

SINTESIS GEOLOGICO-MINERA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA

Por

*José M.^a Artero García

En la década de los cincuenta se dictó una Ley de Reserva Minera de Sierra de Gádor, que puso a disposición de los poderes centrales la totalidad de las concesiones de prospección y explotación de la zona, en un nuevo intento de conocer sus posibilidades con vistas a una explotación masiva de la misma. Esto venía a completar, dentro de la más vieja tradición minera de nuestra provincia, lo que se había hecho en la zona de Rodalquilar con el oro y el ensayo poco afortunado de reactivación de Sierra Almagrera.

La conveniencia de contar con una panorámica geológica de la provincia como base más o menos científica para justificar la necesidad del proyecto, con referencias a trabajos realizados desde el siglo pasado por innumerables geólogos e ingenieros de minas de toda Europa, llevó a quienes se ocupaban entonces de nuestro desarrollo económico provincial, a encargarme dicha misión, que acepté por varias razones:

- Por estar precisamente en aquellos años acopiando datos y referencias para mi comenzada Tesis sobre la geología de Almería.*
- Por mis intuiciones sobre la improbabilidad de que todavía existiesen filones inexplorados de menas metalíferas en la provincia.*
- Por mi deseo de contribuir a que los efectivos económicos que se iban a invertir en prospecciones mineras derivasen hacia la agricultura, a la que siempre he considerado como la base de nuestro futuro económico.*
- Y por mi vocación almeriense de aportar cualquier esfuerzo personal a temas relacionados con mi tierra.*

El trabajo que figura a continuación es el que terminé semanas después. Ni que decir tiene que no gustó, porque venía a negar lo que se pretendía demostrar: un futuro minero más rentable todavía que los años dorados del XIX. Ni se publicó, ni se utilizó en parte alguna. Fue un esfuerzo vano.

Y si ahora ve la luz es porque esa visión de conjunto puede tener interés en este momento de auge agrícola para no perder el Norte económico que la provincia ha encontrado al fin. Por otra parte hay citas de fuentes bastante remotas, que vienen a ser como la prehistoria de la geología almeriense. Y a partir de aquellos estudios es como hemos podido llegar al conocimiento de lo que es, hoy, la base física de nuestra provincia.

*Catedrático de Ciencias Naturales del Instituto de Bachillerato «Nicolás Salmerón» de Almería.

INTRODUCCION

Desde el momento en que el hombre tuvo conciencia de su razón y se situó por tanto en un plano superior al de los demás seres vivos, trató de explicarse y de clasificar cuanto distinto de él existía en su «hábitat». Refiriéndonos sólo al mundo geológico, hoy día podemos decir que el hombre conoce todos los cuerpos simples que entran a formar parte de los materiales sólidos, líquidos y gaseosos de que se compone la Tierra. Conoce también la extraordinaria variedad y cantidad de sus combinaciones posibles y al mismo tiempo, que no están igualmente repartidos por la corteza, sino que por el contrario su irregularidad ha enmascarado hasta ahora cualquier ley que le permitiese conocer de antemano las zonas donde pudiera haberse reunido, por una u otra causa, mayor cantidad de mineral específico.

Sin embargo, desde recientemente, la ciencia trata de averiguar si la materia, que tan diferentes formas nos ofrece, es sólo una y que las diferencias con que a nosotros se nos presenta no son debidas a otra cosa que a fases, aspectos y variaciones de energía de los objetos en continuo movimiento. Esto viene a explicar el concepto minero de CRIADEROS, acumulación de cierto depósitos de substancias que son útiles al hombre y que la Naturaleza ha seleccionado por sí misma. Pero, ¿de qué forma? Unos investigadores han estudiado los movimientos tectónicos, los cambios de situación producidos por fenómenos de disolución, precipitación, fusión o sublimación; otros investigaron los transportes de materias por agentes meteóricos y los arrastres producidos por agentes erosivos externos; también se han tenido en cuenta los aportes de los magmas internos que llegan a la superficie en virtud de fenómenos volcánicos, las transformaciones y sustituciones originadas por la intromisión de seres orgánicos en el mundo inorgánico, y por último se han reconocido nuevas propiedades del agua y el influjo de las altas temperaturas actuando correlativamente con altas presiones. El estudio conjunto de todos estos factores desde el punto de vista de los yacimientos, sobre todo de los metalíferos, ha conducido al mismo tiempo al escalrecimiento de la historia de los elementos químicos. Así ha nacido la GEOQUIMICA.

Por otra parte, en la evolución natural de los conocimientos, se ha llegado a la conclusión de que la totalidad de los procesos geológicos se producen exclusivamente dentro de la corteza terrestre exterior, cuyo espesor viene a ser de unos 100 Km. Esto pone más a nuestro alcance la posibilidad del conocimiento exacto de los fenómenos que dan lugar a la formación de los criaderos. La teoría de la isostasia indica ya que incluso los fenómenos más conocidos por nosotros en la superficie de la tierra, tales como la formación de las montañas, no dependen de tensiones internas, como antiguamente se creía, sino de presiones tangenciales de superficie. Los productos volcánicos, los depósitos marinos y los productos

de la naturaleza viviente, se admite hoy que pertenecen a una misma zona de nuestra Tierra, limitándose así extraordinariamente el campo de los fenómenos geofísicoquímicos en relación con la Mineralogía. El estudio de la presencia de un elemento en determinadas regiones, condicionada por sus propiedades geológicas, químicas y físicas y de las afinidades entre los diversos elementos, nos da muchas veces idea de la existencia de yacimientos y de la posibilidad de su aprovechamiento.

Universalmente admitida pues, hoy día, la relación entre la existencia de criaderos y la tectónica de la zona donde se encuentran, no sólo ésta es el fundamento de la génesis de la mayor parte de los mismos, sino que también, —como decía antes—, influye en buena medida en sus condiciones de explotabilidad. La formación de grietas y fracturas filonianas, las fallas, los pliegues y deformaciones de las capas sedimentarias, las formaciones de depósitos salinos, ferruginosos, fosfatados, etc. y la aparición en la superficie de rocas hipogénicas, son fenómenos todos que es preciso atribuir a las conmociones que agitan la corteza terrestre. Las rocas hipogénicas especialmente, indican por el solo hecho de su existencia, que hubo resquebrajamiento y agrietamiento previo de la corteza y por consiguiente que se han preparado los conductos y chimeneas que rellenados posteriormente, han de formar los criaderos. Además la roca hipogénica, en la mayoría de los casos, proporciona a las aguas los elementos que, transportados en disolución, son depositados en las grietas u oquedades y dan lugar a las concentraciones de minerales utilizados por el hombre.

En líneas generales y teniendo en cuenta lo aventurado que es enunciar leyes que afecten a hechos naturales, podemos afirmar que cada tipo metalogénico procede de un tipo petrográfico especial.

ESQUEMA GEOLOGICO DE LA PROVINCIA

Sentado ya que modernamente no se concibe la explotación de un criadero sin un estudio previo geológico-tectónico de la zona o región donde se halle, intentemos un bosquejo geológico de la provincia de Almería, que nos dará alguna idea para el estudio más detallado de cada una de sus zonas mineralógicas.

Existe poca bibliografía puramente geológica de la provincia. Aparte de los trabajos mineros, muy abundantes durante el segundo y tercer tercio del siglo pasado, EZQUERRA DEL BAYO (1840) (1), AMAR DE LA TORRE (1845) (2), PAULA (1845) (3), MAESTRE (1846) (4), MONTELLS (1847) (5), PELLICO (1852) (6), MADRID DAVILA (1876) (7), GONZALO TARIN (1882) (8), CALDERON Y ARANA (1891) (9 y 10), MALLADA (1895) (11 y 12), etc. que tenían una breve introducción geológica o tectónica del propio yacimiento sin extenderse mucho más, sólo pueden destacarse los trabajos de tipo más general de COR-

TAZAR (1875) (13), MARTIN DONAYRE (1877) (14), MONREAL (1878) (15) y BOTELLA (1882) (16), que teniendo en cuenta los conocimientos de la época y las dificultades de desplazamiento, hicieron un más que minucioso estudio geográfico y geológico de toda la provincia. Poco podemos sin embargo aprovechar de ellos, ya que sus conclusiones geológicas han quedado superadas en gran medida por los adelantos de la técnica petrográfica y por nuevas teorías tectónicas y orogénicas, que hacen cada día más urgente una severa revisión de la geología provincial.

