**ESTUDIO GEOLOGICO Y MINERO DE LA SIERRA
DE EL ORO, DURANGO,**
por L. Villar Roldán.

(Con un plano Geológico y Minero, Cortes y Fotografías).

La población de El Oro, Estado de Durango, está situada á los 25° 53' 18'' de latitud Norte, á 6° 24' 20'' de longitud Oeste de México y á 1850 metros sobre el nivel del mar. La zona mineralizada se extiende desde el pueblo al NE. y la limitan al Norte y SE. respectivamente, los minerales de Magistral é Indé.

Dista 80 kilómetros del Rosario, estación terminal del ramal de Parral del Ferrocarril Central Mexicano, á la que está unida por dos caminos carreteros, uno que sigue las llanuras del Canutillo y Ocampo y cruza el Río Florida y otro que sigue el Valle del Río Sestino.

HISTORIA.

El mineral de El Oro, es uno de los más antiguos de la República, su descubrimiento se debe á la expedición que salió al mando de Cristobal Oñate, de Sinaloa, á conquistar las tribus acaxaees que poblaban la sierra de Topia y las tepehuanas, que ocupaban el territorio que forman hoy los Partidos de Santiago Papasquiaro, Nazas, El Oro é Indé. Y su fundación fué hecha por los exploradores de Francisco Ibarra, pocos años después de la de Durango, en el lugar descubierto por Vázquez del Mercado y conocido por el Valle de Guadiana en los últimos años del siglo XVI.

Tribus nómadas y guerreras las acaxaees y las tepehuanas, que no dejaron ninguna huella de civilización en el territorio, que sólo en algunos nombres que se conservan aún en la actualidad, como Indé, Jicorica, Chilicote, Tecuán, etc., revela el abolengo aborígeno de sus primitivos pobladores, no es de suponerse explotaran sus minas hasta que se vieron precisados á hacerlo por imposición de los conquistadores.

Aun cuando no hay datos exactos de quiénes fueron los trabajadores de sus minas y el tiempo que duraron sus trabajos de la im-

portancia de los antiguos labrados y de su extensión, tomando en consideración la época y elementos con que fueron hechos, se puede deducir que su explotación debió ser muy activa durante la mayor parte del período colonial.

En los trabajos antiguos se limitaron á explotar las zonas oxidadas de las vetas y la profundidad mayor alcanzada no excedió de 70 metros, concretándose á extraer los cuarzos auríferos que beneficiaban en tahonas y amalgamaban con azogue, encontrándose aún en la actualidad ruinas y vestigios de este primitivo sistema de beneficio en distintos lugares del mineral. Como en la mayoría de los minerales descubiertos y explotados durante la dominación española se paralizaron los trabajos en los primeros años que siguieron á la guerra de independencia y permaneció en el olvido hasta mediados del siglo XIX, en que empezaron de nuevo á explotarse en pequeña escala las vetas auríferas y los placeres que se encuentran en la parte occidental de la sierra. Desde entonces ha venido desarrollándose paulatinamente, hasta los últimos años en que la instalación de plantas de beneficio modernas y adecuadas á sus minerales, á pesar de su relativa distancia del ferrocarril, ha traído una era de actividad minera á la región, aunque no aún en la escala de que su mineralización la hace susceptibles.

TOPOGRAFIA.

La imponente cordillera, que naciendo en la parte septentrional del Canadá, cruza la América con los nombres de Montañas Rocallosas en Estados Unidos, Sierra Madre en México y Cordillera de los Andes en la América del Sur, atraviesa el Estado de Durango en su ramificación occidental, formando su más importante región orográfica. La cima de esta sierra corre con rumbo NO.-SE. y de ella se desprenden formando profundas quebradas y picos escarpados é inaccesibles, los grandes contra-fuertes que forman las sierras de las vertientes oriental y occidental, en las se encuentra la vegetación de todos los climas, desde la lujuriosa de los trópicos en sus partes bajas, hasta las cripótgamas, que, como última manifestación de la vida orgánica, crecen con dificultad cerca de las cumbres del Muinora, coronadas por nieve perpetuas.

La elevación máxima es de 2,500 á 3,500 metros sobre el nivel del mar en los límites del Estado con el de Chihuahua y sus cimas están cubiertas de vegetación y gran variedad de coníferas de las que abunda la flora americana.

