

I/16-2-1

10 NOV. 1956

AÑO 1956

NUM. 43

# NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

## INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

### Sumario



Dos especies fósiles nuevas en las provincias de Valencia y Alicante, por E. DUPUY DE LÔME y J. DE LA REVILLA.—Pág. 3.

Notas glaciológicas, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.—Página 11.

Manganesos y hierros de la provincia de Badajoz, por MANUEL PASTOR MENDIVIL y JORGE DOETSCH.—Pág. 31.

Investigación de niobio y tántalo en la segunda zona reservada de la provincia de La Coruña, por ANTONIO COMBA SIGÜENZA y JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA.—Pág. 135.

Noticias.—Pág. 163.

Notas informativas.—Pág. 171.

Notas bibliográficas: Criaderos, pág. 183. — Prospección radiactiva, pág. 183.

Instituto Geológico y Minero de España.—Pág. 185.

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO**

DE

ESPAÑA

---

NÚMERO 43

---

MADRID  
C. BERMEJO, IMPRESOR  
GARCIA MORATO, 122. TELEF. 83-06-19

1956

El Instituto Geológico y Minero de España  
hace presente que las opiniones y hechos  
consignados en sus publicaciones son de la  
exclusiva responsabilidad de los autores  
de los trabajos.

---

---

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

---

---

Dos especies fósiles nuevas en las provincias  
de Valencia y Alicante

POR

E. DUPUY DE LOME y J. DE LA REVILLA

E. DUPUY DE LÓME y J. DE LA REVILLA

## DOS ESPECIES FOSILES NUEVAS EN LAS PROVINCIAS DE VALENCIA Y ALICANTE

En los trabajos que últimamente estamos realizando en las provincias de Valencia y Alicante, para el estudio del Mapa Geológico de España a escala 1: 50.000, hemos tenido ocasión de recoger abundantes fósiles, y entre ellos nos ha parecido oportuno llamar la atención sobre dos ejemplares que por sus especiales características deben considerarse como especies no descritas hasta ahora. El primero de ellos ha sido encontrado en el estudio de la Hoja de Castalla, número 846 del Mapa Geológico.

Ha sido hallado al Este del pueblo de Tibi, en las inmediaciones de la carretera que de este pueblo conduce a Jijona, e inmediatamente al Sur del macizo eoceno de Peñarroya.

La formación en que fué hallado el ejemplar consiste en una serie tableada de margas arcillosas y margas calcáreas de tonos grises claros y blanquecinos. La serie se orienta N.-40°-E. y dibuja un agudo anticlinal, cuya rama occidental se sumerge, ligeramente discordante, debajo de las calizas eocenas de Peñarroya.

Hemos encontrado en las mismas capas ejemplares de equínidos, en general mal conservados, y entre ellos hemos podido clasificar:

*Equinochorys vulgaris* d'Orb. y  
*Equinochorys subrotundus*, d'Orb.

La formación corresponde, por lo tanto, al Cretáceo Superior, concretamente, Senonense. El ejemplar encontrado es un tallo de Crinoide, del género *Balanocrinus*, y proponemos para el mismo la denominación de *Balanocrinus Tibiensis*.

Damos a continuación una breve descripción de esta nueva especie:

Dimensiones:

Díámetro del tallo ... .. 10 mm.  
Altura de las articulaciones ... .. 3 "

El tallo es cilíndrico, liso, con articulaciones iguales entre sí, de una altura aproximada a la tercera parte del diámetro, unidas por pequeñas denticulaciones apenas visibles.

La superficie articular está bordeada por una serie de pequeños y profundos surcos y está dividida en cinco sectores lisos por otros tantos tabiques estrechos, elevados, de forma petaloide y con un surco central.

Tiene semejanza con el *Bal. Guillerioni*, Lorient, pero se diferencia de él en que los tabiques de las superficies articulares tienen en aquél unas pequeñas fosetas y el que nos ocupa tiene, en cambio, un surco longitudinal, y el número de surcos del borde entre dos tabiques en el primero es de 5 y 11 en el nuestro.

Localidad: Tibi.

Nivel estratigráfico: Senonense.

El segundo fósil a que nos referimos en esta nota es un ejemplar de *Glyphea*, encontrado en el estudio de la Hoja de Cheste, número 721 del Mapa Geológico.

Ha sido hallado en las proximidades del pueblo de Buñol, en la gran cantera que explota la Compañía Valenciana de Cementos.

Se encuentra en esta zona una serie jurásica muy completa, gran parte de la cual aflora en las inmediaciones de la cantera.

Desgraciadamente, el ejemplar fué recogido antes de nuestra llegada, y nos fué amablemente cedido por el Jefe del Laboratorio de Química de la Compañía Valenciana de Cementos, sin que fuese posible precisar el nivel exacto de donde ha sido extraído. Por ello es imposible determinar, dentro del Jurásico, a qué nivel corresponde exactamente.

En el estudio del Jurásico de esta zona, hemos podido establecer la serie siguiente, cuya descripción más detallada podrá leerse en la Memoria de la Hoja de Cheste, actualmente en publicación:

*Portlandés y Titónico*.—Calizas cristalinas con *Perisphinctes Calisto* d'Orb y *Perisphinctes aff. scruposus*, Neum.

*Kimeridgense*.—Calizas tableadas con *Perisphinctes plebejus* Neum.

*Sequanense*.—Margas ocreas, arenosas, con *Laevaptichus latus* Park.

*Argoviense Oxfordiense*.—Calizas tableadas, blanquecinas y rosadas, con *Euaspidoceras perarmatum* Sow. *Hinnites spondiloideus* Roem. *Ochetoceras canaliculatum* Buch. *Perisphinctes plicatilis* Sow. *Macrocephalites elephantinus* Waag.

*Calloviense*.—Calizas tableadas grises con *Hibolites hastatus* Blainv.

*Bathoniense Bajociense*.—Probablemente margas y calizas margosas tableadas, grises y azuladas.

*Aaleniese*.—Calizas arenosas y areniscas con *Terebratula submaxillata*, Morris.

*Domeriese Charmutiense*.—Calizas margosas y margas grises; calizas arenosas, con *Isocrinus scalaris* Goldf.; *Griphaea* sp.; *Zeilleria punctata* Sow.

*Sinemuriense Hetangiense*.—Posiblemente calizas cristalinas ocráceas, sin fósiles.

*Retiense*.—Carñiolas.

Hemos propuesto, para la especie de *Glyphea* que nos ocupa, la denominación de *Glyphea Serratosae*, en atención a los señores Serratos, de la Compañía Valenciana de Cementos, que han tenido la gentileza de hacer donación del ejemplar encontrado al Museo del Instituto Geológico.

Describimos brevemente, a continuación, esta *Glyphea*.

El ejemplar es, en general, muy parecido a la *Glyph. Terquemi* Opp. y tiene el carapacho subcilíndrico, aproximadamente dos veces y media más largo que ancho, comprimido lateralmente, rebordeado, y con una débil carena dorsal. La división anterior se estrecha hacia adelante y tiene tres senos a cada lado de la carena y tres crestas continuas rectas, paralelas a ésta y lisas. Toda la superficie del carapacho está cubierta de una fina y uniforme granulación.

El abdomen, incompleto, parece tener siete segmentos.

Se diferencia de la *Glyph. Terquemi* en que en ésta las crestas de la división anterior están formadas por tubérculos separados y en la nuestra son lisas, continuas, y en número de tres a cada lado de la región dorsal.

El segundo surco transversal parte, en la que nos ocupa, del centro del borde posterior del carapacho y se dirige hacia delante en forma de V, mientras que en la *Terquemi* afecta la forma de una Y.