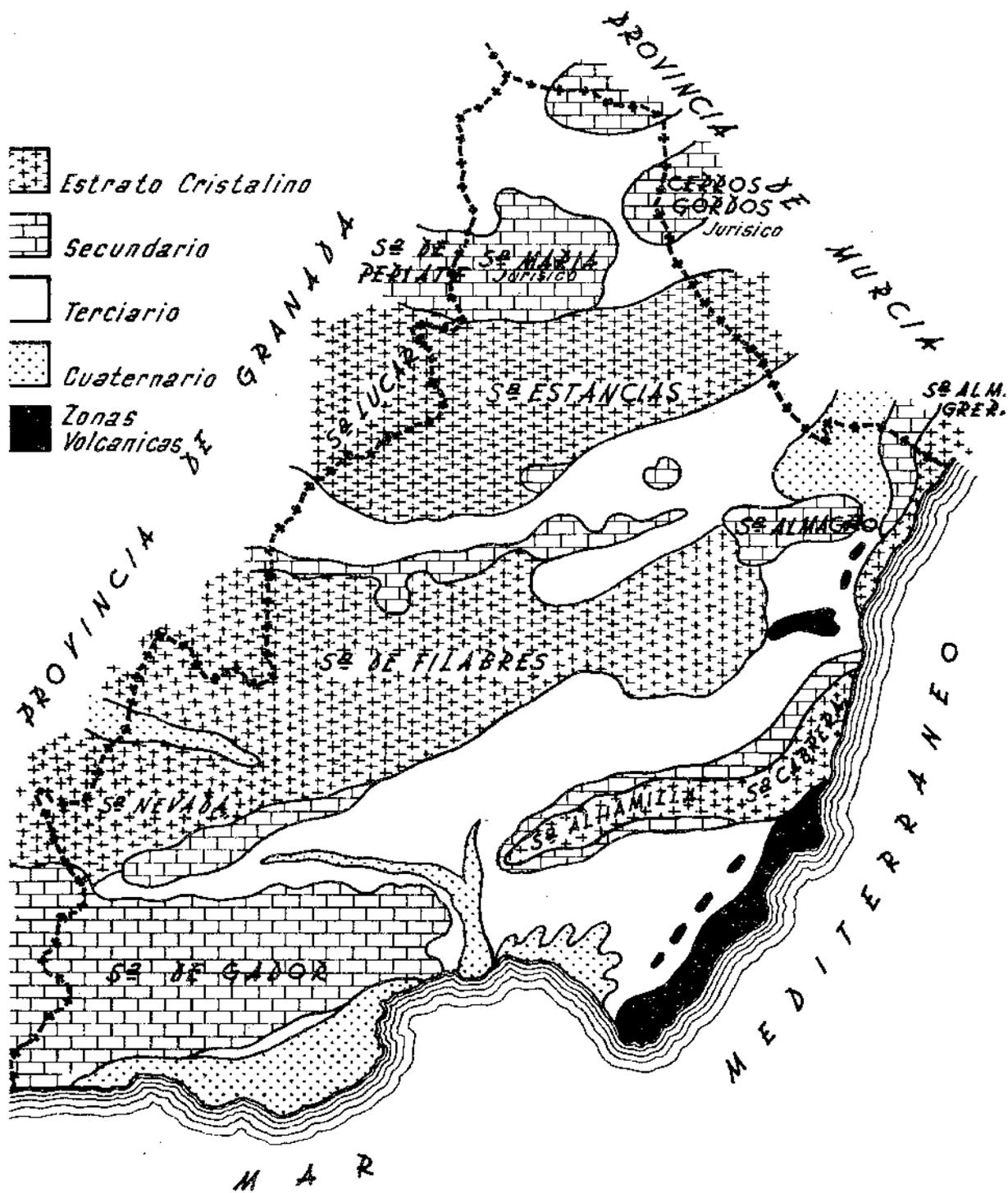
A estos cuatro últimos nombres hemos de agregar bastantes otros de extranjeros, geólogos e ingenieros de minas, atraídos por la riqueza de la provincia, casi un tópico en toda Europa por aquellas fechas: así LAMBERT (1840) (17), PAILLETE (1841) (18), BREITHAUPT (1852) (19), DE VERNEUIL y COLLOMB (1857) (20), ANSTED (1858) (21), CLOIZEAUX (1858) (22), KLEM (1867) (23) y destacando sobre todos OSSAN (1888) (24 y 25), el gran petrógrafo alemán que siendo Ayudante de Cátedra en Heidelberg hizo un viaje a España para estudiar Cabo de Gata y su zona volcánica, de la que hizo un trabajo minucioso y exhaustivo todavía no superado, describiendo además una nueva especie de roca volcánica, la VERITA, encontrada en las cercanías del pueblo de Vera.

Cuando a raíz del gran terremoto que a finales de siglo experimentó una amplia zona de Andalucía visitaron nuestro país varias comisiones de geólogos, iniciándose el estudio e interpretación de Sierra Nevada que alcanzó su máximo apogeo en 1926 con el XIV Congreso Geológico Internacional y que no ha terminado todavía, algunos de ellos buscando apoyo a sus teorías visitaron los bordes y estratificaciones de Sierra Nevada, llegando a Almería y estudiando parte de nuestra provincia. Pueden citarse a NICKLÉS (1896) (26), SCHRODT (1896) (27), FIRCKS (1906) (28), etc.

Hasta principios de siglo se encuentran por tanto trabajos aislados y breves sobre algunas zonas de la provincia, casi siempre trabajos desde el punto de vista de la explotación minera, pero cada vez más espaciados a medida que nuestras minas perdían interés. Estas llegan al fin a paralizarse, las instalaciones se demontan o destruyen y dejan de visitarnos geólogos y hombres de ciencia llegando casi a desaparecer en absoluto el nombre de Almería de las publicaciones científicas de toda Europa. Y naturalmente, de las españolas también. Hasta el año crucial de 1936 apenas es posible citar a SIERRA (1915), (29), VARGAS, (1919) (30), BATALLER (1929) (31), y COLOM (1931) (32) entre los españoles y a HETZEL (1923) (33), ZEIJLMANS (1925) (34), FALLOT (1928) (35), PAVLOVITCH (1929) (36) y SERMET (1934) (37) entre los extranjeros.

Con muchos de estos datos antiguos y necesitados de revisión, está fabricado el mapa de la provincia, por lo que no es posible aceptarlo totalmente de una manera definitiva. Pero en tanto no existen nuevas orientaciones y las revisiones

ESQUEMA GEOLOGICO DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA



parciales se van efectuando poco a poco, nos valdremos de él como de un patrón ya que a grandes rasgos pueden admitirse muchas de sus divisiones.

De un modo general los núcleos de todas las sierras almerienses, menos la de Gádor, son de origen arcaico. Las grandes masas cristalinas que hoy se llaman Sierra Nevada, Sierra de Lúcar, Sierra de las Estancias, Sierra de los Filabres, Sierra Almagrera, Sierra Cabrera y Sierra Alhamilla, formaban en la era primaria dos grandes islas, constituida una de ellas por lo que luego había de ser zona Norte y Central de la provincia y formando las tres restantes una isla alargada unida a lo que hoy es zona litoral de Aguilas y Mazarrón. Son pues terrenos antiguos, fuertemente metamorfizados por los movimientos orogénicos y volcánicos de todas las eras posteriores. Sin embargo, otra teoría cada vez más extendida, acusa la posibilidad de que estos terrenos hayan alcanzado su aspecto cristalino, precisamente por el fuerte metamorfismo a que han estado sometidos, pero que no son arcaicos o primarios, sino secundarios, continuación de las grandes masas de Trias que vamos a encontrar constantemente.

