

DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS GEOLOGICOS

JEFE DEL DEPARTAMENTO Y DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLOGICO

ING. LEOPOLDO SALAZAR SALINAS

GEOLOGIA MINERA  
—DE—  
MEXICO

POR

TEODORO FLORES

JEFE DE LA OFICINA DE  
GEOLOGIA GENERAL

(Conferencia para la Exposición Ibero-americana  
de Sevilla,—1929)



MEXICO, D. F.

TALLERES GRAFICOS DE LA NACION

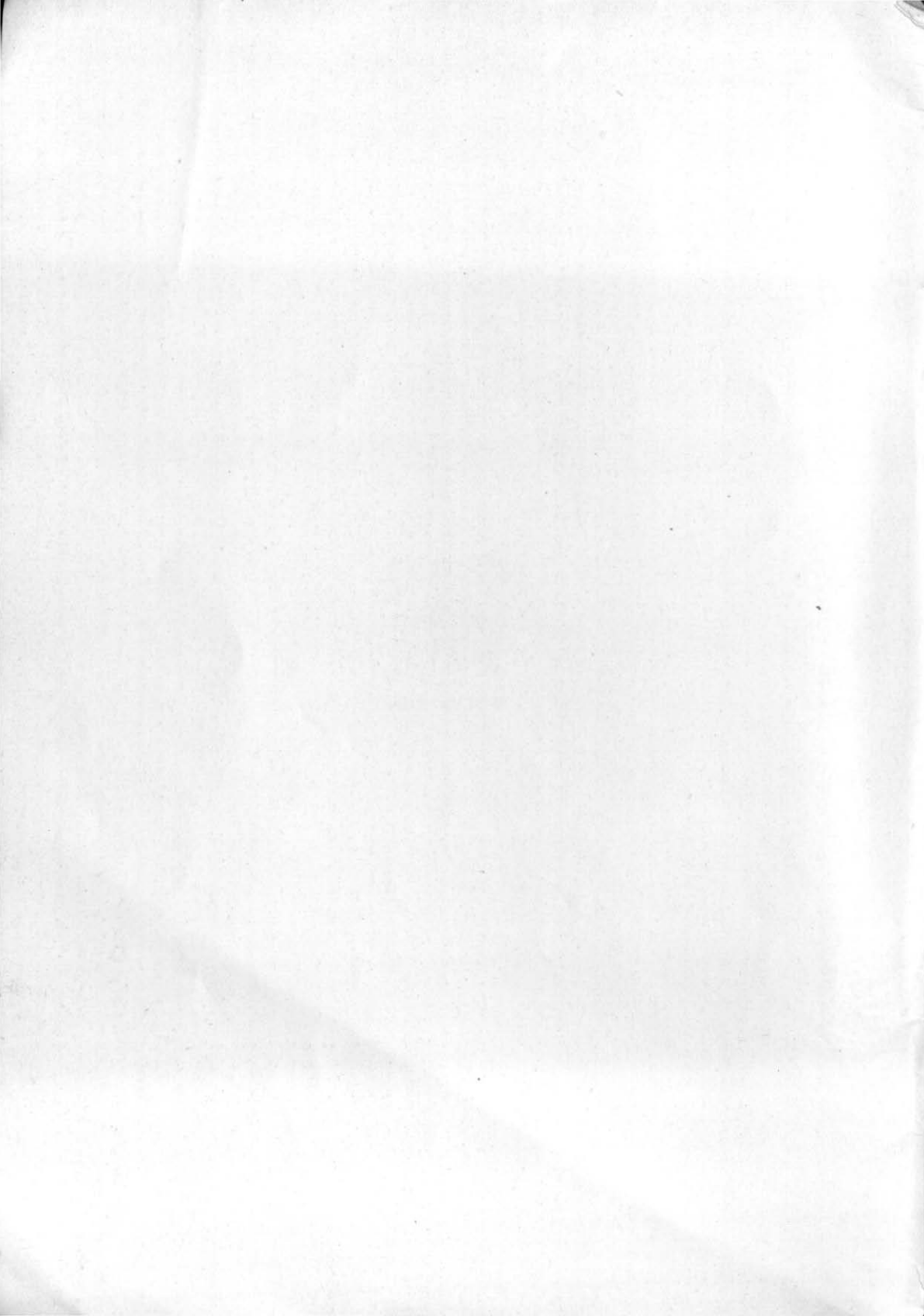
1929

*Al Señor Ing. Dr.  
Enrique Ortiz  
Homenaje del autor.*





BIBLIOTECA



## GEOLOGIA MINERA DE MEXICO

Este trabajo fué preparado siendo Director del Instituto Geológico el Sr. Ing. Juan D. Villarelo, pero su publicación se hace bajo la gestión del actual Jefe del Departamento.



DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS GEOLOGICOS

---

JEFE DEL DEPARTAMENTO Y DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLOGICO

ING. LEOPOLDO SALAZAR SALINAS

---

---

GEOLOGIA MINERA  
—DE—  
MEXICO

POR

TEODORO FLORES

JEFE DE LA OFICINA DE  
GEOLOGIA GENERAL

Conferencia para la Exposición Ibero-americana  
de Sevilla,—1929



MEXICO, D. F.

TALLERES GRAFICOS DE LA NACION

1929

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

MICHIGAN



# GEOLOGIA MINERA DE MEXICO

POR

TEODORO FLORES,

*Ingeniero del Departamento de Exploraciones  
y Estudios Geológicos*

Los criaderos minerales que constituyen la riqueza minera de los Estados Unidos Mexicanos, guardan estrecha relación con las principales provincias geológicas en que se divide el país y aun con sus grandes rasgos geográficos. En la distribución, origen y naturaleza de estos criaderos minerales influyen, tanto la constitución como la estructura geológica de los accidentes más notables del relieve general del país, pudiendo decirse que todas las entidades que forman la República son mineras; pues con excepción de la península yucateca, que puede considerarse como una gran losa calcárea que ha sufrido una serie de hundimientos y levantamientos en épocas geológicas relativamente recientes, en todo el resto del país, especialmente en sus regiones montañosas, se encuentran criaderos minerales que contienen metales preciosos como el oro y la plata, o metales industriales como el cobre, el plomo, zinc, fierro, manganeso, mercurio, estaño, etc., o minerales explotables no metálicos.

La naturaleza de las rocas en que se encuentran contenidos los criaderos minerales influye en la naturaleza misma de su relleno, así como en su morfología y en su génesis, como se verá en seguida.