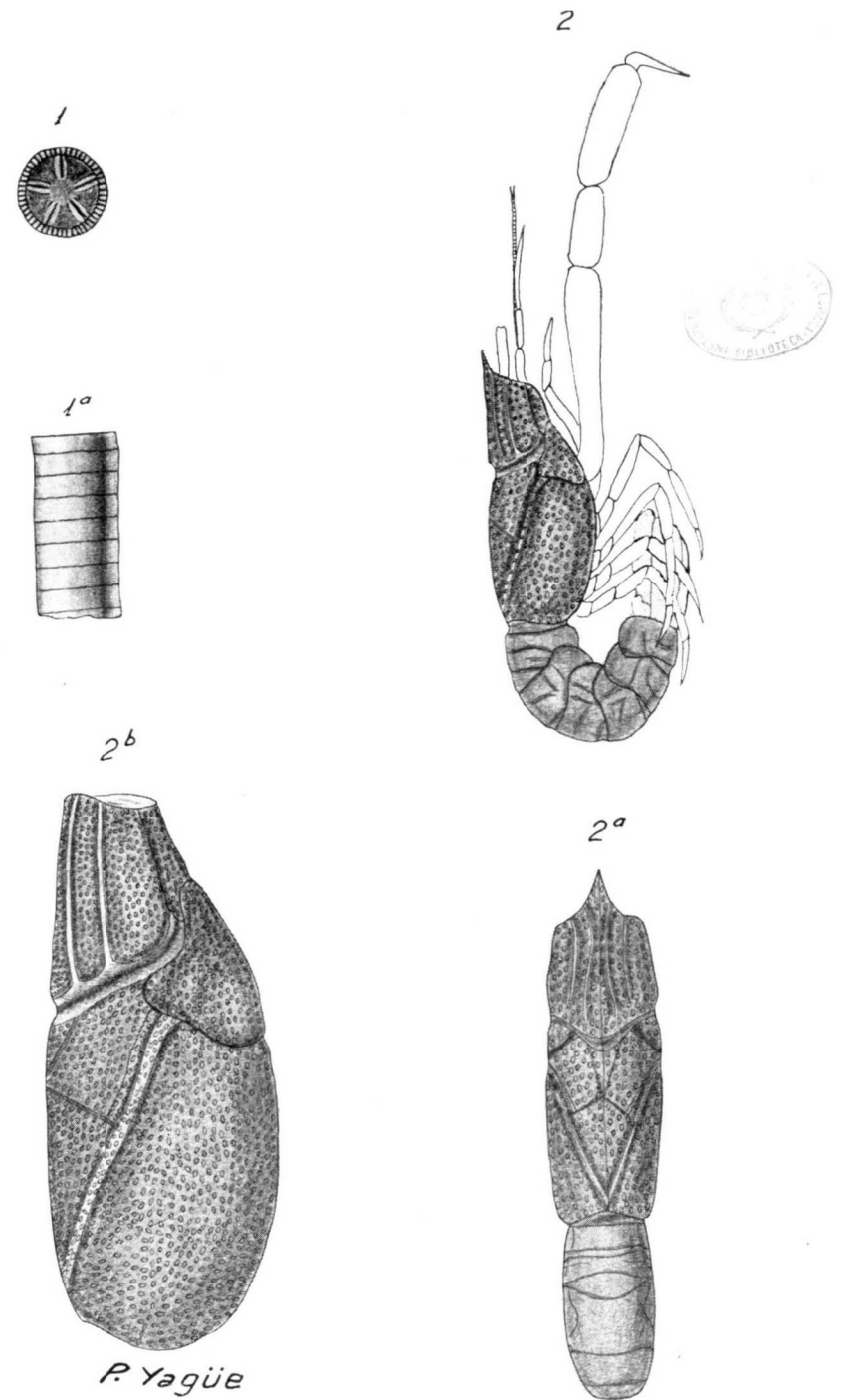


Fig. 1, 1<sup>a</sup>. *Balanocrinus Tibiensis*.—Fig. 2. *Glyphea Serratosae*. Ligeramente aumentada.—Fig. 2<sup>a</sup>. El mismo ejemplar.  $\times 4/3$ .—Fig. 2<sup>b</sup>. El mismo ejemplar.  $\times 2'5$ .

Los gránulos en la *Terquemi* son gruesos y separados en la segunda división, y en la tercera, mucho más menudos y muy próximos; en la que describimos, la granulación es fina, continua, y uniformemente repartida.

Localidad: Buñol (Cantera de Rabosera).

Nivel estratigráfico: Jurásico indeterminado.

Notas glaciológicas

POR

ANTONIO DUE ROJO, S. I.



ANTONIO DUE ROJO, S. I.

## NOTAS · GLACIOLOGICAS

A juzgar por los numerosos trabajos recientemente publicados sobre la materia, parece que el glaciario, como tema de investigación, se está adelantando hasta acercarse mucho al primer plano de la actualidad: su relación con la astronomía, climatología, geología y biología no despertaba especial interés práctico a principios del presente siglo; hoy, por el contrario, constituye un problema serio que se estudia en el terreno de la estrategia, del comercio y en general de la economía mundial. Las consecuencias de una futura era interglacial se solían considerar hasta hace poco como algo nebulosamente remoto, de que no había que preocuparse en muchas generaciones: hoy las apreciaciones son menos optimistas.

Las proporciones absolutas del agua, vapor y hielo terrestres están en un equilibrio muy delicado y forman una peligrosa reacción en cadena donde causas relativamente pequeñas pueden dar lugar a efectos de importancia, tales como la alteración de los climas, el aprovisionamiento de agua potable y el deshielo polar; el primero es evidentemente trascendental para la agricultura, entre otras actividades humanas; la provisión de agua dulce, partida esencial en el presupuesto económico, depende en gran parte

de los glaciares: ya directamente, cuando se nutre de su deshielo, ya indirectamente, en cuanto que las precipitaciones están regidas por las alteraciones dichas; y en cuanto a la desaparición de los casquetes polares, bien sabido es que llevarían consigo un incremento del nivel del mar de catastróficas consecuencias para el mundo civilizado. No se trata de pensar ya en los planos de un dique al modo holandés que proteja a la península de Manhattan; pero sí es cierto que un eminente climatólogo, el Dr. C. E. P. Brooks, afirma que bastaría un grado centígrado más de temperatura media en el globo terrestre durante cien años para la fusión del casquete ártico (15) y, por otra parte, la tendencia climatológica actual no está muy lejos de favorecer el cumplimiento de esa condición (3), entre otras razones porque recientes estudios y observaciones, más eficaces que antes, gracias a los nuevos recursos de la técnica, han corregido apreciaciones falsas anteriores; por ejemplo, *se creía* que el espesor del campo de hielo sobre el polo Norte era de unos 30 metros; hoy *se sabe* que no es más que de 1,2-2,0, en general, y en algunos parajes, de 2-5.

*Datos glaciológicos.*—Los glaciares cubren hoy casi la décima parte de la tierra firme; el 86 por 100 de ella corresponde a la Antártida; otro 10 por 100, a Groenlandia, y el 4 por 100 restante está repartido por diversas regiones, donde, a pesar de su exigua magnitud, ejerce un poderoso influjo en los factores arriba citados de la economía mundial. El máximo avance de las glaciaciones cuaternarias llegó a cubrir el 32 por 100 de los continentes; en el hemisferio Norte, partiendo de Alaska, el límite del campo de hielo describía una curva que se adentraba en los actuales Estados Unidos hasta latitudes bastante bajas, subía de

nuevo para costear el Atlántico y desde Groenlandia volvía a bajar hasta invadir la mayor parte de Europa y ascender luego más allá de los Urales a enlazar con el casquete polar ártico (8). El nivel oceánico parece haber descendido entonces unos 100 metros respecto del actual y la temperatura de sus aguas, de cuatro a ocho grados centígrados.

En cambio, hace unos cinco mil años el clima en casi toda la Tierra fué mucho más seco y cálido que en la actualidad, con temperatura media de uno o dos grados centígrados superior y un nivel marino un par de metros más alto; la región de las nieves perpetuas en los Alpes estaba unos 300 metros más alta y es probable que los hielos árticos se fundiesen todos los veranos, al paso que las zonas templadas, hoy suficientemente abastecidas de agua, debieron de estar secas. Hacia el año 1000 antes de J. C. tuvo lugar un cambio drástico, con descenso general de la temperatura y más frecuentes borrascas; quinientos años más tarde avanzaron de nuevo los glaciares para iniciar, durante el primer milenio de nuestra Era, otra recesión parcial, seguida de otro avance, cuyo máximo en los Alpes, Escandinavia e Islandia ocurrió durante los siglos XVII-XIX; desde la segunda mitad del XIX hasta el presente la tendencia es hacia la recesión y el nivel del mar parece ascender a razón de 70 cm. por siglo, apreciación muy imperfecta por el corto tiempo que abraza; asimismo, los climas se dulcifican, pero con oscilaciones irregulares, manifestadas en el proceso mismo glacial, comprobado por medidas fotogramétricas en los glaciares del NW. del continente norteamericano; en cuanto al límite de las nieves perpetuas, que en las regiones polares está al nivel del mar, en las Montañas Rocosas y el Wyoming

se encuentra más arriba de los 3.000 m. y en los Andes ecuatorianos a 5.500 (13).

El estudio sistemático de los glaciares empezó hace poco más de un siglo; pero a partir de los trabajos de Hans Wilson Ahlman, de la Universidad de Estocolmo (1919), realizados con nuevas técnicas, pronto generalizadas y perfeccionadas, dió comienzo una nueva era glaciológica; durante los últimos diez años, la expedición francesa de Paul Victor determinó el volumen de la capa de hielo que cubre a Groenlandia y estudió su régimen en un amplio sector, y en cuanto a las incógnitas que se ocultan bajo los hielos antárticos hay buenas esperanzas de que lleguen a despejarse, al menos en gran parte, durante el próximo año geofísico internacional (6). El programa que a este respecto han presentado los Estados Unidos comprende la investigación del régimen de acrecimiento, de las causas por qué unos glaciares crecen y otros menguan, sus movimientos y cambios de masa, efectos actuales de estas variaciones, microclima de algunos determinados, flujo de calor por pérdida y ganancia, proceso de ablación y estudio geográfico-estadístico de la extensión, espesor y dureza de los hielos, etc. (18); en una palabra, por ser los glaciares *testigos del clima*, se espera que su observación revele las condiciones climatológicas propicias para su avance y retroceso, de donde se deducirá más fácilmente la causa de las glaciaciones, incluida la actual. Hay que reconocer que aún se sabe poco acerca de sus relaciones con la Meteorología, y ello puede ser de importancia en un futuro ya próximo.