De la era secundaria existe principalmente Trias, ampliamente representado en las faldas de Sierra Alhamilla y Sierra Cabrera. Sierra de Almagro en Huércal-Overa, a todo lo largo de los Filabres por su vertiente Norte y principalmente en Sierra de Gádor, constituyendo con gran monotonía toda su masa que se continúa en la provincia de Granada con la Contraviesa y Sierra de Lújar formando el escalón inferior de la gran mole cristalina de Sierra Nevada. También a la era secundaria pertenece la emersión de sedimentos jurásicos al Norte de la isla central que admitíamos formada en la era primaria, dando lugar a las Sierras de Periate, María, Maimón y Cerros Gordos, que enlaza con Murcia.

En la era terciaria se producen algunos movimientos de báscula que provocan grandes invasiones del mar; así parece ser por los sedimentos de origen marino que se aprecian en el valle del Almanzora, que en aquella época debió quedar invadido por las aguas. En época no determinada dentro de esta era, se produjeron erupciones volcánicas en muchos lugares de la provincia, con mayor o menor aparato y consecuencias visibles, siendo de máxima importancia la que originó la Sierra de Gata según una gran falla de dirección N.E. - S.O. ¿Coincidió la aparición de esta falla con los movimientos alpinos de corrimiento que dieron lugar a la formación de Sierra Nevada? ¿Podemos suponer contemporáneas, por tanto, esta falla con las que separan Sierra Nevada de los Filabres y que da paso al río Nacimiento y la que separa Torre Bayabona de la Sierra de Almagro para dar salida al río Almanzora? No es posible dar más que hipótesis.

Por último, del cuaternario son todos los sedimentos postpliocenos dejados en seco por la retirada de las aguas y la gran acumulación de los mismos en las partes bajas de los valles y al pie de las montañas. Los períodos glaciares, cuyo estudio completo para nuestra provincia está por hacer, originaron una potente red fluvial que depositó grandes cantidades de aluvi6n en las llanuras costeras,

desde Cabo de Gata a Adra. Y finalmente, tuvo lugar una poderosa erupción geiseriana que aunque parece localizada en la zona de Cabo de Gata, hay indicios de que se extendió con menor intensidad por gran parte del S.E. de la provincia, erupción que si bien apenas tuvo importancia en cuanto a modificación del relieve ya adquirido por nuestras tierras, sí debe considerarse como fundamental para justificar la variadísima metalización de amplias zonas de la provincia y especialmente en la Sierra de Gata.

Resumiendo pues, podemos encontrar en la geología de la provincia, los siguientes rasgos fundamentales:

- 1º Gran antigüedad de las zonas más altas de la provincia, formadas por materiales muy metamorfizados y que han sufrido transformaciones y dislocaciones desde épocas muy remotas de la historia geológica de la tierra.
- 2º Poderosos fenómenos volcánicos en la era terciaria, más o menos relacionados con la orogenia alpina.
- 3º Erupciones de tipo geiseriano e hidrotermal dentro del cuaternario, con todas sus enormes posibilidades metalogénicas.

Una vez sentadas estas bases de carácter general, vamos a estudiar sucesivamente cada una de las grandes zonas en que podemos dividir a la provincia según el aprovechamiento metalífero que en ellas se presenta en mayor proporción o que es más importante para el hombre, considerando el valor relativo que en cada una alcanzan los rasgos fundamentales de la geología general de la provincia.

El orden que establecemos es el siguiente:

- a) Sierra de Gata o el ORO.
- b) Sierra Almagrera o la PLATA.
- c) Sierra de Gádor o el PLOMO.
- d) Sierra de Filabres, Sierra Alhamilla, Sierra Cabrera o el HIERRO.
- e) Otros aprovechamientos minerales.

ESTUDIO PARTICULAR DE LOS SISTEMAS OROGRAFICOS

a) — SIERRA DE GATA O EL ORO

Aceptada la formación de la Sierra de Gata (1) merced a una erupción volcánica según una gran falla de dirección aproximada N.E. - S.O., es indiferente ahora especular sobre si esta erupción fue antemiocena o postmiocena (2). Lo cierto es que el magma y los materiales lávicos se abrieron paso a través de terrenos primitivos agrietándolos fuertemente y preparando así el terreno para la intensa metalización que tuvo lugar, con toda seguridad, en el segundo paroxismo volcánico de la zona, ya en el cuaternario, de carácter predominantemente hidrotermal.

Porque es evidente que la gran cantidad de aprovechamientos metalíferos que presenta esta Sierra, no proceden exclusivamente de la primitiva erupción, sino que ha existido un enriquecimiento posterior que si bien ha aumentado la riqueza intrínseca de la Sierra, también es cierto que ha repartido extraordinariamente los minerales explotados, diseminándolos por toda la masa de la misma.

Dentro de que Cabo de Gata se formó gracias a una erupción volcánica, debemos considerar que ésta se produjo a través de un largo lapso de tiempo y que más que una erupción, fueron una serie de erupciones sucesivas. Sólo así se explica la gran variedad de rocas volcánicas existentes en toda la zona y sus muy diversas categorías que van desde las rocas muy ácidas a las netamente básicas. A grandes rasgos podemos considerar que el macizo de Cabo de Gata está formado fundamentalmente por tres grupos de rocas volcánicas: unas, que pueden considerarse como verdaderas traquitas; otras como riolitas y otras, en fin, como andesitas hornbléndicas. Esto como base, porque la erupción hidrotermal del cuaternario a que antes aludíamos enriqueció notablemente en sílice todas estas rocas. Las aguas termales, fuertemente alcalinizadas y con enorme poder disolvente, se cargaron de sílice en su camino ascendente y al irse enfriando por el contacto con las capas superiores y el aire, fueron perdiendo sodio y al desalcalinizarse la sílice fue precipitando en las cavidades y grietas de las rocas preexistentes. Estas aguas mineralizadoras, en las que debió tener parte importante la propia agua del mar, arrastraron también desde lo profundo buena cantidad de sales metálicas que se depositaron juntamente con la sílice cuando la temperatura disminuyó. Estos depósitos de óxidos y sulfuros metálicos han venido a sumarse a los filones metalíferos originados por las primitivas erupciones enriqueciendo así el conjunto de la sierra.

(1) Para un más completo estudio de la zona deben tenerse en cuenta, además de los trabajos correspondientes a ella ya señalados en la parte general, los de VILANOVA Y PIERA (1881) (38), BRUN (1915) (39), PEREZ ZUÑIGA (1916) (40), MARIN Y MILAN DEL BOSCH (1918) (41), HERNANZ (1919) (42) y RUBIO (1924) (43).

(2) A este respecto deben consultarse preferentemente los trabajos de CALDERON Y ARANA (9 y 10), MARTIN DONAYRE (14) y OSSAN (24 y 25), ya citados.

En Cabo de Gata se ha encontrado plata, plomo, hierro y oro, principalmente, Siempre, en estado nativo o en forma de sulfuros, formando unos la ganga y otros la mena, siendo por ello explotados unas veces con un objetivo y otras con otro. Primero se comenzó a explotar el plomo y la plata, que aparecían juntos en filones modernos que armaban en traquitas. Más recientemente se descubrió la existencia de oro y desde entonces Cabo de Gata —la Sierra de Cabo de Gata— tiene importancia por su explotación.