A medida que se desciende de la sierra hacia sus ramificaciones de la vertiente oriental, la vegetación disminuye, el paisaje va perdiendo su imponente grandiosidad, las pendientes se suavizan y van apareciendo casi escalonadas las sierras de Candela, San Antonio, San Francisco, Coneto, del Oso, del Rosario, Mapimí y otras, separadas por llanuras áridas y desiertas, cuya monotonía rompen á veces los valles de los ríos Santiago, Papasquiario ó Palomas, Santa Catarina, San Juan, Coscomates, Presidios, Ramos, Florido y Sestín, que recojen sus aguas de las cañadas y arroyos de esta vertiente, formando con su caudal el río Nazas, que fecundiza y es base de prosperidad de la rica región algodонера de La Laguna.

La sierra de El Oro, está situada en la cordillera que con rumbo NO.-SE. se extiende desde la Cabeza del Oso á la Bufa de Indé, en cuya vertiente occidental están también situados los minerales de Cabeza del Oso, Sardinias, El Cobre, Sauces, Magistral y Cieneguillas, entre las áridas llanuras de Ocampo y el Canutillo al NE. y el pintoresco valle del río Sestín al SO. Esta sierra está formada por una cadena de montañas de una elevación que varía entre 100 y 400 metros sobre el valle, atravesadas por cañadas y arroyos tributarios del Sestín, distante 8 kms. de la población de El Oro, que como todos los ríos formados de las corrientes de la vertiente occidental de la Sierra Madre, en tributario del Nazas.

Al SE. de la sierra, se eleva la Bufa de Indé, que limita los minerales de El Oro é Indé, al NE. y NO. respectivamente, el Picacho de El Oro y Puerto del Carnero, eminencias que se elevan á 400 metros sobre el Valle, que se extiende al Oeste hasta las estribaciones de las montañas de la Sierra Madre Occidental que cruza el Estado con rumbo al NO. SE.

GEOLOGIA.

La región puede considerarse, bajo el punto de vista geológico, dividida en tres zonas, una oriental, que limita al NE. las cimas de los Cerros de Cardona, el Picacho, Chilicotes y Varas Prietas; otra occidental que limitan las cumbres del Cerro Grande, la Soledad y Cuesta de Magistral al SO., que forman los dos grandes contactos de la región y la central comprendida en estas dos fajas.

Los terrenos sedimentarios más antiguos que se encuentran en la región, están formados de calizas compactas, pizarras cloríticas y carbonosas y conglomerados de pizarras con cemento calcáreo.

Las calizas y pizarras se hallan metamorfizadas en algunos lugares cerca de los contactos con las rocas ígneas ó eruptivas, pero en ninguna se han podido encontrar fósiles que permitan determinar la edad geológica á que pertenecen.

La calcárea compacta forma la gran masa del Cerro de Cardona y se extiende al SE. por la falda occidental del Picacho y oriental de Varas Prietas y Chilicotes y traspone los límites de la zona hasta perderse al SE. hacia la Bufa de Indó.

Las pizarras carbonosas y cloríticas cubren una gran parte de la porción central, las primeras en estratificación concordante, formando el anticlinal del Cerro del Rey, el sinclinal de la porción oriental del Cordón de las Drogas y en los Cerros de las Cuchillas en estratificación discordante, sirviendo de base á las pizarras cloríticas que afloran en la superficie. Exceptuando las últimas en que aparecen las cloríticas en capas horizontales, sobre las pizarras carbonosas en posición casi vertical, no parecen en general haber sufrido grandes trastornos orogénicos y siguen las ondulaciones suaves de los cerros con una inclinación que varía entre 15° y 25° generalmente al NE.

En la parte más baja de la región, al SO. de El Oro, debido á fuertes erosiones, se encuentran descubiertas las diabasas de textura ofítica, en partes alteradas, desapareciendo en algunas recubiertas por detritus moderno, siendo más notable su afloramiento en el camino de El Oro á Magistral, hasta perderse con rumbo NE. en la base del Cerro de la Soledad.

Las márgenes de los dos grandes arroyos que circundan el pueblo y se unen al SE. para ir á desembocar al Valle del Sestín, se hallan cubiertas por modernos aluviones, que llegan hasta la base del Cerro Grande, gran levantamiento rhyolítico que se extiende hacia el SE. para el Cerro del Salto y hacia el NO. al Sur del Cordón de las Drogas, cortándolo las diabasas en la base del Cerro de la Soledad, en el que vuelven á aparecer las rhyolitas siguiendo una dirección Norte hasta las inmediaciones del Cerro de Cardona, en donde cambia su rumbo al SE. y cubren la gran porción comprendida entre el Cerro Colorado, Cerro de la Cueva Azul, Cerro del Aguila y Cerros de Varas Prietas y Chilicotes. Esta roca rhyolítica, en partes esferolítica, debido á la lentitud de su enfriamiento, de coloración variada, en la que predominan el rojo y el amarillo, forma también la gran masa del Picacho de El Oro, Lám XIV, gran levantamiento que produjo uno de los movimientos orogénicos más

importantes de la región, el Cerro de las Mojoneras y la faja que se extiende al NO. hacia el Cerro de Santa Ana.