Los Estados Unidos piensan dedicar especial atención y estudio a los glaciares de Alaska, Groenlandia y Antártida, elección sin duda acertada, por hallarse en estos terri-

torios los principales de las tres especies que de ellos distingue la Geología; aunque en los Alpes hay dos mil de los llamados *de valle*, que también se encuentran a grandes alturas en los Pirineos, Cárpatos, Noruega (éstos son los más elevados de Europa) y en los Andes, Himalaya, etcétera, sin embargo, el de mayor longitud es la rama occidental del de Hubbard, en Alaska, de 130 kilómetros, como también está allí el de mayor extensión superficial de los denominados *de pie de monte*, el de Malaspina, que cubre 3.890 kilómetros cuadrados, y el de Bering, de superficie semejante; entre los *de campo de hielo*, indiscutiblemente la Antártida y Groenlandia son los primeros del mundo.

Muy brevemente mencionaremos algunos pormenores de la técnica glaciológica, cuales son las novísimas sondas electrotérmicas para perforaciones de 60-80 cm. de diámetro, con velocidad media de 20-25 m./h.; en ellas la resistencia terminal giratoria va fundiendo rápidamente el hielo y el agua caliente producida va agrandando el agujero abierto; la prueba más profunda que se ha hecho llegó hasta los 195 m., en que se encontró el suelo de roca; un dispositivo automático de contactos eléctricos detiene su funcionamiento siempre que se interpone una piedra en su camino (14); los métodos sísmicos y gravimétricos son los más eficaces y rápidos; se usaron con excelentes resultados en Groenlandia, y recientemente en el glaciar de Malaspina, donde Allen y Smith hallaron espesores de 300-600 m., con base en el centro del perfil, situada a 210 metros bajo el nivel del mar (1); el estudio de los troncos y sus anillos ha servido con frecuencia para la reconstrucción cronológica de la marcha de los glaciares, unas veces calculando por el crecimiento de los árboles la época en que

el hielo cesó de cubrir el terreno (10) y otras el tiempo transcurrido desde que la avalancha deformó el tronco torciéndolo, pero sin derribarlo (12) y otras investigaciones semejantes (11); así, entre otras muchas determinaciones de fechas, se ha comprobado que el de Cascade Mountain tuvo su máxima expansión a mediados del siglo XVIII, y desde entonces hasta 1880 ha ido retirándose, por más que al aumento progresivo de calor en los últimos cien años se han superpuesto algunos subperíodos fríos que han frenado un tanto su recesión.

*Causas de las glaciaciones.*—No menos de 29 teorías diferentes se han propuesto para explicarlas; la mayoría apenas han sobrevivido a las primeras impugnaciones suscitadas contra ellas desde sus principios; otras resistieron algo más y hasta estuvieron algún tiempo en boga, para morir igualmente desacreditadas ante nuevos datos experimentales incontrovertibles, y pocas son las que subsisten, sin que a ninguna le falten serias dificultades. Recientemente, el Director del Departamento de Geología de la Universidad de Utah, William Lee Stokes, ha publicado un extenso trabajo, que vamos a resumir, donde estudia el problema desde un acertado punto de vista y propone una solución, si no definitiva, bastante aceptable, por hacerse en ella cargo de muchas dificultades opuestas a las demás (15).

Para explicar satisfactoriamente el origen del glaciario se ha de dar razón de tres cosas: el hecho inicial que lo ha provocado, el mecanismo de su repetición en ciclos variables y el hecho final que le puso fin; así, por ejemplo, la orogénesis (de la que juntamente con otras hipótesis se hizo una reseña en estas páginas) (4), satisface bien al primer requisito, y su consecuencia natural, la erosión

ulterior, explica igualmente el tercero; pero no da razón del segundo. Es frecuente buscar la explicación de las glaciaciones en acontecimientos de tipo catastrófico, de suyo inobservables e impredecibles, y por lo mismo difíciles de admitir (inundaciones del mar debidas a copiosas efusiones de lava submarina, irradiación térmica anormal de una Luna caliente, paso de la Tierra por una nube de polvo cósmico...), o bien otras menos espectaculares, aunque sin pruebas suficientes (variaciones bruscas en la emisión de energía solar o del mismo calor interno terrestre, alteración del ángulo de inclinación del eje de la Tierra, cambios radicales en la distribución de los continentes y cuencas oceánicas...) Mucho más razonable, a juicio de este autor, es buscar y hallar esa explicación en factores de curso natural, relacionados aun hoy con el glaciario contemporáneo, que se pueden medir y calcular; con la doble ventaja de que la base del estudio es así más sólida y de que es verosímil la analogía entre sus efectos actuales y los pasados, con tal que se explique bien la razón de por qué entonces influyeron en tan gran escala: recuérdese que este es el punto de vista antes citado al reseñar el programa glaciológico de los Estados Unidos para el año geofísico próximo.

Otra condición indispensable en una teoría buena ha de ser su aplicación *simultánea* a todo el globo terrestre, ya que las glaciaciones alternas en el Norte y en el Sur, aceptadas antes por algunos autores, hoy son insostenibles, en virtud de las observaciones más exactas en las regiones septentrionales y meridionales del Atlántico. Tiene, además, que justificar el hecho paradójico, pero real, de todo glaciario: la coexistencia del frío capaz de helar grandes masas de agua y del calor necesario para favorecer una

evaporación copiosa, sin la cual no se concibe la enorme precipitación en forma de nieve, característica de las glaciaciones; es decir, que el glaciario, más bien que un frío general, implica un contraste muy violento de climas diferentes; téngase presente que los glaciares más importantes de Alaska se hallan hoy en su parte occidental, donde la temperatura es relativamente moderada, y no en las montañas del Norte, donde escasea la precipitación.

Más que la cuantía absoluta de ambos factores, frío y nieve, es esencial para la formación de los glaciares su proporción relativa; la acumulación de hielo tendrá lugar lo mismo cuando sea constante la cantidad de nieve caída y menor su fusión potencial, que a fusión constante y precipitación mayor; asimismo bastará un incremento gradual de ambos elementos, con tal que sea, respectivamente, un poco más acelerado o retardado por parte de uno de ellos; como tampoco importa que el proceso se inicie en pequeña escala, con tal que la tendencia sea unidireccional y perseverante.

*Teoría de Stokes.*—Partiendo de estos fundamentos completamente lógicos desarrolla Stokes su hipótesis, analizando el influjo de la temperatura, la precipitación y un tercer factor regulador, que es la masa de agua oceánica. En la situación presente de recesión indudable, consta haber disminuído las precipitaciones y aumentado la temperatura; a juzgar por los datos de tiempos históricos, parece que la primera causa es la principal y que podría con ella sola a su favor prosperar el glaciario, aunque el calor ambiente se mantuviera constante y así pudo haber sucedido también antes. Ahora bien, una precipitación copiosa es incompatible a largo plazo con un frío intenso, puesto que éste impide la evaporación; si en cualquier hipótesis

glaciológica se admite un predominio *simultáneo* de ambos elementos, el uno nunca podría haber sido causa del otro y se impone excogitar una causa externa para los dos; pero si son dos fases *sucesivas* de un mismo proceso, entonces sí puede haber causalidad mutua, a saber: incremento de precipitación en forma de nieve, de la que se forma el hielo, y dispersión del frío así originado, mediante la circulación del aire y del agua, cadena inevitable y relacionada termodinámicamente por el tercer elemento regulador, el océano. Clave de esta regulación son el calor específico del agua, así como también el latente de fusión y evaporación; como consecuencia de estas propiedades, las grandes masas de agua tienden a la estabilidad térmica y sus cambios de temperatura son muy lentos; por los medios normales, ese enorme volumen exige milenios para calentarse o enfriarse, y semejante retraso reaccional le permite seguir caliente cuando las causas de enfriamiento están en curso y viceversa: así puede darse razón de todo el proceso de glaciaciones, de su ritmo y de su desarrollo cronológico. A continuación reproducimos un esquema breve y claro de las cuatro fases de cada glaciación, que se suceden hasta completar el ciclo y volver nuevamente a repetirse:

Fases de glaciación	Temperatura oceánica gral.	Evaporación y precipitación	Temperatura fluvial	Hielo continental	Hielo polar oceánico
I Recesión	Mínima	Escasas	Subiendo	Comenzando a fundirse	Disgregándose
II Interglacial	Fría, empezando a subir	Aumentando	Máxima	Nulo	Nulo
III Avance	Máxima	Abundantes	Bajando	Comenzando a formarse	Agua enfriándose, sin hielo
IV Máximo de glaciación	Caliente, empezando a bajar	Decreciendo	Mínima	Máximo	Máximo

Comienza la reconstrucción del ciclo por el estado *actual* (en sentido muy amplio), según la norma arriba indicada; no es difícil la comprobación: las investigaciones paleotermológicas confirman ser ahora los océanos mucho más fríos que en el Cretácico y gran parte de la era Terciaria, y probablemente más que durante el mismo avance de las glaciaciones; la escasez relativa de precipitación se demuestra, no sólo por la recesión de glaciares, sino por el menor volumen de agua fluvial y la ausencia de lagos en regiones de drenaje interno donde los hubo hace pocos milenios, así como por la distribución de la vida vegetal y animal; el ritmo proporcionalmente acelerado de disminución de hielos polares (17) pudiera ser una oscilación de menor cuantía dentro del proceso general, pero el peso de los argumentos actuales inclina hacia la posibilidad de su desaparición. Queda, es verdad, la incertidumbre de si el mínimo interglacial típico se alcanzó ya hace 6.500-4.500 años, durante el llamado «período óptimo climático», o, por el contrario, vengan en futuras centurias otros aún más calientes, pero no hay duda que estamos en fase decreciente.

Para explicar la interglacial propiamente dicha, recordemos lo dicho sobre el factor oceánico: sus aguas aún frías por la reciente fusión de los hielos no empiezan a calentarse sino más avanzado este segundo período, cuando todavía quedan glaciares y restos del casquete antártico; los ríos se acercan o están ya en su máximo de temperatura y con la desaparición final del hielo polar cesa el flujo submarino de agua fría hacia latitudes bajas; las zonas atmosféricas de actividad frontal se debilitan y se desplazan hacia los polos, con lo que los climas templados ascienden en latitud y se dilatan las zonas secas y calientes.

Así se pasa gradualmente a la tercera fase, en que avanza la glaciación; la preparación para que se forme de nuevo el hielo ha de requerir largo tiempo y la elevación paulatina de la temperatura oceánica exigirá, como mínimo, cien mil años hasta llegar al punto en que las precipitaciones sean tales que dejen un superávit en verano; constituida una capa permanente de nieve, el clima puede cambiar con cierta rapidez y acelerarse el proceso: el aire frío sobre un campo nevado influirá en su extensión a otras regiones vecinas, y al llegar el aire frío al océano caliente recogerá gran cantidad de vapor y acrecentará las precipitaciones; asimismo crecerá la fuerza del viento y se formarán zonas frontales de borrascas; la temperatura fluvial, entretanto, irá descendiendo.

La fase final de glaciación máxima se manifiesta ante todo en el Artico, rodeado de continentes, cuyos ríos le traen copiosas aportaciones de agua fría; pero la formación del hielo marino tiene que aguardar a que se enfríe prácticamente toda la masa oceánica: a medida que se enfría la superficie, desciende ese agua a nivel inferior hasta que alrededor de los 2,9° C. cesa de haber diferencia apreciable de densidades, y en ese momento crítico ya no hay convección y empezará a helarse la superficie. Este proceso global es forzosamente muy lento, pero cuando llega aquel instante crucial ya han alcanzado los hielos continentales la orilla del mar en un frente muy amplio y sus icebergs se suman ventajosamente a los factores citados.

Cuánto tiempo dure este estado de cosas depende de que no les falte a los glaciares la nieve de que se nutren ni a los casquetes polares las bajas temperaturas que los hielan; en último término, el enfriamiento oceánico lle-

gará a reducir la evaporación, con lo que la vida de los glaciares se hará imposible y empezarán a retroceder.

*Crítica.*—La mayor parte de las teorías sobre el glaciarrismo han fallado por uno de dos motivos: o por no ajustarse a la cronología de los hechos comprobados o porque los agentes que se hacían intervenir no eran de energía suficiente para su cometido. En la de Stokes hay factores calculables, unos con más probabilidad y otros con menos; comencemos por citar algunas cifras que sirvan de base a la discusión: la cantidad total de agua hoy existente, muy poco diferente de la que habría durante las glaciaciones, se distribuye de este modo en millones de kilómetros cúbicos: *Océanos* (evaluación bastante exacta) = 1.370; *Glaciares* (media aritmética de computaciones extremas) = 17,5; *Lagos y ríos* (aproximadamente) = 0,229; *Aguas subterráneas* (con escasa aproximación) = 86,6, y *Vapor atmosférico* (también con mediana aproximación) = 0,015. *Total*, 1.474,344, cerca de mil quinientos, equivalentes a un trillón y medio de toneladas, de las que poco más del 1 por 100 están en los glaciares y 1/100.000 corresponde a la atmósfera, a pesar de lo cual esta mínima cantidad, por su activo dinamismo, desempeña un papel preponderante en la economía hidrológica. En cuanto a las áreas terrestres cubiertas de hielo, en millares de kilómetros cuadrados, son las siguientes: *América del Norte* = 80,0; *Islas árticas canadienses* = 116,7; *Groenlandia* = 1.730,0; *América del Sur* = 25,0; *Europa* = 11,3; *Islas árticas europeas y en el Atlántico Norte* = 111,5; *Asia* = 109,0; *Africa* = 20,7; *Islas del Pacífico* = 1,015; *Islas subantárticas* = 3,0; *Antártida* = 11.950,0. *Total*, 14.158,215, o sea poco más de catorce millones, de los que doce, la máxima parte,

están en el «continente blanco», seguido inmediatamente, aunque muy de lejos, por Groenlandia (7).

El hecho inicial que perturbó el equilibrio termodinámico entre la tierra y el mar, conservado, según parece, con leves oscilaciones durante largos períodos geológicos, fué indudablemente la orogénesis y epirogénesis, o sea la elevación de nivel de montañas y continentes, causa reconocida de alteración climatológica y requisito indispensable para todo glaciarrismo; en este punto coincide Stokes con otros muchos autores y no hay duda que semejante explicación del principio del proceso es enteramente correcta: queda por explicar la regulación oceánica como razón suficiente de su evolució y cronología.

La evaporación actual de la masa de agua de 1.370 millones de kilómetros cúbicos, con una superficie de 361 millones de kilómetros cuadrados, se calcula hoy en 330.000 kilómetros cúbicos, de los que 100.000 vuelven a caer en forma de precipitaciones y 27.000 son restituidos por los ríos; así pues, en un siglo la recirculación asciende a 2.700 millones. Si admitimos como bastante verosímil una diferencia térmica de 5° C. entre el mar y los ríos, a favor de éstos, se requieren cuarenta y cinco mil años para elevar en cuatro grados la temperatura oceánica; es decir, para una recirculación equivalente al volumen total del agua de los mares: todo ello a base de la capacidad fluvial presente; en cambio, si la diferencia fuese sólo de un grado, harían falta cien mil años para obtener el mismo resultado.

Cuando por agotarse los glaciares recuperan los océanos el calor perdido, el proceso no necesitaría mecanismo especial, porque sería espontáneo. La única dificultad en admitir esta teoría se reduce a la adaptación cronológica exacta; la aproximada parece evidente y está confirmada

por numerosos estudios paleotermológicos, a los que es de esperar sigan otros por los que se completen las líneas del cuadro aquí bosquejado. Igualmente está probada la simultaneidad del descenso térmico con la creciente emergencia de tierras en América del Norte y en diverso grado en otras regiones, especialmente acusada a fines de la era Terciaria: la orogénesis fué algo continuo desde finales del Jurásico o comienzos del Cretácico, y las deformaciones siguieron después; de modo que lo repentino del glaciario fué más aparente que real: se venía preparando millones de siglos antes. Más aún, pudiera haber habido algo semejante *antes* del Pleistoceno, pero sus huellas serían fácilmente borradas por la erosión o sencillamente por glaciaciones posteriores. Los investigadores norteamericanos tienen razones para aspirar a decidir la cuestión sin salir de su territorio, pues consta que durante el máximo de la cuarta glaciación hubo en ese continente, según varios autores concordantes entre sí, 27 millones de kilómetros cúbicos de hielo, siendo 37 la cifra global para toda la Tierra; otro tanto se diga del influjo mundial en los climas: las aguas frías recogidas por el Mississippi, entonces mucho más largo y caudaloso, al verterse en el Golfo de Méjico llevaron a Europa, por el Gulf Stream, las perturbaciones consiguientes.