En un principio, el oro se señaló en dos zonas, Rodalquilar y Madroñal, presentándose en filones o más bien en masas de roca del grupo traquiandesítico, en donde se encuentra muy raras veces oro nativo precipitado en la parte alta de los filones y mucho más frecuentemente asociado con piritas, galenas e incluso algo de blenda. Los agentes atmosféricos actúan por oxidación lenta sobre las piritas, transformándolas en sulfatos dobles de hierro y cobre, precipitándose parte de éstos en hidratos que con el oro se depositan en la masa de cuarzo. La acción posterior de las aguas hidrotermales y fumarolianas, disuelve los sulfatos, arrastra los hidratos y deja libre al oro, aunque sumamente dividido en partículas muy pequeñas. Esto es lo que ha venido a llamarse «estructura maciza» de los filones de cuarzo aurífero: el hecho de que las piritas auríferas y el oro nativo estén diseminados finamente en una gran masa cuarzosa.

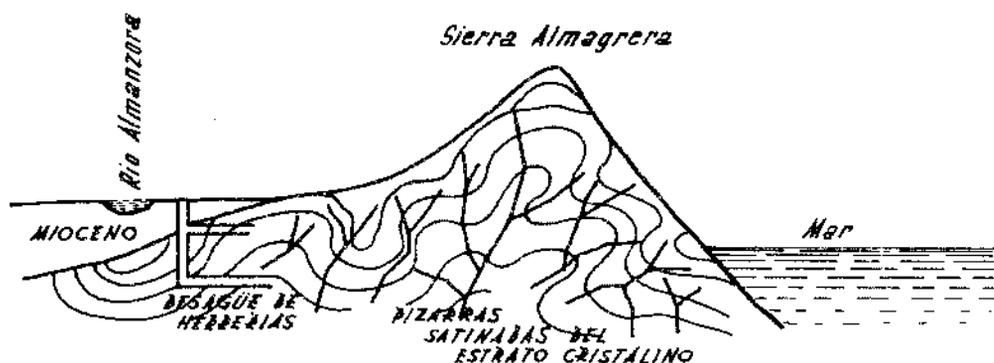
Agotadas rápidamente las primeras explotaciones que trataban de seguir los mal delimitados filones, hoy toda la importancia de la explotación aurífera de la Sierra de Gata reside en el Cerro del Cinto, masa de rocas ácidas de color rojizo característico, muy alteradas, donde las leyes del oro obtenido, aún siendo bajas, conservan una cierta uniformidad, lo que unido al sistema de explotación a cielo abierto y en frente de cantera, permiten aceptables rendimientos que de otra forma sería imposible obtener.

b) — SIERRA ALMAGRERA O LA PLATA

Sierra Almagrera (1) es un antiguo pliegue cuyo origen se remonta a la era primaria y que se extiende paralelamente a la costa oriental de la provincia, en una longitud de unos ocho kilómetros, con una altitud media de doscientos ochenta a trescientos metros, aproximadamente. Unida geológicamente a los terrenos que se prolongan por la costa de la provincia de Murcia —Aguilas, Mazarrón, etc.— está separada del resto de las montañas almerienses y aparece aislada, formada por pizarras satinadas y lustrosas del estrato cristalino, limitando con materiales

(1) Toda la bibliografía que se ha podido consultar sobre Sierra Almagrera es tan antigua que su valor es realmente escaso. Sin embargo, por completar la relación iniciada en la parte general, añadiremos ahora los trabajos de MONASTERIO (1850) (44) y ALDANA (1855) (45).

CORTE GEOLOGICO DE SIERRA ALMAGREZA



(Según FABREGA)

terciarios por el Oeste y con el Mediterráneo por el Este. En su parte Norte se aprecian algunas manchas triásicas.

Constituida tectónicamente por un anticlinal cuyo eje sigue la máxima longitud, éste aparece roto y hundido en gran parte de su recorrido, estando por tanto sus estratos resquebrajados con una gran cantidad de grietas y fallas que lógicamente se encuentran comunicadas entre sí. Probablemente la causa de dicho hundimiento se debió al empuje lateral y profundo de las rocas hipogénicas que originaron en la era terciaria la Sierra de Gata y que de una manera más o menos evidente extendieron su acción hasta Cartagena. Posteriormente, el enfriamiento lento de la parte de magma que no llegó a surgir a la superficie por esta zona, provocó el enriquecimiento paulatino de las grietas originadas por el hundimiento, dando lugar a los filones metalíferos explotados por el hombre.

Descubiertas desde muy antiguo, en los albores de la historia primitiva de Almería, tuvieron auge extraordinario durante el segundo y tercer tercio del siglo XIX, llegando más tarde a paralizarse totalmente su explotación porque resultaba superior a las posibilidades técnicas de la época el desagüe eficaz y económico de las galerías. Desde 30 metros por encima del nivel del mar hace su aparición el agua juvenil termal, a una temperatura superior a 50° centígrados y por desgracia, con una gran alcalinidad que la hace impropia para el riego, por lo que es vertida directamente al mar. El hecho de que la mayoría de las grietas explotadas se comuniquen entre sí ha hecho siempre más difícil el desagüe perfecto de las minas. En cuanto cesa la labor constante de las bombas, vuelven todas a inundarse de nuevo poco a poco.

Los filones tienen una corrida escasa y su potencia hoy día no es superior al metro. En la parte alta de los filones, las menas han venido siendo casi exclusivamente galena y blenda argentíferas, muy ricas y puras, aumentando la galena y disminuyendo la plata a medida que ganan en profundidad. La ganga la constituyen principalmente carbonatos espáticos (de cal, hierro y manganeso) y de una manera subordinada, el cuarzo. En general, la estructura de estos filones es uniforme y los minerales se presentan con frecuencia impregnando las gangas. Desde el nivel hidrostático hacia abajo, va apareciendo siderita y la mena de galena argentífera es cada vez más pobre en plata.

Siendo por otra parte característico el que los filones no afloran a la superficie y teniendo en cuenta la gran profundidad alcanzada ya por varias de las minas y la gran antigüedad de su explotación, es preciso reconocer que si no aparecen nuevos filones cada vez se extraerá menos plata de Sierra Almagrera, aunque aumentará la proporción de plomo, lo cual también es interesante. Y tampoco hay que olvidar que la ganga de carbonato de hierro, siempre despreciada, hoy puede calcinarse para eliminar el ácido carbónico y elevar la ley del hierro, obteniéndose así un nuevo aprovechamiento.

c) — SIERRA DE GADOR O EL PLOMO

La Sierra de Gádor (1) ha sido durante muchísimos años el más fuerte escollo con que tropezaban cuantos geólogos estudiaban nuestras formaciones. La edad geológica de esta enorme masa, monótonamente igual a sí misma en toda su extensión y a cualquier altura, ha sido incierta hasta que la aparición de escasos fósiles netamente triásicos, determinaron su localización en la era secundaria.

Desde 1840, los españoles AMAR DE LA TORRE, MAESTRE y NARANJO y el inglés ANSTED que estudiaron esta zona, sólo señalaron los terrenos como «de transición» sin comprometerse más. Posteriormente, el propio MAESTRE indica la posibilidad de que perteneciesen al carbonífero, y VILLKOMN los considerará como silúricos. Quien primero apunta la posibilidad del Trias es DE VERNEUIL, que juntamente con COLLOMB reconocieron algunos indicios fósiles. Bastante más tarde, 1875/1880, BOTELLA agotó las posibilidades de búsqueda de signos fósiles o estratigráficos que le permitiesen fijar exactamente la edad de la Sierra, sin hallarlos, retrasándose por esa causa su «Reseña física y geológica...» (Ob. citada), que no apareció hasta 1882, (las otras tres Reseñas que completaban el estudio de la provincia, de CORTAZAR, MARIN DONAYRE

(1) Aunque lo más fundamental de todo lo que se ha dicho sobre la Sierra de Gádor, queda comprendido entre los autores de la parte general, se puede completar todavía más la serie, citando los trabajos de RUIZ LEÓN (1850) (46), KRAMER (1850) (47), ESCOSURA (1850) (48) y GONZALO TARIN (1882) (49).