En la Sierra Madre Occidental, en la que son dominantes las rocas ígneas terciarias, los criaderos más frecuentes son del ti-

po de "vetas de fractura" que arman en andesitas, riolitas, porfíritas, etc., o en las brechas y tobas que acompañan generalmente a estas rocas, caracterizándose esta clase de criaderos por el marcado contraste que existe entre su relleno metalífero y las rocas encajonantes, por su persistencia tanto a rumbo como a profundidad y por la concentración de los minerales útiles en masas de dimensiones más o menos grandes, separadas entre sí por tramos estériles del cuerpo del criadero. Los sistemas de fracturas en que ha tenido lugar el depósito y concentración de los compuestos minerales, tienen bien definidas relaciones con los movimientos orogénicos realizados en el territorio mexicano, de los que no son en realidad sino su consecuencia, siendo de notar que casi en todos los Distritos mineros hay siempre un sistema de fracturas orientado de NW. a SE., que en algunos casos se presenta solo, pero que la mayoría de las veces se encuentra combinado con otros sistemas de direcciones N-S., NE-SW. y E-W. Es frecuente que algunas de estas fracturas preexistentes coincidan con fallas, habiéndose verificado entonces la mineralización a lo largo de estas últimas, con impregnación, a veces, de los respaldos de la falla e intervención de fenómenos metasomáticos. En ciertos Distritos las fracturas mineralizadas han sido cortadas por fracturas transversales que han provocado dislocaciones, en ciertos casos de alguna importancia, en los criaderos atravesados.

En la Sierra Madre Oriental, en la que dominan las rocas sedimentarias, con masas de rocas intrusivas más o menos grandes, el tipo dominante de los criaderos minerales es distinto del anterior; en efecto, en esta región los criaderos minerales más frecuentes afectan la forma de cuerpos irregulares que rellenan cavidades originadas por la circulación de aguas subterráneas, las que al disolver la caliza han formado cavidades de grandes dimensiones, verdaderas grutas. En la génesis de esta clase de criaderos desempeñan papel importante los fenómenos de sustitución, que se han verificado entre las soluciones mineralizantes y las rocas en que se depositan los minerales, siendo frecuentes también los criaderos situados cerca o en el contacto de las rocas intrusivas con las sedimentarias; en esta clase de criaderos es muy constante la presencia de silicatos que están íntimamente asociados con fenómenos de metamorfismo.

Atendiendo a la naturaleza del metal útil que contienen los

criaderos minerales, se puede dividir México en dos regiones: una occidental, muy rica en criaderos auríferos, argentíferos, auro-argentíferos y cupríferos; y una región oriental, muy rica en criaderos de plomo, al que se asocian el zinc y el antimonio y en la que se conocen los principales criaderos de mercurio. Esta exclusión de ciertos minerales no es absoluta, pues se presentan en la región oriental algunos criaderos de oro, cobre o plata y en la región occidental existen también varios criaderos de plomo, antimonio, o plomo y zinc. La preponderancia de cierta clase especial de criaderos en cada una de estas dos regiones depende, como se dijo al principio, de la constitución geológica del país, estando formada la primera principalmente por rocas ígneas y la segunda por rocas sedimentarias; pero así como en la región ígnea del W. de México hay tramos sedimentarios que han quedado descubiertos, en la región oriental hay tramos o islotes eruptivos diseminados entre las formaciones sedimentarias.

Se ha hecho notar que la Mesa Central, como puede verse en el declive suave que la limita hacia el N. y en su flanco hacia el S., tiene un soporte de pizarras exfoliadas o de lechos delgados de calizas de edad no bien determinada todavía que asoman a ambos lados de la Mesa formando especie de viseras; estas pizarras han sido metamorfoseadas por fenómenos de metamorfismo dinámico o por intrusiones de rocas ígneas antiguas, siendo el metamorfismo dinámico el dominante. En esta clase de formaciones hay criaderos de tipo veta, o masas irregulares, o masas interestratificadas, siendo el más frecuente el de vetas propiamente dichas aunque de caracteres algo distintos a los de las vetas que arman en rocas efusivas. Como Distritos mineros que se localizan en la doble visera pizarreña que sirve de zócalo a la Mesa Central, pueden citarse: por el N., Guanajuato, Zacatecas, Noria de los Angeles, Pinos, San Felipe, Pozos y otros, y en la visera sur, El Oro, Tlalpujahuá, Zacualpan, Sultepec, Temascaltepec y Taxco. Suelen haber, en esta región vecina a la Mesa Central, vetas que arman en granitos, como las de Ojo Caliente, Peñón Blanco, Comanja, Barranca de Oro, etc.

En la alta barrera que atraviesa los Estados de Oaxaca, Guerrero y Michoacán, conocida con el nombre de Sierra Madre del Sur, cuya constitución geológica es muy compleja, hay criaderos de naturaleza muy variable, algunos de importancia indus-

trial, otros poco conocidos y algunos de importancia industrial por investigar. Entre éstos se mencionan las vetas o mantos auríferos-piritosos, a veces muy quebrados por fallas, que es difícil disfrutar por trabajos metódicos de explotación. Se ha observado también que existen vetas en pizarras negras, criaderos plomosos y de cuarzo aurífero que siguen la tosca estratificación de las pizarras cristalinas, o criaderos de contacto en masas piritosas que pueden ser de porvenir industrial.

Habría que mencionar también, para un cuadro completo de los criaderos metalíferos mexicanos, ciertos criaderos que son interesantes desde el punto de vista especulativo, como son los de estaño de segregación magmática y ciertos placeres auríferos que son muy numerosos, pero que en la mayoría de los casos son pobres y ocupan extensiones superficiales reducidas, por la fuerte pendiente de los arroyos en que se encuentran, no siendo interesante, por consiguiente, su porvenir económico.

Nos ocuparemos ahora en los principales criaderos minerales de la República y, teniendo en cuenta la naturaleza de la substancia industrial que producen o pueden producir, los dividiremos en dos grupos: criaderos de minerales metálicos y criaderos de minerales no metálicos.

## CRIADEROS DE MINERALES METALICOS

### ORO

El oro se presenta en México acompañando con frecuencia a los minerales argentíferos, cupro-argentíferos o cupríferos, siendo escasos los criaderos exclusivamente auríferos. Estos ocurren bastante distanciados entre sí, repartidos paralelamente a la costa del Pacífico y la mayoría de ellos se encuentra distribuida en la vertiente oeste de la Sierra Madre Occidental, en pizarras cristalinas o metamórficas, en rocas de naturaleza granítica o diorítica y siempre en la proximidad de rocas ígneas terciarias, como andesitas y riolitas. La región aurífera más septentrional del país se localiza en el Distrito Norte de la Baja California y abraza una extensión superficial comprendida entre la línea divisoria internacional y el paralelo 27°. Sigue después la zona del este de Sonora, formada principalmente por

el ex-Distrito de Altar, parte occidental de los ex-Distritos de Magdalena y Ures y termina en Sahuaripa. Se dirige después hacia el SE., por los Estados de Sinaloa, Nayarit y Jalisco, siempre en las vertientes occidentales de la Sierra Madre, para continuar por Coyuca de Catalán, en el Estado de Guerrero, donde es poco extensa y comprende parte de la vertiente oriental de la Sierra Madre. Pasa después por los ex-Distritos de Galeana y Bravo, de este mismo Estado y los de Zimatlán y Etna, del E. de Oaxaca. Deben citarse también las zonas de El Oro, en el Estado de México, las muy pobres de Zomelahuacán, Tatatila y Tetela, en los Estados de Veracruz y Puebla; la de Xichú, en Hidalgo; las de Pico de Teira y Mezquital del Oro, en Zacatecas y, por último, la de Cerro Colorado, en Chihuahua. Se ha llamado la atención sobre esta zona minera occidental aurífera, haciendo notar que la presencia del oro se localiza solamente en cortos tramos y que la abundancia y riqueza de los criaderos aumenta a medida que se camina hacia el N., pudiendo decirse que estos criaderos son más ricos en Sonora y Baja California.