*Glaciología práctica.*—La principal aplicación práctica de esta clase de estudios es, sin duda, la inmediata utilidad de facilitar los pronósticos del tiempo a largo plazo (5) y de resolver no pocos problemas climatológicos (17), como se hizo constar en el programa de trabajos para el año geofísico internacional (18). Mencionaremos, sin embargo, brevemente dos proyectos, un tanto originales y no poco atrevidos, sobre los que se ha escrito no hace mucho.

Uno de ellos consiste en utilizar alguna región apropiada del continente antártico como depósito mundial de provisiones ante la contingencia de años de escasez, que nunca faltan en vastas porciones de la Tierra. El fundamento de esta idea, que es del contralmirante Byrd, tiene el precedente bíblico del patriarca José, al reservar el exceso de las pingües cosechas de los siete años de abundancia para los siete de hambre que les siguieron: allí el clima seco y sano de Egipto hizo posible lo que podemos calificar de gigantesca operación económica; aquí el factor decisivo es la temperatura nunca superior a los 0°C. y la ausencia de fauna nociva, aun de microorganismos, que tan costosa hacen la conservación de cualesquiera clase de alimento. Cuando en 1947 el contralmirante R. H. Cruzen descendió en helicóptero sobre el campamento abandonado por Scott más de treinta y cinco años antes, parecía que lo había sido la víspera: las tablas aparecían como recién salidas de la serrería, los clavos brillantes, las cuerdas nuevas y sólidas (se usaron para sujetar el helicóptero), los bizcochos y carne en conserva perfectamente comestibles (tan sólo habían perdido algo de sabor) y un periódico de Londres intacto, cual si se hubiera impreso aquella mañana. El plan es ambicioso, pues significaría almacenar enormes reservas procedentes del exceso de producción de muchas regiones del mundo, en amplia cooperación internacional... para resolver en su día problemas graves, asimismo internacionales (9).

Otro proyecto no menos osado (2) es el de John D. Isaacs, de la Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Calif.: se trata de aprovechar los gigantescos témpanos antárticos para resolver el problema del agua potable en California, aprovechando para ello la corriente ascendente



de Humboldt; en pocas palabras se enuncia: semejante remolque costaría seis meses de viaje y un millón de dólares, pero produciría cien millones en agua utilizable. Más aún, durante el tiempo de la *descarga*, por métodos ingeniosos ya previstos, el aire húmedo de California acrecentaría la provisión en un 25 por 100, en virtud de la condensación sobre la enorme masa de hielo. No faltan serias objeciones a la realización de semejante plan, la mayor de las cuales parece ser la dificultad de vencer la inercia de un iceberg de unos diez mil millones de toneladas de peso...

## BIBLIOGRAFIA

- (1) ALLEN, C. R. y SMITH, G. I.: *Seismic and gravity investigations on the Malaspina glacier, Alaska*. «Trans. Amer. Geoph. Union», v. 34, núm. 5, págs. 755-760, octubre 1953.
- (2) BURT, J. C.: *Iceberg water for California?* «Science Dig.», v. 39, núm. 2, págs. 1-4, febrero 1956.
- (3) DUE, A.: *Sobre la alteración universal de los climas*. «Euclides», v. 11, núm. 121, págs. 124-126, marzo 1951.
- (4) — — *Actualidades geológicas, I*. NOT. COMUN. INST. GEOL. MIN. ESP., v. 31, págs. 111-112, 1953.
- (5) — — *El pronóstico del tiempo a largo plazo*. «Revista de Geofísica», v. 14, núm. 53, págs. 51-59, 1955.
- (6) — — *Actualidad geofísica de las regiones polares*. «Urania», v. 40, núm. 240, págs. 7-16, 1955.
- (7) FIELD, W. O.: «Scientif. American», v. 198, núm. 3, págs. 84-92, septiembre 1955.
- (8) GAMOW, G.: *Origin of the ice*. «Scient. Amer.», v. 179, núm. 4, págs. 40-45, octubre 1948.
- (9) HENRI, T. R.: «The white continent». W. Sloane Assoc. Inc., 1950.
- (10) LONG, W. A.: *What's happenin to our glaciers!* «The Scient. Monthly», v. 81, núm. 2, págs. 57-64, agosto 1955.
- (11) LONGEE, R. J.: *A chronology of postglacial time in eastern North America*. «The Scient. Monthly», v. 74, núm. 5, págs. 259-276, máyo 1953.
- (12) LAWRENCE, D. B.: *Estimated dates of recent glacier advances and recession rates by studying tree growth layers*. «The Sc. Monthly», v. 31, núm. 2, págs. 243-248, abril 1950.
- (13) LONGWELL, C. R.: «Physical Geology», 2.ª edic., New York, 1939.

- (14) NIZERY, A.: *Electrothermic rig for the boring of glaciers*. «Transact. Amer. Geoph. Union», v. 32, núm. 1, págs. 60-72, febrero 1951.
- (15) ROBBINS, J. and J.: *100 year of warmer weather*. «This week Magazine», octubre 1955.
- (16) STOKES, W. L.: *Another look at the Ice Age*. «Science», v. 122, núm. 3174, págs. 815-821, octubre 1955.
- (17) STOMMEL, H.: *The anatomy of the Atlantic*. «Sc. Amer.», v. 192, núm. 1, págs. 30-35, enero 1955.
- (18) — — *Sección glaciológica del A. G. I.* «Urania», v. 40, núm. 240, págs. 134-141, 1955.

Manganesos y hierros de la provincia  
de Badajoz

POR

MANUEL PASTOR MENDIVIL  
y JORGE DOETSCH

MANUEL PASTOR MENDIVIL y JORGE DOETSCH

## MANGANESOS Y HIERROS DE LA PROVINCIA DE BADAJOZ

### PRIMERA PARTE

#### CAPÍTULO I.—SITUACIÓN DE LOS CRIADEROS

*Generalidades.*—Todos cuantos criaderos hemos visitado y sometido a estudio, están ubicados en la parte meridional de la provincia de Badajoz, y los términos municipales en que se encuentran, citados en orden de Occidente a Oriente, son los de Zahínos, Jerez de los Caballeros, Valle de Santa Ana, Burguillos del Cerro, Fregenal de la Sierra e Higuera la Real, de los que el segundo y los dos últimos lindan con la provincia de Huelva.

Dentro de cada uno de estos términos, los criaderos estudiados se localizan en determinados parajes, de los que haremos mención al tratar de ellos en la segunda parte de este informe.

Las comunicaciones de que disponen suelen ser mixtas de carretera y ferrocarril, pues casi todos ellos están servidos por carreteras o por carriles de acceso, no demasiado

largos, que los enlazan con las estaciones de las vías férreas, o, en caso de permitirlo el precio de la mena, directamente con los puertos de embarque de Sevilla o Huelva, distantes de Zafra, nudo ferroviario común a gran parte de esta zona, algo más de 180 kilómetros. Las líneas de la RENFE que se utilizan son las de Jerez de los Caballeros a Zafra (longitud, 50 Km.), y las de Zafra a Huelva y de Zafra a Sevilla.

Aunque la energía eléctrica no falta, pues recientemente se ha construido la línea que enlaza Jerez de los Caballeros con la estación de transformación de la Compañía Sevillana de Electricidad, en Zafra, su concurso es por hoy totalmente insuficiente, pues la capacidad de la citada conexión es demasiado reducida para cubrir las necesidades mineras de toda la región.

## CAPÍTULO II.—MINERALES

En este capítulo vamos a considerar los elementos mineralógicos que se encuentran en las menas metálicas, dejando para otro lugar el describir los que a su vez constituyen las rocas de la zona estudiada.

Dividiremos la materia en tres partes. En la primera estudiaremos los elementos mineralógicos de las menas de manganeso. En la segunda, los correspondientes a las de hierro, y, por último, en la tercera, los que corresponden a ciertas impurezas que aparecen junto con las menas de hierro.

### 1) *Minerales de las menas de manganeso:*

Tres son también los grupos en que podemos agrupar sus especies minerales reconocidas en la zona: A) Grupo

de óxidos e hidróxidos. B) Carbonatos; y C) Silicatos.

A) *Grupo de óxidos e hidróxidos.*—Las principales especies mineralógicas pertenecientes a este grupo son: la hausmanita, la pirolusita, la psilomelana y la manganita.

B) *Grupo de los carbonatos.*—Su único representante es la dialogita o rodocrisita.

C) *Grupo de los silicatos.*—La especie más importante de este caso es la rodonita, a la que también se puede agregar la spessartina o granate mangano-alumínico, especie que fué determinada, en placa delgada, en algunas de las muestras estudiadas.

Como siempre es interesante recordar la riqueza real en manganeso metal de estas especies, damos a continuación un cuadro con las composiciones químicas de todas ellas, reproduciendo su fórmula y añadiendo las riquezas reales no teóricas de las mismas.