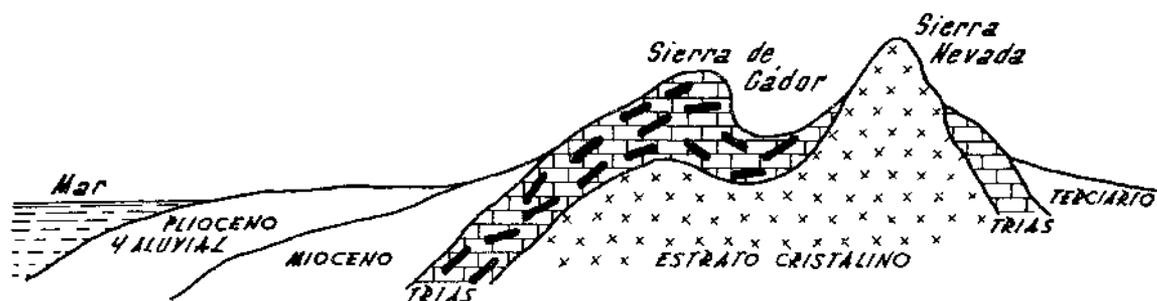
y MONREAL, habían visto la luz en 1875, 1877 y 1878, respectivamente). Y precisamente en ese mismo año GONZALO TARIN encontró los fósiles característicos que necesitaba para incluir todo el macizo de calizas de la Sierra de Gádor dentro de la era secundaria. Principalmente, como pertenecientes al Muschelkalk y en amplias zonas con indicios del abigarramiento del Keuper o tramo superior.

A lo largo de la era secundaria y mientras se sucedían los fenómenos volcánicos que en muchos lugares del Trias almeriense se reconocen, las tierras permanecieron emergidas, unidas a la costa actual de Africa. Posteriormente y durante el terciario yacieron bajo el mar, hasta que los movimientos alpinos las volvieron a levantar y formaron el pliegue o escalón medio entre el mar y el macizo cristalino de Sierra Nevada, exholdado desde las profundidades. Las masas de Trias quedaron así limitadas por restos de los depósitos miocénicos formados en el fondo de los mares y lagos terciarios, excavados hoy por la acción de la potente red fluvial que dominó en el cuaternario.

La Sierra de Gádor se vio duramente sacudida por fenómenos volcánicos, como decíamos antes, que trastornaron profundamente sus materiales hasta hacer casi imposible el intento de ordenar estratigráficamente sus horizontes. Por otra parte, las últimas manifestaciones volcánicas fueron de naturaleza hidrotermal, cuyas aguas muy alcalinizadas y a gran temperatura, actuaron sobre los agrietados materiales de la sierra y llegaron a convertir las primitivas calizas en una enorme masa de dolomía, con toda seguridad de las más importantes de Europa. Ciertamente, son signos evidentes de una actividad volcánica de este tipo la estructura brechoide y la fetidez de las masas de dolomía, los íleos de yeso y de azufre que arman en grandes lentejones en medio de masas de calizas y de arcillas, la existencia de numerosas fuentes termales, ricas en sulfuroso que marcan el perímetro de la Sierra —Paterna, Alcolea, Guardias Viejas (Dalías), Marbella (Berja), La Familia (Gádor), etc.—. Ultima consecuencia de esta actividad volcánica sobre la rica mineralización originaria de la Sierra, es la transformación de tantas zonas de la misma en un amigdaloides de plomo, verdadera esponja de rico mineral, que al igual que en tantas zonas de la provincia estamos encontrando, extiende la riqueza explotable por toda una gran masa de materiales y disminuye también, paralelamente, las posibilidades de encontrar un buen yacimiento con gran concentración de mena en pocas toneladas de ganga.

Aparte de otros aprovechamientos menores, Sierra de Gádor es famosa por el plomo y el azufre. En cuanto al plomo, dos son las formas más frecuentes de presentarse, ambas relacionadas con la génesis hidrotermal de que antes hablábamos; en bolsadas más o menos grandes, por sustitución molécula a molécula de las calizas dolomíticas (metasomatismo) o bien por el relleno de grietas o fisuras existentes en los materiales ya formados. En el primer caso, la sustitución garantiza un mineral de grano muy fino, con alguna riqueza en plata, aunque no aprovechable por su baja ley y escasa cantidad y en el segundo aparece un mineral

YACIMIENTOS DE PLOMO EN SIERRA DE GÁDOR.



menos fino pero más hojoso por su cristalización lenta, en donde han coexistido tiempo y reposo, aunque ha faltado espacio.

La minería del plomo es la peculiar, la típica de Almería y aún de España. Desde el III milenio antes de J.C. ya se llamaba a Iberia «rica en plomo y en estaño». Los romanos explotaban ya la Sierra de Gádor y los árabes también parece ser que obtenían plomo en abundancia de ella. Después del descubrimiento de América se paralizaron por completo las explotaciones, hasta fines del siglo XVIII en que comenzaron poco a poco a surgir, tomando gran incremento a partir de 1820. Veinte años después, se ocupaban de la extracción más de 20.000 mineros, mientras 10.000 jornaleros más trabajaban en los transportes y las fundiciones. Fue la edad de oro de la comarca. Después, todo se fue abajo con la misma rapidez con que se levantó. La abundancia del metal en nuestro suelo y sobre todo la extrema facilidad de su extracción en los primeros años de explotación, excitaron la codicia de los mineros que al igual que en las zonas auríferas de leyenda cada cual pretendió laborear por su cuenta. Así surgieron multitud de minúsculas minas, trabajadas con poco capital y explotadas en forma irregular, multiplicándose pozos y galerías y originándose un gran destrozo en los yacimientos, ya de por sí diseminados. Por otra parte, desde 1795 en que instaló la primera fundición de plomo, hasta un siglo después, aproximadamente, se utilizó en ellas la abundante riqueza forestal de la Sierra hasta su total exterminio. No había ya con qué alimentar las fundiciones; otros países comenzaron a lanzar plomo al mercado; la facilidad de la primera extracción había pasado... y la caída fue vertical.

Como rastro de aquel pasajero esplendor dice BOTELLA (ob. citada) sólo han quedado «montones de tierra removida, millares de pozos con sus abiertas bocas y algunas miserables ruinas de derribadas fábricas, restos vergonzosos de la codicia y de la imprevisión».

En cuanto al azufre, no podemos considerarlo de origen volcánico, a pesar de los signos evidentes de volcanismo en Sierra de Gádor. Su forma de presentarse en bolsadas o en capas bien estratificadas entre lechos de margas yesosas, la aparición de cristalizaciones geódicas de azufre, calcita, aragonito, celestina, etc. acompañadas también a veces de concreciones de ópalo, su localización en las estribaciones de la Sierra de Gádor en la zona de depósitos miocénicos antes señaladas, la naturaleza margoso-arcillosa de la ganga en que aparecen las bolsadas, la buena estratificación de las series yeso-salinas que forman los depósitos terciarios, etc. refieren claramente estos yacimientos, que durante su explotación intensiva tuvieron un alto interés, al tipo general de los demás yacimientos de azufre sedimentario del resto del mundo como pertenecientes al piso Ponticense del Mioceno, y de la misma forma a como venimos encontrando en cuantos aprovechamientos metalíferos estudiamos, su formación es epigénica con arreglo al siguiente esquema: depósito inicial de yeso en el fondo del mar interior, desprendimiento de hidrocarburos de los restos vegetales y animales del mismo, reducción del sulfato de cal a medida que éste se va depositando y oxidación del hidrógeno sulfurado originado que da lugar a depósitos de AZUFRE y agua. Como producto secundario de esta serie de reacciones encadenadas, queda carbonato cálcico, que cementa las arcillas.