Recientemente ha comenzado a despertarse interés por la explotación o renovación de los trabajos de los placeres auríferos en terrenos de acarreo fluvial, que se localizan principalmente en diversos ríos del país, en los Estados de Sonora, Sinaloa, Michoacán, Veracruz y Oaxaca, en los que puede aprovecharse el agua en el tratamiento de las arenas auríferas. En Sonora, Baja California y Chihuahua, ocurren estos placeres auríferos en localidades en que el agua es muy escasa o falta completamente, lo que hace difícil su explotación.

En estos últimos años la producción de oro en México ha disminuído con respecto a la producción de años anteriores, a causa del agotamiento de las vetas auríferas de la región de El Oro y Talpujahuá, habiendo sido compensada en parte esta disminución por el aumento en la producción de minerales argentíferos que generalmente contienen oro. Las Entidades a las que se debe la producción de este metal en la República, han sido principalmente: el Territorio de Baja California y los Estados de Chihuahua, México, Michoacán y Sonora.

Durante el primer semestre del año próximo pasado (1928), la producción de oro en México fue de 11,170 kilogramos.

## PLATA

Los criaderos argentíferos se encuentran situados, en su mayoría, en la Sierra Madre Occidental, con excepción de los de las sierras de Pachuca, Guanajuato y Zacatecas. Afectan la forma de vetas propiamente dichas que arman en rocas ígneas, generalmente verdes, que se presentan más o menos alteradas en las cercanías de los criaderos. Las fracturas que contienen el relleno metalífero son por lo común muy francas, marcándose bien sus respaldos, tanto a rumbo como al echado, y son constantes en una longitud considerable. En ciertos Distritos las vetas forman sistemas paralelos, ligados entre sí por vetas secundarias bajo ángulos más o menos agudos; estas vetas secundarias se unen a las principales, pero no las cortan. Su relleno metalífero está formado por minerales de plata que son sulfuros, sulfo-antimoniuros o sulfo-arseniuros, con leyes variables en oro, en las que se encuentran o concentraciones que forman las llamadas "bonanzas" o bien zonas menos ricas diseminadas en el cuerpo del criadero. Las matrices más frecuentes, son: cuarzo, calcita, silicatos de manganeso y a veces barita o fluorita. Se asocian a los minerales de plata, en proporciones diversas, los de plomo, zinc, cobre, fierro y manganeso, o sean, respectivamente, la galena, blenda, calcopirita, pirita y óxidos de fierro y manganeso. El manganeso forma, en la zona de oxidación, los óxidos negros que se conocen con el nombre de "quemazones," encontrándose el silicato (rodonita) en la zona profunda.

Los criaderos argentíferos pueden considerarse distribuidos en tres zonas:

I. La zona que de la línea divisoria con los Estados Unidos del Norte se extiende por la parte oriental de los Estados de Sonora y Sinaloa y occidental de los Estados de Chihuahua y Durango, zona que termina al SW. de este último Estado por la interposición de la sierra de Nayarit.

II. Zona occidental de Jalisco, que termina al N. de Michoacán.

III. Zona de Guerrero, que se extiende al NW. de ese Estado. En el interior del país existen zonas, en cierto modo independientes, como son: la de Hidalgo, que comprende Pachuca y Real del Monte y se extiende hasta las inmediaciones de Acto-

pan; la zona de la sierra de Guanajuato, que termina cerca de Ciudad González (San Felipe), y la de la sierra de Zacatecas. Como se ha dicho, en algunos casos las vetas coinciden con fallas o zonas falladas, siendo entonces vetas de importancia industrial por tener bastante capacidad productora. Las vetas de este tipo no llevan mineralización solamente en su relleno metalífero, sino que se extiende, como antes se dijo, a distancias variables de los respaldos, habiendo sido facilitada su concentración por fenómenos secundarios, tales como circulación de aguas meteóricas, porosidad de las rocas, etc. A esta mineralización secundaria se debe, en muchos casos, la excepcional importancia industrial que tienen estos criaderos, que son muy buscados a causa de las grandes cantidades de metales pobres que pueden suministrar a las plantas de cianuración o a las plantas de concentración que tratan minerales de plata piritosos o minerales cuproargentíferos. Los criaderos de esta naturaleza tienen la particularidad de presentar en su relleno una estructura lenticular, habiendo cierta variabilidad en la ley de plata en cada lente individual. Se comprende que la presencia de lentes imbricadas, alternativamente mineralizadas y estériles tiene gran importancia, pues puede modificar de una manera notable, en casos de criaderos muy robustos, el plan general de su explotación. Como ejemplos de esta clase de criaderos, que se localizan a lo largo de fallas, pueden citarse los siguientes: Veta Colorada, en Parral; San Pedro Anasco, en el centro minero de Hostotipaquillo; las vetas Vizcaína y Santa Gertrudis, en Pachuca y la veta de Arévalo, en El Chico, que es uno de los mejores tipos que ofrece esta estructura imbricada lenticular.

Según los datos estadísticos más recientes, la producción de plata ha continuado aumentando en el país, habiendo figurado el Estado de Hidalgo como el primer productor de plata, en segundo lugar Chihuahua y después Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Jalisco, Sonora, Guanajuato, Michoacán y Sinaloa.

Durante los primeros seis meses del año próximo pasado la producción de plata en el país fue de 1.700,212 kilogramos, producción que fue superior en casi un 13% a la del mismo período del año 1927.

## PLOMO

Los criaderos plumbíferos se localizan de preferencia en las calizas y pizarras cretácicas de la Sierra Madre Oriental, afectando los tipos, bien de depósitos irregulares, que corresponden al llenamiento de grutas formadas en estas rocas sedimentarias, o de verdaderas vetas. En la génesis de esta clase de criaderos han intervenido, frecuentemente, fenómenos de substitución; y los minerales de plomo se presentan casi constantemente acompañados de los de plata y zinc y a veces de los de antimonio, mercurio y cobre. En la parte superior de estos criaderos los minerales dominantes son carbonatos, que se cambian poco a poco en sulfuros al descender los trabajos de explotación. La gran profundidad a que se encuentran las aguas freáticas en las regiones desérticas en donde ocurren generalmente estos criaderos, regiones que se localizan en los Estados fronterizos de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, permite la existencia de estos carbonatos en un considerable tramo vertical de su relleno metalífero; comúnmente las grandes dimensiones de las grutas o cavidades rellenas con minerales plumbíferos o plumbo-argentíferos, permiten una gran extracción de minerales que sostiene a las fundiciones importantes que operan en el país, en las que el plomo desempeña el principal papel.