Nombre de la especie mineral	Fórmula química	Tanto por ciento en Mn
Hausmanita.....	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	70
Pirolusita.....	MnO <sub>2</sub>	60
Psilomelana.....	MnO <sub>2</sub> + Accesorios	50
Manganita.....	MnO · OH	60
Dialogita (Rodocrisita)....	MnCO <sub>3</sub>	46
Rodonita.....	MnSiO <sub>2</sub>	40
Braunita.....	3 Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · MnSiO <sub>3</sub>	59
Spessartina.....	—	Muy variable

Aunque damos por sentado que para tener valor industrial en las circunstancias actuales y prescindiendo, por ejemplo, de los hierros manganesíferos la mena de manganeso ha de contener un mínimo de 30 por 100 de Mn metal, no consideramos necesario insistir en el hecho de que algunas con tenores inferiores a este porcentaje pueden

concentrarse, en teoría, con mayor o menor dificultad, según sea su composición mineralógica. En estos casos, siempre habrá de hacerse un estudio económico del proceso total de concentración, del que se deducirá si es posible o no la ejecución de dicha operación, como ocurrirá seguramente con algunas de las menas manganesíferas de los parajes que citaremos en la segunda parte.

La distribución de los citados minerales dentro de los criaderos de nuestra zona es variada. A veces aparecen juntas diversas especies oxidadas y en mezcla con el hidróxido. En otras aparece la pirolusita sola (como sucedió en el paraje de Alcobaza, donde fué intensamente explotada), presentándose en forma de vetitas y de pequeñas masas arriñonadas. Los silicatos se encuentran diseminados en pequeña proporción dentro de las rocas, a veces en unión con los óxidos, comunicándolas una riqueza muy variable y ciertamente insuficiente para justificar su explotación industrial.

Por su parte, y según datos viejos que poseemos, la dialogita se presentó siempre sola, pero sin que hayan podido encontrarse aún los famosos lentejones-bolsadas que hicieron célebre su minería en la vecina provincia de Huelva, una vez terminada la también famosa de sus óxidos. Puede ser, y esta es nuestra opinión, que en algunos parajes de la zona falten labores suficientemente profundas que descubrirán, cuando se lleven a la práctica, criaderos parecidos a los apuntados de Huelva.

## 2) *Minerales de las menas de hierro:*

Siguiendo el mismo orden que antes, citaremos primero los minerales oxidados e hidroxidados y después los carbonatados.

A) *Oxidos e hidróxidos de hierro.*—Siguiendo la clasificación moderna, sus especies más importantes y algunas de sus variedades son: la magnetita, el oligisto o espectralita, el hierro acicular y la mica rubí.

Como variedad del oligisto hay que considerar a la hematites roja, y como equivalentes del hierro acicular, a la limonita y la hematites parda.

B) *Carbonatos de hierro.*—La única especie mineral que nos interesa es la siderita o siderosa.

En el cuadro que sigue hacemos resaltar la especie mineralógica, su fórmula constitutiva química ideal y la riqueza real no teórica en hierro metálico de los minerales más puros.

Nombre de la especie mineral	Fórmula química	Tanto por ciento en Fe
Magnetita .....	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	70
Oligisto .....	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	68
Hierro acicular .....	FeO OH	58
Mica rubí .....	FeO OH	58
Siderosa .....	Fe CO <sub>3</sub>	47

Las menas de hierro que se extraen en los criaderos en explotación y comprendidos en este estudio están formados en gran parte por magnetita, de mayor o menor pureza. Existen, sin embargo, otros en los que la mena principal es el oligisto micáceo en laminillas de más de un centímetro de longitud (Li-Hung-Chang), mientras que en otros, junto con magnetita y hematites roja, se encuentran la hematites parda y la limonita.

Siderita en cantidad no ha sido hallada aún en estos criaderos, por lo que, para este caso al menos, la descartaremos de toda consideración.

### 3) *Minerales que aparecen con las menas de hierro:*

Cinco son las secciones en que vamos a agrupar estos elementos mineralógicos: a) Minerales de titanio. b) Minerales de azufre. c) Minerales de cobre. d) Minerales de elementos nobles; y e) minerales afines al hierro, como son el cobalto y el níquel.

a) *Minerales de titanio.*—La especie mineral principal es la ilmenita, mientras que la titanita o esfena aparece en cantidades muy pequeñas como elemento accesorio en algunas de las rocas de la región.

b) *Minerales de azufre.*—Solamente citaremos la piritita que aparece, con las menas de hierro, bien sea separada espacialmente de ellas, por ejemplo en los hastiales de sus masas, bien localizada dentro de éstas, o, por último, en íntima y diseminada unión con las mismas, caso este último en que suele resultar inservible el mineral, pero que acaece raras veces en la región. También, y aunque impropriadamente, podemos citar aquí la existencia de la pirrotita.

c) *Minerales de cobre.*—Aunque la calcopirita es la especie mineralógica principal que suele aparecer junto con la piritita, también hemos podido encontrar un ejemplar de calcosina, y, como minerales secundarios que deben su origen principalmente a la calcopirita primaria, existen la malaquita y la azurita, entre carbonatos, y la tenorita y cuprita entre los óxidos.

d) *Minerales de elementos nobles.*—Junto con la piritita y la calcopirita vienen diseminados los elementos nobles metálicos, como el oro, o bien los compuestos de ellos, como sucede en el caso de la plata. Aunque no pudimos determinar con precisión las especies minerales de estos ele-

mentos, sabemos que existen, pues, algunos de los análisis realizados acusaron hasta seis gramos de oro y casi un kilogramo de plata por tonelada, que atribuimos a enriquecimientos secundarios ocurridos en la zona de cementación de las menas sulfuradas.

e) *Minerales de cobalto y níquel.*—Acompañando a las menas de hierro de ciertas zonas, pero separadas espacialmente de ellas, han sido encontrados minerales de cobalto, y recientemente de níquel, de los que sus minerales correspondientes son la cobaltina, la esmaltina y la niquelina. Como comprobación damos a continuación el análisis de una roca impregnada con minerales de cobalto y níquel y que fué cogida durante nuestra visita a la mina «Monchi»:

*Muestra n.º 16*

Cobalto.....	3,27 %
Níquel.....	0,69 %
Arsénico.....	31,07 %

con lo que, dada la finalidad concreta de este informe, damos por terminado el presente capítulo.

## CAPÍTULO III.—RASGOS GENERALES

### 1) *Rasgos geográficos:*

La totalidad de la zona abarcada en nuestro estudio pertenece a la cuenca del río Guadiana y en particular a la de sus afluentes el Ardila y el Confrentes, en la que la erosión producida por estas vías de agua originaron la morfología del suelo actual, el que, debido a la diferencia

de calidad de sus diversas rocas y a su mayor o menor resistencia a la erosión milenaria, resulta algo movido en ciertos parajes, mientras que en otros aparece suavemente ondulado. Sus máximas diferencias de cota se encuentran cerca y al Norte de Jerez de los Caballeros, donde el cerro de San José, vértice geodésico, alcanza la altura de 720 metros sobre el nivel del mar, mientras que el valle del río Ardila, desde que penetra en la zona, dentro del término municipal de Fregenal de la Sierra, tiene la cota de 390 metros, bajando a 280 al salir por Poniente, del término municipal de Jerez de los Caballeros. Más al SE., en el límite entre los términos de Fregenal de la Sierra e Higuera la Real, se alza la Sierra de San Cristóbal, cuya cima más alta llega a los 774 metros de altitud, siendo también vértice geodésico.

Aunque la superficie está destinada al cultivo de cereales, donde el suelo lo permite, y al del arbolado de encinas, y, a veces, de alcornoques, también hay parcelas destinadas a pequeños olivares, naranjos, almendrales, etcétera, y partes considerables desprovistas de todo cultivo.

Su principal riqueza es la ganadera del cerdo y la oveja, que dejan pingües ingresos, mientras que la de reses de lidia, concretamente la del Conde de la Corte, ocupa grandes extensiones de buen terreno para el cultivo.

Otra fuente de ingresos es la del corcho que en esta región se produce pero no se beneficia «in situ», salvo en la pequeña fábrica de Fregenal de la Sierra. El corcho bruto se envía a Cataluña o al extranjero.

## 2) Rasgos geológicos:

Muy diversas son las formaciones geológicas de esta región extremeña. Existen desde el estrato cristalino hasta

el Siluriano inclusive, pasando por el Precambriano y Cambriano, sin olvidar los depósitos del Cuaternario, el diluvial y aluvial, de muchísima menor importancia.