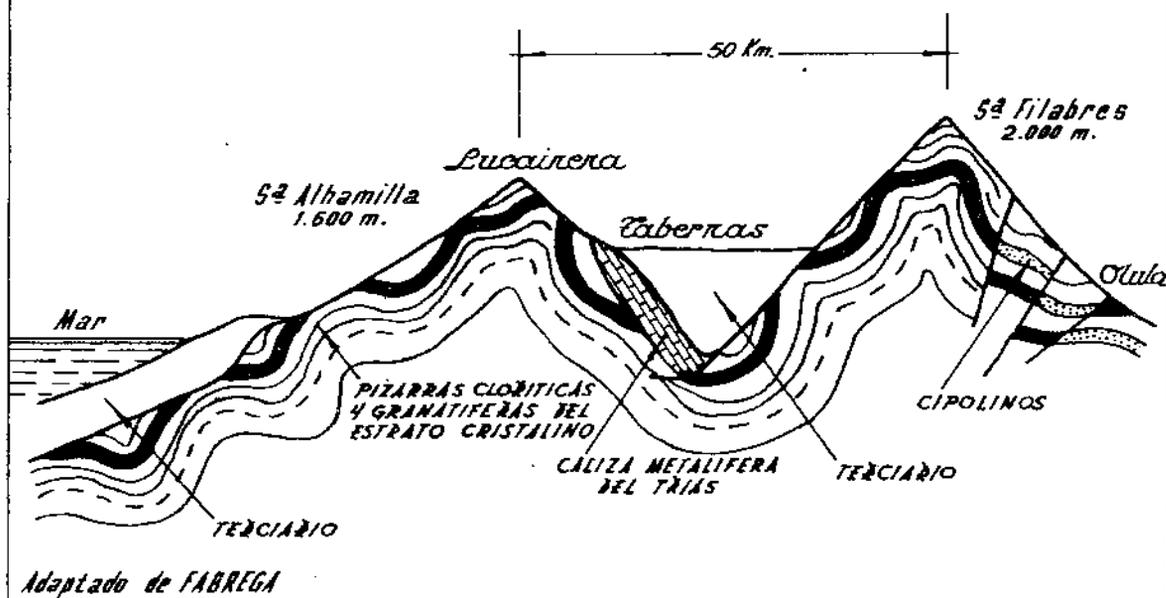
d) — SIERRA DE LOS FILABRES, SIERRA ALHAMILLA Y SIERRA CABRERA O EL HIERRO

La Sierra de los Filabres (1), como todo el resto de los grandes pliegues de la provincia, es arcaico en su mayor parte procedente de los primeros movimientos orogénicos que tuvieron lugar en los albores de la historia de la Tierra. Extendida de Oeste a Este, cruza la provincia aproximadamente por su mitad, constituyendo una gran masa de considerable altitud, con una media superior a mil quinientos metros y un vértice destacado, la Tetica de Bacares o Cerro Nimar de 2.080 metros, famoso en el mundo científico porque con el Mulhacen en España y los montes M^oSabiha y Filhaoussen en Argelia, sirvió de vértice de la triangulación geodésica para el enlace de Europa con Africa (2).

(1) Completamos su bibliografía, reseñando las publicaciones de PRADO (1850) (50), JIMENEZ DE CISNEROS (1906) (51) y FABREGA (1907) (52).

(2) IBAÑEZ. Enlace geodésico y astronómico entre Europa y Africa. Boletín de la Real Academia de Ciencias, Madrid, 1880.

CORTE GEOLOGICO DE LOS YACIMIENTOS DE HIERRO METASOMATICO DE SA ALHAMILLA Y FILABRES.-



Las masas de estrato cristalino que forman su núcleo, están constituidas fundamentalmente por micacitas granatíferas y cloríticas que alternan con pizarras silíceas de fácil exfoliación, lo que origina en los altos de la sierra grandes zonas de perfiles suaves que permiten una modesta agricultura. Flanquean estas masas arcaicas otros terrenos pertenecientes al Trias y también en algunos lugares aparecen inyecciones eruptivas, principalmente de dioritas y afanitas.

Sin embargo, lo más importante de toda la formación geológica de los Filabres, es la presencia de una capa de calizas marmóreas, conocidas con el nombre de «cipolinos», que se extiende longitudinalmente con poca profundidad siguiendo las inflexiones del terreno y en donde se han producido los depósitos de hierro ferroso por metasomatismo de dichas calizas, en las que ha sido sustituido el calcio por el hierro. La posterior oxidación de estos depósitos ferrosos da lugar a la limonita, que es la mena más abundante de toda la zona. En otros lugares, la metasomatización se ha producido gracias a la sustitución de las calizas por sulfuros de doble descomposición con precipitación de siderita, procediendo las calizas bien del estrato cristalino (cipolinos) o bien del Trias y sufriendo las partes altas la correspondiente oxidación. Por último, también se conocen zonas filonianas como Gérgal y Olula, aunque son de muchísima menos importancia que los yacimientos metasomáticos que ya se han descrito.

Dentro de que la mineralización es bastante irregular, cosa general y corriente en todos los criaderos de sustitución de las calizas, hay zonas donde por una mayor abundancia de fracturas se ha concentrado mayor cantidad de mineral aprovechable, como ocurre por ejemplo en los famosos cotos de Serón y Bacares, explotados desde antiguo y cuyo aprovechamiento continúa, aunque por capital extranjero. También dentro de este grupo cabe considerar el coto de Bédar, mucho tiempo paralizado y que ahora de nuevo vuelve a la vida activa de la explotación.

El otro aprovechamiento importante de la Sierra de los Filabres es el mármol. Las calizas marmóreas o cipolinos ya descritos, adquieren gran espesor en la zona de Macael, Cóbdar y Chercos, ocupando una superficie de más de cincuenta kilómetros cuadrados. Son numerosas las variedades de mármol que se encuentran en esta zona, desde el blanco puro de grano finísimo, hasta los más variadamente jaspeados y coloreados. Su especial disposición estratigráfica los hace fácilmente explotables en frente de cantera, pues las calizas sacaroides arman y alternan con pizarras cristalinas del grupo de las micacitas, casi siempre granatíferas. Estas les sirven de planos de deslizamiento y sin gran esfuerzo ni mayores gastos, su favorable buzamiento facilita el desprendimiento del mármol en bloques o en lajas de gran superficie.

Uno de los núcleos orográficos de más acusada personalidad de toda la provincia y no por su altura media, relativamente modesta, sino por la peculiaridad de sus rasgos morfológicos y el interés de su constitución geológica, lo constituye Sierra Alhamilla y su prolongación, la Sierra Cabrera (1), unidas indisolublemente desde la remota era primaria como lo demuestra la continuidad de sus materiales arcaicos bajo la más reciente formación pliocena. Extendida de Este a Oeste, está limitada por el río Andarax a la altura de Almería y llega al mar por Mojácar, marcando su separación con Sierra Cabrera el curso del río Alfás, que pasa por Lucainena.

Geológicamente consideradas, son dos grandes masas de estrato cristalino formadas principalmente por gneis bastante alterado y pizarras predominantemente arcillosas, aunque también están representadas algunas familias de pizarras sericíticas, talcosas y granatíferas, todas ellas muy metamorfozadas y alteradas. A ambos lados de este núcleo primitivo central se localizan calizas triásicas, muy potentes en algunas zonas, pero irregularmente distribuidas en grandes manchones que se mezclan y superponen al estrato cristalino como en un gigantesco «puzzle» que hace difícil la delimitación de las líneas de contacto. Y por fin, flanqueando las calizas y ya en las estribaciones de las dos sierras, un intrincado laberinto de barrancos de todos los tamaños, poderosamente erosionados por las aguas salvajes, de terrenos terciarios, representados por margas calizas, yesosas y arcillosas de todos los colores.