También suelen presentarse los criaderos de plomo en rocas ígneas, como granulitas, dioritas y andesitas de hornblenda y es interesante señalar la relación que existe, entonces, entre los minerales plomosos y la barita, pues en las vetas en que la galena entra en pequeña proporción el sulfato de bario no existe o se encuentra sólo accidentalmente, en tanto que en los criaderos donde hay una fuerte proporción de plomo la barita es constante y a veces abunda.

Como tipos de los criaderos mencionados en primer lugar, que arman en rocas sedimentarias, pueden señalarse los de Sierra Mojada, en Coahuila; los de Naica, Santa Bárbara, Santa Eulalia, Villa Ahumada y Las Adargas, en Chihuahua; los de Mapimí, en Durango; los de Minas Viejas, Villa Aldama y Cerralvo, en Nuevo León; los de Sombrerete, en Zacatecas y, por último, los de Pregones y Noxtepec, en el Estado de Guerrero. Como tipos de la segunda clase de criaderos son de notarse los de Cuale, Bramador y Etzatlán, en Jalisco, y los de Ojo Caliente, en Zacatecas.



Los Distritos mineros que últimamente han producido la mayor cantidad de minerales de plomo en la República son los situados en los Estados de Chihuahua, Coahuila, Zacatecas y Durango.

La producción de plomo fue, durante la primera mitad del año próximo pasado, de 118.591,969 kilogramos.

## ZINC

El zinc se presenta bajo la forma de sulfuro, acompañando casi constantemente a la galena en los criaderos de plomo y se encuentra, además, en proporciones más o menos variables, bajo la forma de calamina o smithsonita en esos mismos criaderos o en los plumbo-argentíferos o auro-argentíferos, pudiendo decirse que no se conocen en el país criaderos exclusivamente de zinc.

El porvenir de la industria del zinc en México es alhagador, debido a la gran demanda que en estos últimos años ha tenido este metal. Los Minerales de Santa Bárbara, Parral y Santa Eulalia, del Estado de Chihuahua, han suministrado últimamente algo más del 50% de la producción total de este metal en el país. Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, han contribuido también a la producción de zinc, correspondiendo, además, una mínima parte a los Estados de Durango, Hidalgo, México, Puebla y Zacatecas. No obstante que las cotizaciones del plomo y del zinc bajaron algo en 1928 con relación a las del año 1927, la producción de estos metales ha seguido aumentando en la misma relación en que se ha venido desarrollando con anterioridad al descenso de su precio en el mercado. Puede decirse que las empresas más afectadas han sido, en general, aquellas que operan en pequeña escala, que explotan minerales de plomo y zinc exclusivamente y que no han podido, por sus propias condiciones, reducir sus costos de extracción.

La producción de zinc en el país, durante el primer semestre de 1928, fue de 78.199,699 kilogramos.

## COBRE

Los criaderos de contacto en México tienen en muchos lugares una gran importancia industrial como productores de minerales de cobre, en los que este metal viene asociado al oro y a la

plata y con alguna frecuencia al fierro y al plomo. Los grandes criaderos cupríferos de Cananea han sido considerados como criaderos de contacto, así como otros muchos en los que la mineralización se concentra unas veces en la roca intrusiva no alterada y otras en el contacto de esta roca con las sedimentarias, encontrándose, en ocasiones, contenida la principal concentración directamente en la caliza. La matriz del relleno metalífero en esta clase de criaderos es cuarzosa, siendo las especies minerales dominantes la calcosita, calcopirita y bornita, que se presentan acompañadas, a veces, de silicatos de metamorfismo.

Se encuentran también criaderos de cobre en rocas ígneas terciarias ácidas o en rocas clásticas de edad miocénica o pliocénica, siendo por lo general estos criaderos de menor importancia que los citados al principio.

Sonora es el Estado que ha venido contribuyendo notablemente, desde hace varios años, a la producción de cobre de la República, procediendo dicha producción, casi en su totalidad, de las minas de Cananea y Nacozari. Los minerales cupríferos extraídos de las minas de Cananea se han tratado por fundición y los de Nacozari por flotación, habiendo sido remitidos los concentrados obtenidos a la fundición de Douglas, Arizona. El Territorio de Baja California figura en segundo lugar como productor de cobre, habiendo provenido los minerales producidos de las minas de la Compañía francesa de El Boleo. Los Estados de Zacatecas y San Luis Potosí contribuyen también a esta producción con sus minas de Aranzazú y Matehuala, respectivamente, y el resto de la producción de cobre ha provenido de los Estados de Coahuila y Aguascalientes, en cuyas plantas metalúrgicas se tratan minerales de composición compleja en las que el cobre se obtiene como un subproducto.

La producción de cobre, durante los seis meses del año próximo pasado, fue de 30.652,975 kilogramos.

## FIERRO

Casi todos los criaderos importantes de fierro de México pertenecen también al tipo de criaderos de contacto. Las rocas intrusivas que han atravesado a las formaciones sedimentarias para producir criaderos de esta naturaleza, son de las familias granítica, monzonítica o diorítica y las rocas sedimentarias más

frecuentes son pizarras o calizas cretácicas. En algunos criaderos de este tipo la erosión ha sido a veces tan intensa que, en varios casos, las rocas sedimentarias se han alejado mucho del criadero, como sucede en el importante criadero de fierro de Las Truchas, que se encuentra situado en el Estado de Michoacán, cerca de la desembocadura del Balsas y que es uno de los grandes criaderos mexicanos de fierro; en él se presenta una gran masa ferrífera apoyada sobre una diorita sin que exista ya la caliza que en un tiempo la cubrió. En otros criaderos de fierro las rocas que los cubren son pizarras cristalinas o rocas metamórficas paleozoicas.

La erosión en ciertas regiones ha atacado también al criadero mismo, dando lugar entonces a una notable profusión de masas de mineral de fierro que se encuentran regadas en una considerable extensión superficial alrededor del criadero, lo que hace que éste aparente, a primera vista, una importancia mayor de lo que realmente tiene, encontrándose en este caso algunos de los criaderos de Colima, Hidalgo, Jalisco, Baja California y Guerrero.

En muchos criaderos los minerales de fierro se encuentran solamente en la zona de oxidación, desapareciendo el fierro poco a poco a la profundidad para ser substituído por masas sólidas de pirita, que contienen a veces núcleos de calcopirita con ley de oro; son criaderos que se transforman a la profundidad en piritosos o cupríferos, por lo que puede decirse que en el país el número de verdaderos criaderos de contacto de fierro es relativamente limitado.