Las dacitas rhyolíticas, forman una faja paralela á las rhyolitas del Cerro Grande en la región occidental, alternado en pequeños tramos con rocas sedimentarias y se extienden al NE. hacia el camino de Indó, hasta el arroyo de Pescaditos, en cuya margen oriental aflora la Roca Verde. Las dacitas propylíticas cubren una porción del terreno al Sur del Cerro del Aguila, que se extiende hasta el placer de Pescaditos, recubierto por modernos aluviones.

Las andesitas se encuentran en la superficie al NE. del Cerro Grande, cortando las dacitas y rocas rhyolíticas, formando un gran dique en dirección SE. hacia el Cerro de la Cieneguita y alternado en pequeños bancos con las diabasas en algunos lugares en que la erosión las ha descubierto.

Los levantamientos rhyolíticos forman la mayor parte de la región, en algunos lugares acompañados de brechas y tobas rhyolíticas de color gris, en las que se observan fragmentos de otras rocas, principalmente en la parte occidental del Cordón de las Drogas, su aparición tuvo lugar después de la formación de todas las rocas mencionadas y como última manifestación de la actividad volcánica terciaria.

HISTORIA GEOLOGICA.

Una vez formadas las capas sedimentarias, compuestas de las calizas, variedad de pizarras y conglomerados, dió principio el período continental que se ha prolongado hasta nuestra época, al plegamiento de las pizarras y á la intrusión de las diabasas que las metamorfizaron, sucedió un gran período de erosión, el que fué seguido de la aparición de las rocas volcánicas terciarias, de cuya actividad las rhyolitas y brechas rhyolíticas que las acompañaron, fueron la última manifestación.

Durante un período de calma de las erupciones, se formaron los sedimentos neocenos, llenando las depresiones del terreno con detritus de las rocas preexistentes, que posteriores erosiones recubrieron á su vez en partes de tobas rhyolíticas. La erupción rhyolítica fué seguida de la ascensión de aguas termo-minerales, de la que todavía el manantial conocido con el nombre de Ojo Caliente ó Agua Mala en el pueblo de El Oro, que llega á la superficie con una temperatura de 38°, es una postrera manifestación.

La ascensión de las rocas rhyolíticas y las presiones laterales

que la sucedieron, combinadas ó nó con una fuerza vertical, dieron lugar á la fractura del terreno formando tres zonas de comisuras ó diaclasas, que ocupan las mencionadas fajas de la sierra, paralelas entre sí la occidental y la oriental y transversal á éstas, las de la zona central.

El sistema más general es el que corre con rumbo medio de 70° NW. con una inclinación al NE. de 30° á 45° en las zonas oriental y occidental. De la misma época y del mismo sistema son las diaclasas que se encuentran en estas zonas, paralelas entre sí, que invariablemente interceptan las primeras formando ángulos que varían entre 10° y 15° , diferenciándose únicamente en ser fracturas de menor extensión y potencia, debidas á movimientos orogénicos menos intensos.

Las diaclasas de la zona central son perpendiculares á las descritas, su rumbo medio es N. 20° E. inclinándose de 14° á 20° al E. A su vez están acompañadas de comisuras secundarias, cuya intersección forma con las primeras, ángulos de 8° á 15° .

Existen además las fracturas de la zona central, paralelas á la oriental y occidental mencionadas, de poca importancia y escaso interés, que forman la zona poco mineralizada y más estéril de la región.

FILONES METALIFEROS.

Todas las fracturas mencionadas están mineralizadas, principalmente las de los sistemas oriental y occidental y las transversales del sistema central. Entre las primeras mencionaremos La Esmeralda, Mexicana, San Ignacio, El Dorado, encajadas en el contacto de la roca sedimentaria y la eruptiva: entre las segundas Cocinera, Los Angeles, Santa Ana, Gran Lucero, Alemania, Santa Anita, Desierto, Las Niñas y La Merced, que cortan en partes la roca eruptiva cerca del contacto y en partes aparecen encajadas entre rocas de distinta época. Y como pertenecientes á la zona central mencionaremos como más interesantes, El Rey, La Princesa, El Amparo, Fortalezas, América, Tres Varones, Transvaal y San Carlos, que siguen el contacto ó cortan las rocas eruptivas y sedimentarias.