En esta zona el hierro, que es el principal aprovechamiento se presenta de una forma parecida a como vimos en la Sierra de los Filabres. La capa de calizas que

(1) No puede dejar de citarse el primitivo estudio de PELLICO Y MAESTRE (1840) (53) sobre la zona, trabajo bastante anticuado ya, pero serio y concienzudo.

arman en las pizarras del estrato cristalino, ofrece grandes zonas en donde el carbonato de cal ha sido sustituido por el carbonato ferroso, oxidándose la parte superior como observamos allí. El problema estriba en reconocer los puntos donde aflora esta oxidación, fácilmente visible y delimitar su extensión. Solamente en lugares donde alcance gran superficie, sin profundizar demasiado, será económica la explotación y así es muy interesante el antiguo yacimiento de Lucainena que en su época llevaba el mineral por un tren de vía estrecha a la cala de Agua Amarga, hoy todo desgraciadamente desmontado o destruido. También otra zona que tuvo importancia fue Turrillas que dio vida a toda la comarca.

En la actualidad, salvo alguna pequeña concesión muy localizada, ha quedado paralizada totalmente la explotación de esta zona de la provincia.

e) — OTROS APROVECHAMIENTOS MINERALES

No es preciso seguir desmenuzando uno por uno todos los lugares de la provincia, montañosos o no, donde aparece algún mineral aprovechable en mayor o menor escala. En este repaso de los núcleos orográficos más importantes, han quedado sin citar los yacimientos de hierro de Sierra Nevada (1) —Fiñana, Abru-cena, Beires, Canjáyar—, los de Almagro en Cuevas y algún otro aislado como Lubrín, principalmente por dos razones: porque su relativa importancia no altera las conclusiones finales que se desprenderán del estudio hecho sobre todos los demás núcleos orográficos y porque su génesis y formación es idéntica a la de los demás aprovechamientos de hierro que hemos encontrado, ésto es, metasomatismo de calizas sean arcaicas (cipolinos) o triásicas y oxidación posterior de la montera. Las razones que demos para los primeros, valdrán por tanto igualmente para estos otros aislados yacimientos.

En cuanto a los otros mil aprovechamientos dispersos de otras tantas especies minerales como existen registradas en Almería y que en alguna ocasión se han beneficiado, abandonándose o no posteriormente su explotación —mercurio, talco, granates, bismuto, giobertita, azufre, arcillas, cobre, calafatita, amianto, lignito, petróleo, bauxita, platino, esteatita, opalos y calcedonia, piritas, molibdeno, sal común, etc., etc.— es totalmente inútil hacer el estudio exhaustivo de sus condiciones genéticas, porque están, más o menos evidentemente expresadas, en las consideraciones que se han venido haciendo al estudiar particularmente cada uno de los pliegues orogénicos de la provincia. Porque precisamente la extraordinaria abundancia de especies minerales de Almería, es en cierto modo la causa de la escasa concentración explotable que muchas de ellas ofrecen.

(1) Bien estudiados por GUARDIOLA Y SIERRA (1925/1928) (54).

Entiéndase bien esto último. Almería está constituida fundamentalmente por materiales antiguos muy metamorfizados que han sido sometidos a presiones internas, sacudidos por fenómenos volcánicos, horadados por inyecciones de rocas hipogénicas que luego han quedado en superficie, bañados una y otra vez por manantiales hidrotermales de gran poder mineralizador y todas estas acciones han ido sucesivamente metalizando los primitivos materiales o enriqueciendo la metalización ya existente en ellos. En ninguna de las montañas ni en ninguno de los principales aprovechamientos estudiados, hemos encontrado yacimientos SINGENETICOS, ésto es, formados al mismo tiempo que la roca encajante; ni producidos por segregación magmática o por metamorfismo —con haber sido éste tan abundante— ni de origen sedimentario, por la escasa importancia que los sedimentos tuvieron en la historia geológica de Almería. Queda pues descartado todo un enorme grupo de yacimientos, precisamente los que mayores posibilidades de concentración ofrecen. Son pues todos EPIGENETICOS, formados con posterioridad a la roca que los contiene, bien rellenando fisuras y formando así filones u ocupando bolsadas y grietas en rocas calizas, o actuando por impregnación, o por contacto al paso de rocas ígneas seguidas por la acción de aguas mineralizadoras, o en fin, como en la inmensa mayoría de los casos, por metasomatismo o sustitución molécula a molécula de una ganga por la mena buscada por el hombre.

Todas estas acciones epigenéticas tienen un denominador común, que nos da la clave de Almería: el pequeño volumen que supone la transformación efectuada en relación con la masa de materiales sobre los que actúa, la dispersión de elementos aprovechables —mena— en el gran conjunto de lo no aprovechable —ganga—, la escasa concentración, en una palabra, del mineral que el hombre trata de explotar.

CONCLUSIONES

¿Es ésto decir que la época minera de Almería ha pasado definitivamente y que no cabe hacer nada ante el panorama actual? En absoluto. En casi todos los núcleos estudiados hemos podido ver que sólo se ha desflorado apenas la corteza de las montañas. Que en la mayoría de los casos las explotaciones se han abandonado en cuanto han surgido las primeras dificultades, nacidas casi siempre de la falta de técnica y que si bien no es posible volver a los tiempos en que el mineral se extraía fácilmente nada más que con remover un poco el terreno, queda todavía muchísimo que hacer y muchísimo que explotar para poder decir con plena responsabilidad si Almería ha de volver de nuevo al concierto minero español y mundial con las características de antaño.

Porque también hemos de señalar que no se pueden lanzar cifras de cubicciones probables basadas en datos antiguos, con el corazón abierto a la nostalgia del pasado esplendor y volviendo una y otra vez a las explotaciones muy agotadas y a las escombreras. Esto, si acaso, es sólo una parte, la más pequeña de la gran tarea que hay que emprender; es una solución miope y acobardada que no es posible sustentar en un régimen optimista y lanzado a la esperanza del futuro como es el nuestro.

Es preciso una prospección total y completa de nuestras tradicionales zonas mineras con un criterio renovador y tratando de hallar nuevas demarcaciones. Y si la incuria y el egoísmo particulares renuncian a tomar sobre sí la tarea de recuperar la minería almeriense, hoy casi perdida, el Estado debe hacerse cargo de la situación y abarcar con una gran explotación toda una cuenca minera. Los ensayos en gran escala ya realizados en Rodalquilar y la recentísima Ley de Reserva de la Sierra de Gádor, abren enormes posibilidades para la revalorización de antiguas riquezas almerienses. Pero recordando siempre la peculiar geología almeriense que hemos tratado de bosquejar en este trabajo, que no permitirá encontrar en nuestro suelo más de lo que en él realmente hay.

BIBLIOGRAFIA

PARTE GENERAL

- | | |
|-----------------------|--|
| (1) EZQUERRA DEL BAYO | <i>Descripción de la Sierra Almagrera y su riqueza actual.</i>
Anales de Minas, II, Madrid, 1840. |
| (2) AMAR DE LA TORRE | <i>Apuntes geognósticos y mineros relativos a una parte de las provincias de Granada y ALMERIA.</i>
Boletín Oficial de Minas, Madrid, 1845. |
| (3) PAULA, F. de | <i>Estudio geológico de la Sierra de los Filabres.</i>
Bibliot. Inst. Geológico, Madrid, 1845. |
| (4) MAESTRE, A. | <i>Ojeada geognóstica sobre el litoral mediterráneo.</i>
Anales de Minas, IV, Madrid, 1846. |
| (5) MONTELLS | <i>Estudio geológico de la Sierra de Filabres. 1847.</i> |
| (6) PELJICO, R. | <i>Memoria geológica sobre el distrito minero de Sierra Almagrera y Murcia.</i>
Revista de Minas, III, Madrid, 1852. |