El fierro se presenta también en criaderos que afectan la forma de filones o de masas lenticulares contenidas en rocas sedimentarias o ígneas; al primer tipo pueden referirse los filones de magnetita de la sierra de Coalcomán, y al segundo la gran masa de magnetita del criadero de Las Truchas, a que se ha hecho referencia.

Se ha estimado, por opiniones autorizadas, que a pesar de la existencia de numerosos criaderos de fierro en México, que se encuentran esparcidos en toda la extensión de su territorio, pocos son los que se pueden considerar como buenos productores de fierro, conteniendo la mayoría de ellos cantidades exiguas de mineral. Esta distribución es notable en las costas de Guerrero, Michoacán y Jalisco, en donde se observan más de treinta loca-

lidades de buen mineral de hierro, repartidas en una línea de algo más de 300 kilómetros de longitud.

La situación topográfica de los criaderos de esta naturaleza, su lejanía a los criaderos de carbón y la falta de buenas vías de comunicación, son otras tantas circunstancias que no favorecen por ahora su explotación económica.

La producción en México de minerales de hierro ha provenido, durante varios años, del importante criadero del cerro del Mercado, en Durango, y de los criaderos de contacto de Golondrinas, en el Estado de Nuevo León.

La Compañía de Fierro y Acero de Monterrey, que es la única que explota en la actualidad criaderos de hierro en el país, está emprendiendo exploraciones en el criadero de Hércules, del Estado de Chihuahua; en los del Mamey, en Colima; y en el de Zaniza, en el Estado de Oaxaca, de los que espera obtener una considerable producción.

## MANGANESO

La producción de minerales de manganeso fue impulsada en México durante los últimos años de la guerra europea; pero desde que ésta terminó ha disminuído mucho, limitándose su explotación a algunas restringidas localidades de los Estados de Chihuahua, Durango y San Luis Potosí. Los criaderos de este metal se encuentran bajo dos formas: bien como vetas de pirolusita, psilomelan o wad, que atraviesan a los granitos o a las rocas paleozoicas de la costa del Pacífico, o a las calizas cretácicas de los Estados de Puebla y Guerrero; o bien como silicatos y óxidos acompañantes de algunos minerales en las vetas argentíferas, como sucede en Pachuca y Real del Monte y en la llamada Montaña de Manganeso situada en la jurisdicción del ex-Distrito de Venados, de San Luis Potosí, en Tetela del Oro, del Estado de Puebla y en el ex-Cantón de Mascota, del Estado de Jalisco. Los óxidos de manganeso que se presentan en la zona de oxidación de los criaderos argentíferos hace muy difícil el tratamiento metalúrgico de los minerales. Algunos criaderos importantes, exclusivamente de manganeso, ocurren en los alrededores de Mulegé, en Baja California y en el ex-Distrito de Magdalena, en el Estado de Sonora; pero los precios a que se cotizan actualmente los minerales de este metal son tan bajos que no es

probable que durante algunos años sea de porvenir su explotación en el país.

## MERCURIO

Los centros mineros más importantes conocidos hasta hoy en la República, en que se encuentran criaderos de mercurio, son los de Huitzoco, en el Estado de Guerrero y Guadalcázar, en el Estado de San Luis Potosí, presentándose, además, muchos de ellos con un carácter enteramente accidental y asociados, bien a criaderos de plata o bien a criaderos de antimonio; pero no pudiendo considerarse, en la mayoría de los casos, como criaderos genuinos de mercurio. Criaderos de esta categoría se encuentran en el Mineral del Doctor, en el Estado de Querétaro; inmediaciones de Chiquilixtlán, ex-Cantón de Sayula, del Estado de Jalisco; Minerales de Palomas y Canelas, en el Estado de Durango; minas de San Antonio y San Onofre, de San Luis Potosí; en Huahuaxtla, Ajuchitlán, Tlalchapa y Pregones, del Estado de Guerrero; cerros del Gigante, Fraile y Toro, cerca de la ciudad de Guanajuato, en San Juan de la Chica, al NW. de ese mismo Estado y en otros criaderos de muy poca importancia. La escasa producción de mercurio en México depende en gran parte de que los criaderos de este metal, aunque muy numerosos en su territorio, son en su mayoría pobres y afectan la forma de vetillas o pequeños depósitos irregulares contenidos en calizas o se presentan impregnando rocas eruptivas, como riolitas, andesitas, etc. La mineralización más común está constituida por mercurio nativo, cinabrio, metacinabarita, livingstonita, barcenita, guadalcazarita, onofrita, kermessita y alguna estibnita.

La producción de mercurio, durante el primer semestre del año pasado, fue de 42,145 kilogramos.

## ESTAÑO

Los criaderos de estaño en México aparecen como vetas, en lo general angostas, que arman en rocas ígneas terciarias, y como criaderos detríticos de acarreo que han dado origen a placeres que ocupan los valles cuaternarios y que provienen de la destrucción de los afloramientos de las mencionadas vetas.

En los Estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato,

Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, se encuentran criaderos de estaño contenidos en riolitas y en tobas riolíticas, siendo de cierta importancia los situados en los Estados de Guanajuato, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas. Los criaderos detríticos de acarreo se encuentran cerca de las vetillas de estaño y son los que más se han explotado hasta la fecha y en corta escala por gambusinos, tanto por la facilidad que presenta su explotación, como por la relativa riqueza de esta clase de criaderos.

### ANTIMONIO

Los criaderos de antimonio del país ocurren como vetas que arman en rocas ígneas terciarias (andesitas generalmente), o como depósitos irregulares contenidos en calizas y pizarras cretácicas. La potencia y longitud a rumbo de estas vetas llega a ser a veces de consideración, de uno a seis metros de potencia, y ocupan zonas de alguna extensión superficial. Los criaderos más importantes se han reconocido en las sierras de Catorce y Charcas, de San Luis Potosí; pero existen también en Juxtlahuaca y Mixtepec, del Estado de Oaxaca; en la mina La Sirena, en los alrededores de Zimapán y al W. de Caborca, ex-Distrito de Altar, del Estado de Sonora, en la localidad llamada "Antimonio," la que está actualmente en explotación y comprende una superficie de cerca de 8 kilómetros cuadrados. En los Minerales El Triunfo y San Antonio, en la Baja California; en los de Mazapil, del Estado de Zacatecas y Molango, del Estado de Hidalgo, se presentan minerales de antimonio accidentalmente en las vetas argentíferas o plumbo-argentíferas, y de la misma manera ocurren asociados con los minerales de mercurio en Huitzuc, Guerrero y Guadalcázar, San Luis Potosí. Los minerales procedentes de este último Estado se han estado tratando, desde hace varios años, en una pequeña planta metalúrgica situada cerca de la estación Wadley de los Ferrocarriles Nacionales, y los obtenidos en Sonora se embarcan en la estación Santa Ana, del F. C. Sud Pacífico de México, para ser exportados a Estados Unidos.