A las rocas sedimentarias hemos de añadir las ígneas y las metamórficas localizadas en las extensas aureolas de metamorfismo de contacto de las primeras con las ígneas, ácidas, básicas o intermedias, que afloran en la demarcación. Dentro de ella, las mayores aureolas corresponden a los asomos o, con mayor propiedad, a la acción de las rocas ígneas, cuyo representante más destacado, allí, lo constituye la familia del granito con muchas de sus variedades. Asume o no, siempre se le puede reconocer por los efectos ejercidos en las rocas suprayacentes, que, a veces, como por ejemplo en el área entre San Guillermo y el paraje denominado Dehesa de las Cortes, podrían ser clasificadas como pertenecientes al estrato-cristalino, siendo de hecho el producto resultante de un conjunto de acciones perturbadoras de su primitivo equilibrio físico-químico, y que llevó a cabo una transformación profunda en la primitiva roca sedimentaria que posiblemente era de edad Siluriana.

Con lo dicho no es que pretendamos entrar en cuestiones discutibles y de difícil solución en estos momentos, pues en región tan compleja desde el punto de vista geológico, tectónico y petrográfico, resultaría inútil tomar posiciones firmes, hasta tanto no avancen de un lado las monografías estratigráficas detalladas y, de otro, un estudio minucioso capaz de diferenciar cuándo se trata de una roca primitiva modificada en su especie y cuándo de otra sin modificación esencial alguna. Para poder hacerlo, también sería de desear el contar con un estudio a fondo de

la tectónica de la región, pero como todos estos trabajos habrían de llevar mucho tiempo para hacerlos concienzudamente están por hacer, nos falta una base inmovible sobre la cual apoyarnos. Y ello aun cuando los trabajos realizados por alguno de nosotros durante años de investigación en esta comarca, nos hayan servido de luz o guía en nuestro empeño de dar una visión de conjunto forzosamente superficial, dada la complejidad de la región, de la que, en el anterior orden de ideas, comenzaremos a dar un esquema petrográfico y geológico, pero anunciándolo como sujeto siempre a una ulterior revisión.

Con esta finalidad, y siguiendo el orden clásico, dividiremos las rocas de la zona en sedimentarias, ígneas y metamórficas, agrupando las primeras de ellas en las edades cronogeológicas correspondientes.

A) *Las rocas sedimentarias.* — Comenzaremos, pues, por las más antiguas, o sea por las de edad precambriana.

a) *El Precambriano.*—La existencia de sedimentos de esta edad puede darse por asegurada en la región, pues aunque comúnmente han sido atribuidos al estrato cristalino, nos parece más propio y fundado clasificarlos como precambrianos por criterio litológico-geológico-estratigráfico. Así, por ejemplo, sucede con las rocas que se encuentran en el paraje de La Toleda, en el cerro de Los Santos, situado a unos cuatro kilómetros en línea recta y en dirección NE. de Fregenal de la Sierra, en donde aparecen una sucesión de estratos de pizarras satinadas y talcosas, alternando con areniscas-cuarcitas fajeadas y que, en parte, están mineralizados con variados óxidos de hierro.

En toda la zona podemos referir a esta formación precámbrica gran parte de las rocas calcáreo-marmóreas re-

cristalizadas; las pizarras de muy variados colores, grano fino y diferentes composiciones; otras satinadas y talcosas, y las areniscas y cuarcitas que muestran, en grado poco apreciable, las acciones de los agentes de metamorfismo; y dejando, para el apartado de las rocas metamórficas propiamente dichas, la inclusión de otras similares en las que estos efectos son bien destacados.

El arrumbamiento de los estratos es variable, motivado por los fuertes empujes tecto-orogénicos que sufrieron, y fueron aumentados por las dislocaciones locales ocasionadas por las frecuentes intrusiones de rocas ígneas que cortan los estratos sedimentarios, unas veces aflorando y otras permaneciendo aún bajo la superficie actual de terreno. Podemos afirmar que el rumbo medio, si se prescinde de trastornos locales, puede cifrarse en N.-10°-O. El buzamiento es grande y generalmente próximo a la vertical.

b) *El Cambriano.*—Al recorrer el terreno que atraviesa la carretera de Fregenal de la Sierra a Jerez de los Caballeros, y prosiguiendo después en dirección a la frontera portuguesa por la carretera de Jerez a Villanueva del Fresno, una vez pasado el puente sobre el río Ardila, se observan formaciones de pizarras que interrumpidamente se presentan a uno y otro lado de la calzada durante unos 15 kilómetros. Las características de estas rocas que forman, por agrupamiento de paquetes, conjuntos monótonos de rocas estratificadas en que tanto la composición química como la física varían suavemente de uno a otro lecho de sedimentación, permiten clasificarlas bien entre las pizarras micáceas sericíticas, o bien entre las menos arcillosas y aún silíceas, psamitasas, y que marcan toda una gama gradual de transiciones entre uno y otro extremo.



Su estructura, por lo común, es difícil de apreciar a simple vista, por ser su grano fino e incluso muy fino.

Estas rocas ofrecen coloridos de tonos claros parduzcos amarillentos, quedando toda la serie arrumbada casi al NO.-SE., con buzamientos muy variables en que predominan los suaves y generalmente al NE.

Comparando la dirección que indican estos estratos cambrianos con las formaciones precambrianas, se deduce que forman un ángulo agudo entre sí.

c) *El Siluriano*.—Aunque no ofrece duda la existencia de rocas de esta edad geológica dentro del perímetro de la zona de este estudio, nos resulta, en cambio, difícil señalar las fronteras entre ellas y las de edades geológicas diferentes. Ello, por falta de documentos fosilíferos que fundamenten el estudio monográfico detallado de cada formación de la región, y aunque, naturalmente, a falta de ellos, hayamos basado el estudio stratigráfico en criterios litológicos, falibles en sí, y muy particularmente en esta región tan trastornada y metamorfoseada. Fundados, pues, forzosamente en este criterio dijudicativo, afirmamos la existencia de formaciones silurianas en la región de Zahinos y en la zona ferrífera de Jerez de los Caballeros, perteneciente, esta última, a las aureolas metamórficas ocasionadas por las intrusiones graníticas. En ambas zonas las rocas silurianas están alteradas y consisten en horizontes de cuarcitas y pizarras más o menos arcillosas y descompuestas, y en ampelitas, donde encontramos algunos residuos fosilíferos, muy difíciles, por no decir imposibles, de clasificar.

También en los términos de Burguillos y de Villanueva del Fresno se han determinado horizontes silurianos, y en el de Encinasola queda asegurado por la profusión de

sus yacimientos fosilíferos no sólo el tramo superior, sino también el inferior.

Como en todas las formaciones que llevamos descritas, el rumbo de los estratos silurianos es variable y, en general, concuerda con el del cambriano. Su buzamiento es función de los trastornos sufridos por los estratos, y por ello muy variable.

d) *El Cuaternario*.—Como de los sedimentos modernos del cuaternario no es necesario hablar en el presente trabajo, tan sólo lo citamos con objeto de señalar su existencia y su total independencia con los criaderos que nos interesan, pasando seguidamente a reseñar las:

B) *Las rocas ígneas*.—Seguiremos la clasificación clásica, dividiéndolas en ácidas, intermedias y básicas:

a) *Rocas ígneas ácidas*.—La familia las que predominan en la región es la de los granitos, de los que existen diversas variedades, debido a que la actividad magmática intrusiva no se verificó de una sola vez, sino en varias. Este hecho, fundamental para la región y de interés especial para su mineralogénesis, lo tenemos comprobado en una muestra de granito encontrado en la escombrera de la mina «Consuelo», del término de Burguillos del Cerro. En ella encontramos un granito de grano fino, muscovítico-biotítico, de color blanquecino, atravesado por una veta de granito «migmatítico» hornabléndico biotítico oscuro, y, cortando a ambas especies, otra variedad biotítica, en la que el feldespato ortosa tiene el color rosado que comunica a la veta esta última coloración. No se puede, pues, negar la existencia, por lo menos, de dos fases de intrusión granítica, en ciertos parajes de la zona estudiada.

Acabamos de reseñar tres variedades diferentes de granito y, de las veinticuatro preparaciones que de ellas estudiamos, pudimos deducir que el cuarzo ofrece, a veces, extinción ondulosa, originada por haber estado sometido a presiones; que el feldespato ortosa, blanco o rosa macroscópicamente, muestra a veces la maclación según la ley de Carlsbad y Baveno; que a veces predomina la mica potásica o muscovita, pero que comúnmente se presenta la biotita o mica magnética, y que mica litinífera no fué observada en el granito propiamente dicho.

Por su parte los elementos secundarios son variados. En lugar de la ortoclasa, o conjuntamente con ella, aparece el microclino triclinico, y las plagioclasas más abundantes pertenecen casi siempre a la especie de la oligoclasa, aún cuando a veces se presenta la especie labrador que, contrariamente a la primera, tiene más calcio.

De elementos accesorios notamos la presencia del apatito, de la ilmenita del circón, éste particularmente localizado dentro de la biotita, y, por último, sólo en una muestra encontramos turmalina y mica litinífera, las que juntamente con otros minerales neumatolíticos indican una gran presencia de gases en el magma granítico, hecho del que trataremos especialmente cuando lo hagamos de las rocas metamórficas, en las que citaremos también la presencia de minerales típicos de metamorfismo.