- (7) MADRID DAVILA, F. *Datos físico-geológicos de la Isla de Alborán.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, III, Madrid, 1876.
- (8) GONZALO TARIN, J. *Edad geológica de las calizas metalíferas de la Sierra de Gádor.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, IX, Madrid, 1882.
- (9) CALDERON Y ARANA *Observaciones sobre las rocas volcánicas del Cabo de Gata.*
Actas Real Soc. Esp. Hist. Nat. IX, Madrid, 1880.
- (10) CALDERON Y ARANA *Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del Cabo de Gata e isla de Alborán.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, IX, Madrid, 1882.
- (11) MALLADA, L. *Explicación del mapa geológico de España.*
Memorias Inst. Geol. España, I a VII, Madrid, 1895/911.
- (12) MALLADA, L. *Datos geológicos de varios criaderos de hierro de España.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, XXVI, Madrid, 1902.
- (13) CORTAZAR, D. *Reseña física y geológica de la región Norte de la provincia de Almería.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, II, Madrid, 1875.
- (14) MARTIN DONAYRE, E. *Reseña física y geológica de la región S.E. de la provincia de Almería.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, IV, Madrid, 1877.
- (15) MONREAL, L. *Apuntes físico-geológicos referentes a la zona central de la provincia de Almería.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, V, Madrid, 1878.
- (16) BOTELLA, F. de *Reseña física y geológica de la región S.O. de la provincia de Almería.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, IX, Madrid, 1882.
- (17) LAMBERT *Oh the Sierra Almagrera and Sierra de Gádor.*
Proced. III, 1840.
- (18) PAILLETE, A. *Appendice au memoire sur les jasciments, l'exploitation et le traitement des mines de plom dans les environs d'Almeria et d'Adra.*
Annales des Mines, II (4^a serie) y XIX, Paris, 1841 y 1842.
- (19) BREITHAUPT, A *Beschreibung der 3 Th neuen Gan-mineralien des Barranco Jaroso in der Sierra Almagrera.*
Berg und Hutte Mn Zeitung, II, Jahrg, 1852 (Versión castellana en Rev. Min. III, Madrid, 1852).

- (20) DE VERNEUIL ed.
y COLLOMB. *Sur la Geologie du S.E. de l'Espagne.*
Bull. Soc. Geol. France, XIII (2^a serie) Paris, 1851.
- (21) ANSTED, T. *On the geology of the southern part of Andalousia, Activeen Gibraltar and ALMERIA.*
Quarter Jornal, XIV, London, 1858.
- (22) CLOIZEAUX *Nouvelles recherches sur les propietes optiques des cristaux (sobre rocas de Cabo de Gata y Carboneras).*
Paris, 1858.
- (23) KLEMM, J. G. *Der Bergbau in der Sierra Almagrera in Spanien.*
Berg und Hutte Mn Zeitung n^o 50, 1867.
- (24) OSSAN, A. *Über den Cordierit führenden Andesit vom Hoyazo (Cabo de Gata).*
Zeitschrif. Deutschen. Geol. Ges. XL, 1888.
- (25) OSSAN, A. *Über den geologischen Bau der Cabo de Gata.*
Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges. XLIII, 1891.
- (26) NICKLÉS, R. *Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, ALMERIA, Granada y Alicante.*
Bol. Inst. Geol. España, XXIII, Madrid, 1896.
- (27) SCHRODT *Fauna pliocena de Almería.*
Bol. Com. Mapa Geol. España, XXIII, Madrid, 1896.
- (28) FIRCKS, F. *Über einige Erzlagerstätten in der Provinz Almeria in Spanien.*
Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1906.
- (29) SIERRA, A. *Reseña geológica de la Sierra de los Filabres.*
Boletían Inst. Geol. España, XXXVI, Madrid, 1915.
- (30) VARGAS, E. *Estudio sobre los criaderos de azufre de la Sierra de Gádor.*
Bol. Of. Minas y Met. III n^o 28, Madrid, 1919.
- (31) BATALLER, J. R. *Una excursión geológica por Murcia y ALMERIA.*
Ibérica, XXXI, Barcelona, 1929.
- (32) COLOM, G. *Las margas rojas con rosalinas del senoniense de Vélez-Blanco.*
Bull. Inst. Cat. Hist. Nat. XXXI, Barcelona, 1931.
- (33) HETZEL, W. H. *Bijdrage tot de geologia de Sierra Alhamilla.*
N.V. Handelsdrukkerij s'Gravenhagen, Delf. 1923

- (34) ZEIJLMANS VAN EMMICHOVEN *Geologisch onderzoekingen in de Sierra de los Filabres.*
Waltmann, Delft, 1925.
- (35) FALLOT, P. y BATALLER, R. *Observaciones geológicas sobre la región de Vélez-Rubio (en francés).*
Comp. Rend. Acad. Sc. CLXXXVII, París, 1928.
- (36) PAVLOVITCH, M. *Sur un nouveau gisement de Domerien de la zone sub-betique et sur la presence du Pliensbachien dans la zone de Velez-Rubio.*
Bull. Soc. Geol. France, 4^a serie, XXIX, París, 1929.
- (37) SERMET, J. *La cote méditerranéenne d'Andalousie entre Malaga et ALMERIA (Estudio morfológico).*
Comp. Rend. Congr. Geog. Varsovia, II, sección 2^a, Varsovia, 1934.

PARTE ESPECIAL

- (38) VILANOVA Y PIERA *Observaciones geológicas y paleontológicas durante un viaje a Argelia y a ALMERIA.*
Actas Real. Soc. Esp. Hist. Nat. X, Madrid, 1881.
- (39) BRUN, A. *Volcanes del Cabo de Gata.*
Rev. Geograf. Colonial y Mercantil, Madrid, 1915.
- (40) PEREZ SUÑIGA *Cuarzo aurífero de la mina «Maria Josefa» en Rodalquilar (Almería).*
Bo. Real Soc. Esp. Hist. Nat. XVI, Madrid, 1916.
- (41) MARIN A, y MILAN DEL BOSCH, J. *Yacimiento aurífero de Rodalquilar.*
Bol. Ints. Geol. España, XXXIX, Madrid, 1918.
- (42) HERNANZ, L. *Estudio de los criaderos metalíferos de la zona de Rodalquilar (Almería).*
Bol. Of. Minas y Met. III n^º 29, Madrid, 1919.
- (43) RUBIO, E. *Sobre la existencia de platino nativo en ciertos filones de cuarzo aurífero de Cabo de Gata.*
Revista Minera LXXV, Madrid, 1924.

- (44) MONASTERIO, J. *Sobre el estado de las minas que se explotan en el filón Jaroso en Sierra Almugrera al final del año 1848.*
Revista de Minas, I, Madrid, 1850.
- (45) ALDANA, L. de *Estado de la cuestión del desagüe del Jaroso.*
Revista de Minas, V, Madrid, 1855.
- (46) RUIZ LEON, J. *Sobre la minería en la Sierra de Gádor.*
Revista de Minas, I, Madrid, 1850.
- (47) KRAMER, H. T. *Sobre análisis químicos de calizas de la Sierra de Gádor.*
Berg und Hutte Mn Zeitung, 1850.
- (48) ESCOSURA, L. de *Composición de las calizas dolomíticas de la Sierra de Gádor.*
Revista de Minas, I, Madrid, 1850.
- (49) GONZALO TARIN, J. *Hallazgo de fósiles triásicos marinos en la sierra de Gádor.*
Actas Soc. Esp. Hist. Nat. XI, Madrid, 1882.
- (50) PRADO, C. de *Criaderos de cinabrio en Bayarque y Tijola.*
Revista de Minas, I, Madrid, 1850.
- (51) JIMENEZ DE CISNEROS, D. *Excursiones al terreno arcaico de Macael y Somontín (Almería).*
Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. VI, Madrid, 1906.
- (52) FABREGA, P. *Estudio de los criaderos de hierro de Almería.*
Revista de Minas, LVIII, Madrid, 1907.
- (53) PELLICO Y MAESTRE *Memoria sobre la geología de la parte oriental de la provincia de Almería.*
Anales de Minas, II, Madrid, 1840.
- (54) GUARDIOLA Y SIERRA *Criaderos de hierro de España (Tomo V, hierros de ALMERIA y Granada).*
Mem. Inst. Geol. España, Madrid, 1925/1928.
-