho o para el tratamiento de agregados pétreos, y las de concentración magnética, empleada en el beneficio del hierro, entre otras. El mapa E VII 7 B muestra la ubicación de las principales minas según el tipo de minado: subterráneo, tajo a cielo abierto o salmuera. En síntesis, del análisis de ambos mapas se puede inferir de manera indirecta el tipo de impacto ambiental que puede afectar a las localidades y el entorno donde se encuentran emplazadas las minas y las instalaciones de beneficio, de acuerdo con sus características físico-geográficas y socioeconómicas.

Cabe señalar que en los últimos quince años ha habido una preocupación en el ambiente minero por la reducción de los problemas ambientales generados por minería y por las medidas para remediar los impactos una vez que una unidad minera concluye su ciclo de operación; son dignos de destacar los esfuerzos y los proyectos que algunos de los grandes grupos mineros han desarrollado orientados hacia la conservación ecológica y hacia la obtención del Certificado como Industria Limpia ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

#### Fuentes bibliográficas, cartográficas y estadísticas

CAMIMEX (2006), *Principales minas activas en México*, Cámara Minera de México. Archivo interno.

Consejo de Recursos Minerales (hoy Servicio Geológico Mexicano) (2002), *Anuario estadístico de minería mexicana, 2001*, México. [www.coremisgm.gob.mx](http://www.coremisgm.gob.mx).

Consejo de Recursos Minerales (hoy Servicio Geológico Mexicano) 2003, *Regiones mineralizadas, México*. [www.coremisgm.gob.mx](http://www.coremisgm.gob.mx).

Gobierno Federal (2006), "Fomento a la minería. Informe de gobierno 2006", *Revista Minería CAMIMEX*, Vol. XII, Núm. 7, julio-septiembre, México.

INEGI (vv.aa.), *La minería en México*, Serie de Estadísticas Sectoriales, Aguascalientes, Ags. México.

INEGI (2001), *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).

INEGI (2004), *La minería en México, 2004*, Serie de Estadísticas Sectoriales, Aguascalientes, Ags. México.

INEGI (2005), *Censos Económicos 2004*. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).

INEGI (2006), *La minería en México, 2006*, Serie de Estadísticas Sectoriales, Aguascalientes, Ags. México.

Páginas WEB de los principales grupos mineros.

Secretaría de Economía. Dirección General de Minas (2001), *Directorio de la minería mexicana*, México.

Secretaría de Economía. Dirección General de Minas (2005), *Concesiones mineras otorgadas por año durante el periodo 1980-2000*, Archivo interno, México.

Secretaría de Economía. Dirección General de Minas (2004), *Directorio de empresas extranjeras participando en minería mexicana*. Actualización a noviembre de 2004. México. [www.economia.gob.mx](http://www.economia.gob.mx).

Secretaría de Economía. Dirección General de Minas (2005), *Proyectos de compañías extranjeras por estado*. Actualización a enero de 2004. México. [www.economia.gob.mx](http://www.economia.gob.mx).

Secretaría de Economía. Dirección General de Minas (2005), *Concesiones mineras vigentes por entidad federativa y superficie en el año 2004*, Archivo interno, México.

Secretaría de Economía (2006), *Informe de la minería mexicana 2000*, Coordinación General de Minería, México.

SEDENA-DGSC (1988), *Carta topográfica Tayoltita*, G13C87, Esc. 1:50 000, México.

Servicio Geológico Mexicano (2004), *Directorio de la minería mexicana, 2004*, (antes Consejo de Recursos Minerales), México. [www.coremisgm.gob.mx](http://www.coremisgm.gob.mx).

Servicio Geológico Mexicano (2005), *Anuario estadístico de la minería mexicana, 2005*, (antes Consejo de Recursos Minerales), México. [www.coremisgm.gob.mx](http://www.coremisgm.gob.mx).