La producción de antimonio, durante el período varias veces citado del año de 1928, fue de 1.389,704 kilogramos, habiendo aumentado notablemente esta producción con respecto al primer semestre del año de 1927, la que fue solamente de 714,884 kilogramos.

## ARSENICO

El arsénico se presenta accidentalmente en el relleno de los criaderos plumbíferos y plumbo-argentíferos. Así ocurre en varios Minerales de los Estados de Durango, Nuevo León, Zacatecas, Hidalgo y Territorio de Baja California. En Mapimí-Durango y Zimapán-Hidalgo, el arsénico se presenta como arseno-pirita, en cristales alargados y de color blanco de plata que se destacan en la masa general, negruzca o agrisada de los minerales plumbíferos. Desde el establecimiento de plantas Cottrel en las principales fundiciones del país, plantas que permiten recoger los humos arsenicales en las fundiciones de plomo, se ha podido obtener el "arsénico blanco"  $As_2O_3$ , cuya producción ha venido aumentando constantemente en estos últimos años.

La producción de arsénico fue, en los primeros seis meses del año de 1928, de 3.923,083 kilogramos.

## BISMUTO

Los minerales de bismuto se encuentran acompañando al estaño en algunos de los criaderos antes citados o se encuentran en pequeñas cantidades en las vetas argentíferas de la sierra de Guanajuato, en Temascaltepec, Estado de México, o en algunos de los criaderos plumbo-argentíferos que antes se han mencionado y que arman en rocas sedimentarias, especialmente en los pertenecientes al territorio de los Estados de Durango, Chihuahua y Querétaro. Cerca de San Luis Potosí los minerales de bismuto se presentan en vetillas contenidas en riolitas y fue en esta localidad donde se descubrió el bismuto en el país.

## MOLIBDENO

La explotación de los criaderos de minerales de molibdeno se ha hecho casi exclusivamente en el Estado de Sonora, aunque este metal se encuentra también en muy pequeñas cantidades en los Estados de Hidalgo, Guanajuato, Jalisco, México, Oaxaca y Puebla. Los minerales explotados en Sonora proceden de la mina San Julián, de la Municipalidad de Cumpas, y de la mina de El Pilar, de la Municipalidad de Nogales. En esta última mina el molibdeno está bajo la forma de sulfuro y como acci-

dental en el relleno metalífero de los minerales de cobre que se han explotado en dicha mina. Está constituido este relleno por las siguientes especies minerales: pirita, calcopirita, bornita, molibdenita, hematita, malaquita, azurita y molibdita, especies que están acompañadas por matrices cuarzosas.

En Temascaltepec, Estado de México, las laminillas de molibdenita se presentan en granulitas, lo mismo que en algunas localidades del Estado de Oaxaca, en Zimapán-Hidalgo, Tetela del Oro-Puebla, y en el ex-Cantón de Mascota, en Jalisco (donde se encuentran contenidas en calizas cretácicas); y, por último, la molibdenita se presenta también en cantidades muy pequeñas en las minas de El Nopal y Santa Inés, cercanas a la ciudad de Guanajuato.

### METALES RAROS

El uranio se presenta en los Estados de Chihuahua y Guerrero. En el primer Estado ocurre como uranita en los placeres auríferos de Guadalupe, en el ex-Distrito de Aldama; acompañando al oro nativo, y en el Estado de Guerrero bajo la forma de torbernita en la mina de La Lucha, del ex-Distrito de Mina.

El vanadio existe en vetas, en Charcas y en Catorce, en San Luis Potosí, en la mina de Santa Brígida, del Mineral de Pozos, en Guanajuato, y en los minerales plomosos de Zimapán, en el Estado de Hidalgo, localidad esta última donde este elemento químico fue descubierto por el eminente mineralogista don Andrés del Río. Se encuentra también en la mina de Guadalupe, en Chihuahua y en los Estados de Sinaloa, Sonora y Zacatecas. Estos criaderos de manio y vanadio no han sido motivo de una explotación formal.



## CRIADEROS DE MINERALES NO METALICOS

### CARBON

Entre los criaderos de minerales no metálicos que se ligan con la geología minera de México, debemos citar en primer lugar el carbón, aunque la gran producción de petróleo habida en estos últimos años en el país ha hecho que la exploración y explotación de los criaderos de este combustible se hayan detenido y por consiguiente se haya reducido su producción, concentrándose solamente su explotación en las regiones carboníferas más importantes. Estas se encuentran localizadas en el Estado de Coahuila, pudiendo decirse que el uso del carbón extraído se limita al consumo en las fundiciones cercanas o al de los ferrocarriles que cruzan las mencionadas regiones. Los criaderos de carbón del país ocurren como mantos o lentes contenidos en formaciones sedimentarias de tres diferentes edades: en formaciones del Triásico superior o del Jurásico en Sonora, Puebla, y Oaxaca; en depósitos del Cretácico superior en Chihuahua y Coahuila y en sedimentos del Terciario que se hallan en este último Estado y en los de Nuevo León y Tamaulipas.

### GRAFITO

El grafito se obtiene en el país exclusivamente de las minas de Sonora, donde los criaderos afectan la forma de mantos intercalados entre las capas de pizarras arcillosas y cuarcitas triásico-jurásicas que existen en la región de Moradillas, del ex-Distrito de Guaymas. El grafito que producen estos mantos es amorfo, de primera calidad y contiene hasta el 85% y a veces más de carbón grafitico. La producción anual de las minas de esta región puede estimarse en unas 5,000 toneladas

que se embarcan en las estaciones Moreno y Ortiz, del F. C. Sui-Pacífico de México, para ser beneficiadas en plantas especiales establecidas en Saginaw, Michigan, Estados Unidos. Estos criaderos son los únicos que pueden considerarse como de verdadera importancia industrial, pues aunque el grafito se presenta también en laminitas en las mica-pizarras del sur de Oaxaca y Guerrero; en Molango, en el Estado de Hidalgo y en algunas otras localidades del país, la cantidad en que este mineral existe es tan pequeña que no permite una explotación industrial.

La producción de grafito, durante el primer semestre del año 1928, fue de 3,756 toneladas.

## AZUFRE

Los criaderos explotables de azufre que existen en el país son los de origen sedimentario o los formados por fenómenos de precipitación química, pues los que provienen de la sublimación del azufre en las solfataras de los volcanes de México (Popocatepetl, Colima, Citlaltepétl, Las Vírgenes, etc.), son de corta capacidad, de difícil acceso y no pueden considerarse como verdaderos productores de este metaloide. Las primeras explotaciones de azufre se hicieron en el cráter del Popocatepetl, desde la época de la conquista de los soldados de Hernán Cortés, habiendo sido objeto después esta substancia de una explotación intermitente, pero desde el punto de vista económico este criadero no es costeable.