La fractura del terreno que dió lugar á la formación de las diaclasas mencionadas, siguió la superficie de menor resistencia y á esto es debido que se manifestaran con más intensidad y tengan más importancia las vetas en el contacto de las rocas de distinta edad geológica.

Las aguas termo-minerales que circulaban en estas diaclasas, contenían en disolución á una elevada temperatura y gran presión, sulfuros, sulfhidratos de sulfuros alcalinos, alcalino terrosos y ácido carbónico libre, carbonatos alcalinos, alcalinos terrosos y ácido sulfhídrico libre, pudiendo disolver por la presencia de los sulfuros mencionados, los sulfuros de cobre y hierro, por las de los sulfhidratos de sulfuro, el sulfuro de oro y por el ácido sulfhídrico libre, los sulfuros de plata.

Cuando estas aguas mineralizadoras ascendentes circularon en las diaclasas formadas en el contacto de la calcárea de la zona oriental, por la acción de los sulfuros alcalinos que contenían sobre el carbonato de cal, formaron los sulfuros de calcio y carbonatos alcalinos solubles en el agua y alterando el equilibrio químico con la disminución del sulfhídrico y aumento del ácido carbónico libre que disolvió la calcárea formando bicarbonato de cal, contribuyeron al ensanchamiento de las cavidades preexistentes y formación de los depósitos metasomáticos irregulares que le son característicos.

Una vez que la disminución de presión y temperatura y las reacciones químicas que tuvieron efecto dieron lugar á que las aguas mineralizadoras ascendentes depositaran en forma de sulfuros los componentes minerales que tenían en solución, comenzó el período de oxidación por la acción de las aguas superficiales descendentes que convirtieron los sulfuros en óxidos, carbonatos y sulfatos, formando la zona oxidada de las vetas, que varía entre 60 y 150 metros de profundidad en las zonas oriental y occidental y que no merece mencionarse en las de la zona central, en que desde la superficie aparecen los sulfuros de depósito primitivo. La acción de las aguas oxidantes cargadas de sulfatos metálicos, produjeron un enriquecimiento secundario en los lugares en que los sulfuros primarios pudieron obrar como precipitantes.

De la acción de estas aguas mineralizadas se encuentra aún ejemplo en la comarca, en la mina Unión, que llevan en disolución una gran cantidad de sulfato de cobre, que permite obtener el cobre de cementación. Si se sumerge una barra de hierro en estas aguas, se produce en ellas una reacción química, transformándose el sulfato de cobre en sulfato de hierro, que se disuelve en el agua, mientras el cobre se deposita sobre la barra de hierro.

La composición química de las rocas que forman los respaldos de las vetas, parece influir en la naturaleza del mineral, pero no así en su enriquecimiento, pues de los hechos observados en la región

podemos deducir, que las vetas argentíferas y de cobre de la zona central, mejoran de ley con la disminución de su potencia y se empobrecen en su ensanchamiento, al contrario que en las zonas oriental y occidental, en que el empobrecimiento de los minerales coincide con su menor potencia y su ensanchamiento con el aumento en valor.

En las zonas oriental y occidental, debido al enriquecimiento secundario, las mejores leyes se encuentran en la zona oxidada y los minerales se empobrecen al llegar al llenamiento primario, mientras en los depósitos primarios de las vetas transversales, argentíferas y de cobre, sus leyes mejoran en relación con la profundidad, alcanzando su mayor enriquecimiento en el nivel hidrostático de la región.

CLASIFICACION Y EDAD DE LOS FILONES.

Los filones metalíferos de la sierra de El Oro, cortan todas las rocas sedimentarias, las eruptivas y las tobas rhyolíticas de la región, siendo por lo tanto posteriores á los sedimentos neocenos ya mencionados. Son primarios epigenéticos, debidos á las aguas termo-minerales ascendentes, producidas por las acciones solfatarianas y llenan las diaclasas preexistentes en las zonas de fractura, que alcanzaron su mayor intensidad en los contactos de las rocas eruptivas terciaria y la sedimentaria. En las zonas oriental y occidental, existe un enriquecimiento debido á los metales de depósito secundario y en la primera un ensanchamiento de las cavidades preexistentes, por la acción de las aguas oxidantes, en la calcárea.