La principal producción de azufre en México proviene de los ex-Partidos de Cerritos y Venados, del Estado de San Luis Potosí y del ex-Partido de Mapimí, del Estado de Durango. En la hacienda de Huascamán, de la jurisdicción del ex-Partido de Cerritos, hay varias minas de las que se ha extraído azufre en cantidades hasta de 800 toneladas mensualmente. De esta producción se exportó la mayor parte a Europa y la restante se vendió a la casa Beick, Félix y Co. Al S. de Guadalcázar, en el mismo Estado, hay criaderos que hace algún tiempo estuvieron produciendo cerca de 25 toneladas al mes. En el ex-Partido de Mapimí, en Durango, cerca de la estación de Conejos, se encuentra la sierra de Banderas, en la que se hallan varias minas labradas en criaderos de azufre, cuyos productos se utilizaron en la fábrica de dinamita que está cerca de Gómez Palacio. En Coahui-

la, en el ex-Partido de Viesca, cerca de Matamoros de la Laguna y la estación Hornos, hay varios criaderos de azufre que no han sido trabajados con actividad. Se mencionan también como de porvenir algunos criaderos de azufre existentes al S. de Calexico, en el Distrito Norte de Baja California.

## SAL

La sal se distribuye en México en el litoral del Pacífico, principalmente a lo largo de las costas del Territorio de Baja California y de los Estados de Sonora, Sinaloa, Colima y Oaxaca; y en el litoral del Golfo, en las costas de Yucatán y Campeche y en la porción N. del Estado de Tamaulipas.

En la Mesa Central existe la sal en las depresiones que han sido ocupadas por lagunas más o menos temporales o por charcos de poca profundidad, particularmente en aquellas localidades de clima cálido, árido y extremo.

La formación de las salinas litorales se debe, en la mayoría de los casos, al agua del mar que penetra a la tierra, formando lagunas y esteros bordeados por cordones litorales o médanos, agua que al evaporarse deposita la sal que contiene en solución. Las salinas de la Mesa Central provienen de fenómenos de evaporación provocados por la acción solar en las lagunas y charcos, o proceden de las aguas subterráneas que al circular por terrenos de origen marino o lacustre se han saturado de sal, formando a veces manantiales de agua salada como sucede en las tobas calizas de Tehuacán, en las pizarras cretácicas de Chiautla y Acatlán, de Puebla; en las pizarras margosas y areniscas también cretácicas del Estado de Coahuila y en las margas y areniscas terciarias de algunos lugares del Estado de Tamaulipas.

Entre las salinas litorales pueden mencionarse como de importancia industrial las de Ojo de Liebre, en Baja California; las de Pinacate, en Sonora; las de Ceuta y Chametla, en el Estado de Sinaloa; las de Sayula, en el Estado de Jalisco y la mayor parte de las de Colima; en el litoral del Golfo: las de San Fernando, Cuyo de Ancona y Celestún, en Yucatán; las del Real, en Campeche y las de San Fernando y Soto la Marina, en Tamaulipas; y entre las interiores del país son importantes las de Viesca, en el Estado de Coahuila; las de Jaco y Palomas, en el

Estado de Chihuahua y, sobre todo, las de Peñón Blanco, en San Luis Potosí.

Los procedimientos de explotación de los depósitos salinos de México han sido, hasta ahora, solamente procedimientos naturales de concentración solar.

## YESO

Los criaderos de yeso se encuentran en México en relación con los depósitos marinos mesozoicos o con los lacustres terciarios, y la mayoría de ellos no ha sido objeto de una explotación en forma, siendo, por lo tanto, escasa la producción de yeso en el país. Los criaderos que pueden señalarse como notables son los de la isla de San Marcos, en el Golfo de Cortés, en Baja California; el de la cuesta de Agua Salada, en Colima, en donde este mineral forma lomeríos y es bastante puro; el del cerro de los Amiales, entre el Puente Negro y el cerro de Los Libros, donde se presenta en grandes láminas; y los de las haciendas de la Magdalena y El Chical, situadas, la primera, al W. del río Armería y la segunda en terrenos de la barranca de San Palmar. Deben mencionarse también los de la sierra del Carrizal, Municipalidad de Monte Morelos, en Nuevo León; los de las Municipalidades de Juxtlahuaca y Nochistlán y el del rancho del Yeso en la Municipalidad de Magdalena, Estado de Sonora.

La aplicación del yeso para la fabricación de estucos, cementos, etc., y como material fertilizante, hace que su explotación sea de porvenir.

## CAOLIN

Los criaderos de caolín en el país provienen, en su mayor parte, de la alteración de los feldespatos de las rocas ígneas, especialmente de las riolitas, pudiendo señalarse entre los de este origen los de Zacualtipán y Tula, del Estado de Hidalgo; los de Santa María Coayuca, en Puebla y los del rancho de Morga, en Durango. Los caolines procedentes de los feldespatos de las rocas graníticas son raros en México y existen en algunas contadas localidades del Estado de Sonora. En el Estado de Guanajuato, en terrenos de la hacienda de Soria, cercana a Celaya, se encuentra un criadero de caolín de cierta capacidad que pro-

vee de ese material a algunas de las fábricas de loza de la capital. En Yexthó, en el Estado de Hidalgo, hay criaderos de caolín de cierta importancia industrial que afectan la forma de vetas contenidas en basaltos, cuyo relleno proviene también de productos de alteración de rocas riolíticas. Como algunas de estas vetas tienen hasta 200 metros de longitud, por una anchura media de un metro y son bastante constantes a profundidad, pueden producir cantidades apreciables de caolín, suficientes para sostener una explotación industrial. La calidad del caolín es bastante buena y su composición corresponde a la de la arcilla que se emplea en la fabricación de la porcelana.

### MICA

Este mineral tiene variadas aplicaciones industriales y no obstante esto sus criaderos han sido hasta ahora motivo de una explotación en muy corta escala, pudiendo decirse que últimamente es cuando comienza a explorarse seriamente. La mica no se encuentra por lo común en grandes láminas y es frecuente que éstas estén sumamente despedazadas o deformadas por la acción del metamorfismo dinámico que han sufrido las rocas que las contienen.

Son de mencionarse como localidades notables las que corresponden a las micas muscovitas que se presentan en las pegmatitas de la sierra de San Pedro Mártir, Distrito Norte de Baja California, en los alrededores del rancho de San Ramón, donde la mica tiene la forma de láminas alargadas llamadas "florones," hasta de 15 centímetros de longitud por 4 a 10 centímetros de ancho y en láminas exagonales más pequeñas. Son también notables las micas de la Municipalidad de Zimatlán, del Estado de Oaxaca, las que suelen presentarse en láminas grandes.