Los filones de la zona occidental, cortan y dislocan los de la zona central, como puede notarse, entre otras, en la veta argentífera El Rey, dislocada en su parte Sur por una de las que limitan al Norte la zona occidental, siendo, por lo tanto, las vetas auríferas de esta faja, las de más reciente formación.

Los minerales son auríferos y cupríferos con escasa ley de plata en las zonas oriental y occidental, y argentíferos y cupríferos con poca ó ninguna ley de oro en la zona central.

MINERALES.

Los minerales más comunes de depósito primitivo son: La **chalcocita** (Cu_2S), **chalcopirita** (CuFeS_2), **pyritas de hierro** (FeS_2), **marcasita** (FeS_2) y más raras la **pyrargirita** (Ag_3SbS_3), la **proustita** ($\text{Ag}_6\text{As}_2\text{S}_6$) la **estibina** (Sb_2S_3) y la **galena** (PbS .) Los **minerales**

de origen secundario son los óxidos de hierro, la argentita, el oro nativo que se encuentra en la zona oxidada de las vetas de las zonas oriental y occidental, la pyrolusita (MnO_2) el cobre nativo, la cuprita (Cu_2O) y más escasas la malaquita ($\text{CuCO}_3 + \text{CuH}_2\text{O}_2$) y la azurita ($2\text{CuCO}_3 + \text{CuH}_2\text{O}_2$).

El cinabrio (HHgS_2) se encuentra también en la zona occidental en pequeños depósitos irregulares y superficiales. (Lámina XV).

Las gangas más generales son: el cuarzo compacto y poroso más ó menos teñido con óxido de hierro en las vetas auríferas y cobrizas, y la calcita y la barita en las vetas argentíferas y cobrizas de la porción central.

El oro nativo se encuentra también en los aluviones de toda la vertiente occidental de la región.

ENSAYE DE LOS MINERALES.

Minerales auríferos, con oro libre (de cianuración):

Oro, 8 á 30 gramos por 1000 kilogramos. Plata, 20 á 150 gramos. Cobre, 0,20 á 0,5%.

Minerales argentíferos (de fundición):

Plata, 800 gramos á 5 kilogramos. Oro, 0,5 á 2 gramos por 1000 kilogramos. Cobre, 1 á 3%.

Minerales cobrizos (de fundición):

5 á 30% de cobre y 1 á 8 gramos oro y 20 á 100 gramos plata por 1000 kilogramos.

EXPLOTACIÓN Y METALURGIA.

Los antiguos trabajos de las minas, hechos en forma irregular, siguiendo en general las partes blandas de las vetas, que en la zona oxidada de las auríferas suele coincidir con su enriquecimiento, no han podido utilizarse en la moderna explotación, pero sí han servido á los mineros de interesante y provechosa exploración.

La explotación en la actualidad se hace por tiros verticales ó inclinados, por donde se elevan los minerales á la superficie por medio de malacates movidos por fuerza eléctrica ó de gasolina. Los niveles se hacen en general de 30 en 30 metros y el transporte del metal en las galerías que comunican con los tiros, se hace sobre vías herradas.

La ventilación se obtiene por medios naturales, estableciendo las convenientes corrientes de aire por medio de comunicaciones de

los distintos labrados y el desagüe se hace con bombas colgantes, eléctricas ó de vapor.

Dos son los sistemas de beneficio implantados en la región: el de fundición de cobre (mate) y el de cianuración. Los sulfuros de cobre y plata se funden directamente sin previa preparación de calinar ó concentrar y el mate (sulfuro de cobre) con leyes de plata y oro, que resulta en el beneficio, se exporta sin refinar.

Los minerales auríferos de las zonas oxidadas que contienen oro al estado libre ó nativo, se benefician por el sistema de cianuración sin previa concentración.

De los placeres que se encuentran en los terrenos de aluvión de la parte occidental, no se ha hecho aún ninguna explotación seria, los lavadores del país los trabajan en pequeña escala en las temporadas de lluvias, lavando las arenas auríferas en bateas y sacan el oro amalgamándolo con azogue.

El Oro, Durango, Junio de 1910.

Discordancia de estratificación de las pizarras. Cerro de las Cuchillas

Filón de cuarzo cortando las pizarras carbonosas. Forma de erosión de las pizarras. Cerro de las Cuchillas.

Contacto de las rhyolitas con la caliza compacta en la faja oriental de la Sierra de El Oro, Dgo.

Manto de cinabrio cortando la toba rhyolítica