### ASBESTO

En México los criaderos de asbesto hasta hoy conocidos ocurren como productos de alteración de ciertas "rocas verdes" (tales como spilitas, dioritas, etc.) En los alrededores de la ciudad de Zacatecas existen en esta clase de rocas, cerca de la mina de Noche Buena y afectan la forma de vetillas muy delgadas e irregulares, en las que el asbesto, por sus fibras finas y sedosas,

puede clasificarse como un verdadero amianto, pero estas fibras son de corta longitud. En las mica-pizarras de Oaxaca y Guerrero, se presentan también criaderos de asbesto bajo la forma de vetillas delgadas e irregulares, pero en muy escasa cantidad. Existen también criaderos de esta naturaleza en diversos lugares del Territorio de Baja California y en los Estados de Coahuila, Chihuahua, Guanajuato, México, Michoacán y San Luis Potosí; pero los criaderos hasta hoy conocidos de este mineral son de tan poca importancia industrial, por la escasez del producto y longitud de las fibras, que no pueden considerarse como costeables.

### MAGNESITA

La magnesita se encuentra en las islas de Santa Margarita y Cedros, del Distrito Norte de Baja California. Los primeros criaderos descubiertos fueron los de la isla de Santa Margarita, los que han sido explotados desde hace algunos años por la "International Magnesite Co.," compañía que exportaba a San Diego, California, los productos obtenidos para ser tratados en la planta de Chula Vista, de 22 toneladas diarias de capacidad, donde se calcinaba.

### BARITA Y CELESTITA

Los depósitos de barita y celestita, que existen en el país, son pequeños y se ha llamado ya la atención en párrafos anteriores sobre la constante presencia de la barita como matriz en ciertos criaderos de plomo; pero también suele ocurrir en forma de vetillas que atraviesan algunos granitos turmaliníferos de Baja California. La celestita ocurre también en vetillas que cortan a las pizarras y areniscas jurásicas y a las calizas cretácicas de la sierra de Catorce, en el Mineral de Matehuala, San Luis Potosí. Se han encontrado también vetillas de celestita en el Estado de Hidalgo, en el pueblo de Amajac, en el ex-Distrito de Atotonilco el Grande y en la hacienda de Jaso, en el ex-Distrito de Tula, del mismo Estado.

## FOSFATOS

Los fosfatos de calcio que pueden emplearse como abono en la agricultura, después de un tratamiento apropiado que los transforma en super-fosfatos asimilables por las plantas, existen en México, en los terrenos jurásicos y cretácicos. Al hacer el estudio en el país de terrenos de esta edad, se descubrieron fosfatos en las calizas, calizas margosas y margas apizarradas del Jurásico superior de Mazapil, en el Estado de Zacatecas y en los sedimentos cretácicos del cerro de Topo Chico, en los alrededores de Monterrey, Nuevo León. Las rocas fosforíticas de Mazapil son calizas grises y capas margosas, hasta de 10 metros de espesor, que contienen cantidades de fosfato en una proporción que llega a ser hasta de 19.55%. Los fosfatos de Topo Chico afectan la forma de concreciones o de masas compactas o terrosas que contienen a veces un alto porcentaje de fosfato (75.98 por ciento). No obstante estos altos porcentajes, puede decirse que estos criaderos son de dudosa importancia industrial por la cantidad de fosfatos que pueden contener en total, pero su presencia en las pizarras y calizas de la Sierra Madre Oriental, que son tan abundantes y ocupan extensiones superficiales tan considerables en el país, hacen esperar que futuras exploraciones emprendidas en terrenos de esta naturaleza, permitan descubrir nuevos criaderos en condiciones de explotabilidad y por consiguiente, de valor económico.

## PIEDRAS PRECIOSAS

Otros de los criaderos no metálicos que se ligan en cierto modo con la geología minera de México, son las piedras preciosas.

Una de las piedras preciosas más estimadas en México, que ha sido objeto de una explotación activa aunque en pequeña escala, es el ópalo. Sus criaderos se encuentran en riolitas terciarias ocupando los relices, grietas y fracturas de contracción en esta clase de rocas. Como localidades notables pueden señalarse, en primer lugar, las del Estado de Querétaro y después las de Chihuahua, San Luis Potosí, Hidalgo, Michoacán y Guanajuato, habiéndose hecho explotaciones de una manera constante solamente en el primero de los Estados citados. Los cria-

deros han sido formados por depósitos silizosos producidos en las referidas cavidades por aguas termales cargadas de ácido silícico, produciéndose así no solamente ópalo fino, sino también semi-ópalo, jaspes, ágatas, etc.

Las minas productoras de ópalo de Querétaro se encuentran ubicadas en la jurisdicción de los ex-Distritos de San Juan del Río y Querétaro, siendo las principales las denominadas La Fortuna, La Victoria, el Divino Redentor, San José y La Carbonera. En esta última mina los señores Otto Mayer y hermano sostuvieron trabajos que permitieron exportar a Nueva York alguna cantidad de ópalos finos.

Otras piedras preciosas, tales como las turquesas, el topacio, la esmeralda y los granates, se encuentran en México en distintas localidades de su territorio; pero sus criaderos no pueden ser motivo de explotación, con éxito comercial, a causa de las pequeñas cantidades en que estas piedras preciosas existen en ellos.

Las turquesas se encuentran en el socavón de Las Turquesas en la sierra de Santa Rosa, del ex-Distrito de Mazapil, Estado de Zacatecas, entre las matrices que acompañan a los minerales cupríferos de los criaderos de contacto de esa localidad y se presentan, además, en el Distrito Norte de Baja California, en la Municipalidad de Ensenada, en las minas Vinent, Hermosa y Preciosa.

El topacio se presenta en las riolitas pliocénicas de San Luis Potosí, Guanajuato y Durango.

La esmeralda, muy escasa, se encuentra en las micapizarras de los alrededores de Tejupilco, del Estado de México.

Los granates se presentan en las mica-pizarras al sur del Estado de Puebla y norte de Guerrero y en el ex-Distrito de Altar, del Estado de Sonora, así como en los granitos del Distrito Norte de Baja California. Los granates se presentan también en la aureola de metamorfismo de ciertos criaderos de contacto, tales como los de fierro, cobre, etc.; en esta forma ocurren en Xalostoc, Estado de Morelos, donde en una zona de metamorfismo se presenta la variedad de granate grossularita, conocida con el nombre de "rosolita," que es de un hermoso color flor de durazno y que se encuentra contenida en matrices de cuarzo y calcita. Este granate se intentó utilizar como material de ornamentación, sin resultado.



En Sinaloa y Zacatecas se ha encontrado el corundo en su variedad esmeril, que se aplica en la industria como material abrasivo.

Pueden mencionarse aquí, además, algunas otras piedras preciosas que existen en México, tales como la turmalina, el berilo, el zafiro, la hessonita, etc., pero en cantidades aún más escasas que las anteriores, por lo que sus criaderos son de poca o ninguna importancia económica.

México, D. F., enero de 1929.