La estructura de las muestras estudiadas responden a la granuda holocristalina con granos casi siempre medios y excepcionalmente muy finos, no tendiendo nunca hacia la textura porfídica, tan frecuente en la parte marginal de los macizos graníticos.

Rocas filonianas pertenecientes al tan numeroso cortejo de los granitos, se encuentran asimismo en la región, pero

ello con alguna dificultad. Generalmente son aplitas y, en menor proporción, pegmatitas.

La zona Norte de la región de este estudio carece de las rocas efusivas del tipo granítico, como son los pórfidos cuarzosos, tan frecuentes en la cercana provincia de Huelva y en la parte más meridional de lo que nos interesa de la de Badajoz.

b) *Rocas ígneas intermedias*.—Dos son las muestras, de diferentes localidades, que responden al tipo diorítico, roca holocristalina hipogénica cuyos constituyentes esenciales son las plagioclasas y la hornablenda (anfíboles) y que puede contener, en pequeñas cantidades, la biotita, el augito, ortoclasa y cuarzo.

Un estudio petrográfico más detenido dará sin duda como resultado el hallazgo de mayor número de localidades en los que afloren estas rocas de tipo intermedio con sus tránsitos graduales hacia el granito, siendo también de esperar el encuentro de las sienitas, entre las que no podemos clasificar las rocas ígneas holocristalinas que afloran cerca al O. del Cerro Corbacho (Bilbaina). Constan éstas de feldespato ortosa blanco y de largas agujas de la especie de anfíboles denominada actinolita, y que hasta con tres centímetros de longitud suelen estar entrecruzadas.

c) *Rocas ígneas básicas*.—Quien conozca la región abarcada en esta memoria no se extrañará de que proporcionalmente hayamos hecho unas 20 muestras en placa delgada para estudiar las rocas básicas que, ellas solas, predominan en áreas bastante grandes, pero rara vez aisladas y sin contactos próximos con las ácidas. Las más numerosas de ellas pertenecen a la familia de los gabros y su textura es, generalmente, macro-granuda (Burguillos del Cerro) y sus elementos esenciales son plagioclasas bási-

cas (labrador) y piroxenos monoclinicos (dialaga), a los que hay que añadir también cantidades variables de piroxenos rómbicos, los que en ningún caso llegan a predominar, constituyendo rocas noríticas que no pudimos encontrar hasta el presente. En cambio, determinamos la presencia de granos de olivino, pero en escasa proporción.

A pesar de la propiedad que posee esta clase de rocas de variar frecuentemente en estructura, textura y composición química aun dentro de un mismo macizo rocoso, comúnmente muestran la textura diabásica ofítica, y, en menor proporción, la granular sin direcciones privilegiadas. A veces, las agujas de ilmenita bordean los bordes de las agujas de plagioclasas, haciéndose visible la textura diabásica sin cruzar los nicoles.

Tampoco es raro encontrar granos de magnetita y de ilmenita, particularmente en la Sierra de San Cristóbal, al lado de Fregenal de la Sierra, donde los arroyuelos de su vertiente Norte dejan depositados, después de las lluvias, cantidades apreciables de granitos de óxidos de hierro procedentes de la descomposición de los gabros.

C) *Las rocas metamórficas.*—Es evidente que un volumen determinado de rocas constituye un sistema en equilibrio físico-químico más o menos estable, en el que, al variar las condiciones de presión y de temperatura, deben originarse cambios sensibles. Si, además, a ese volumen se le añaden sustancias químicas, dichos cambios serán aún más llamativos en cuanto se alcancen valores fijos de la temperatura y de la presión, o de ambos conjuntamente.

También es evidente que tales procesos se verifican, en cierta profusión, en la corteza terrestre, y ello aún en la misma parte de ella que a nosotros resulta asequible, dan-

do un gran interés a su estudio en orden a la mineralogénesis de cada caso.

Aunque sería sacar totalmente fuera del marco en que pretendemos encuadrar este informe el alargarnos en consideraciones pertinentes a la explicación de los complicados fenómenos que se pueden observar en la región que venimos considerando, no estaría encambio fuera de lugar el detallar los hechos que comprobamos durante nuestros trabajos de campo y de laboratorio, pero debido al reducido espacio de que disponemos preferimos dejarlo para una proyectada ampliación del presente trabajo.

Dentro pues del metamorfismo en general, distinguiremos dos variedades: una comprensiva de los llamados «regional» y «dinámico» (*metamorfismo de dislocación*) y otra exclusiva para el de *contacto*:

a) *Metamorfismo de dislocación.*—Bajo este título estudiaremos por separado el metamorfismo regional y el metamorfismo dinámico.

El primero, o sea el regional, estudia las variaciones sufridas por un volumen determinado de rocas al variar su profundidad dentro de la corteza terrestre; pero como ello no parece haber producido en nuestra región grandes transformaciones, preferimos no tocarlo, al menos por el momento.

El segundo, o sea el metamorfismo dinámico, comprende las transformaciones que sufre cualquier volumen determinado de rocas al ser sometidas a una presión orogénica orientada, y como esta clase de fenómeno imprimió su sello en zonas especificadas de nuestra región, nos merece una atención especial y aunque sea superficialmente.

En él incluimos las pizarras cristalinas que encontramos en la zona de Burguillos del Cerro y en la dehesa de

«Los Vidales», de Jerez de los Caballeros, y, aunque con menor seguridad, los neises que afloran al S. y al SO. de la citada dehesa (ello con su cortejo de rocas cristalinas), y los mismos existentes en el paraje llamado Río Gordo.

Dentro de dichas rocas, sus frecuentes diaclasas reducibles a varios sistemas diaclásticos, se relacionan naturalmente con las direcciones de los esfuerzos orogénicos dirigidos que las ocasionaron.

b) *Metamorfismo de contacto*.—Se entenderán provocadas por fenómenos incluidos en este grupo, cualquier clase de variaciones que puedan experimentar determinados volúmenes de rocas sedimentarias, magmáticas o metamórficas preexistentes, al ser cortadas, sin digestión notable, por intrusiones magmáticas posteriores, distinguiendo dentro de él dos clases diferentes de contactos: el endógeno y el exógeno.

El primero abarcará los fenómenos que se originen dentro de la masa magmática intrusiva, mientras que el segundo comprenderá aquellos otros que por su parte experimenten las rocas atravesadas por la citada en primer lugar.

En ambos casos convendría tener en cuenta, ya que los procesos son muy variados, si la acción exomórfica ha sido producida por mera acción calorífica, o bien si además existió un intercambio de sustancias entre la roca intruyente y la roca atravesada, dando lugar al endo- y exometamorfismo. Además deberían estudiarse las calidades de las rocas intruyentes y cortadas, las condiciones de presión y de temperatura a que ello se efectuó y a qué distancia de la intrusión se puede aún reconocer su aminorado influjo, etc.: pero, ante la imposibilidad de tener en cuenta todos estos factores en este sucinto informe,

nos reduciremos a considerar en él dos grandes grupos:

x) *Metamorfismo de contacto con recristalización y sin aporte de nuevas sustancias*.

y) *Metamorfismo de contacto con recristalización y con aporte de sustancias* (acción neumatolítica de contacto).

Estudiemos ahora la acción de cada una de estas dos clases de metamorfismo sobre rocas silíceas arcillosas y calcáreas:

El metamorfismo de contacto de simple recristalización, cuando actúa sobre rocas silíceas, produce un aumento del tamaño de sus granos y el que su cemento se endurezca, produciéndose cornubianitas silíceas. Algunas de las que se observan, en las cercanías de la dehesa de «Los Vidales», pueden provenir de cuarcitas silurianas transformadas no muy cerca del contacto con los macizos graníticos de aquella zona.

En cambio, cuando actúa sobre rocas arcillosas, se originan especies características de silicatos como son, por ejemplo, la andalucita y su variedad la chiastolita, de las que encontramos hermosos ejemplares en la sierra próxima del Norte de Zahinos.

Por fin, al actuar la recristalización del caso sobre rocas calcáreas, el efecto producido es portentoso y variado, destacando de él la formación de granates (parajes «del Almendrab» de Burguillos del Cerro y dehesa de «Los Vidales», perteneciente a Jerez de los Caballeros).

Aún más variada es, naturalmente, la acción del metamorfismo neumatolítico de contacto. De él nacen los granitos turmaliníferos y de mica litinífera de la dehesa de «Los Vidales» (no citados hasta hoy), y que constituyen una variedad del tipo «greissen».

Hasta aquí dimos una sucinta relación de los minerales y las acciones clásicas tal como se encuentran citadas en los textos; pero las cuarenta y dos preparaciones de rocas metamórficas o alteradas por agentes mineralizadores, tales como la calcita, etc., nos han puesto al descubierto fenómenos que, de momento, no nos atrevemos a clasificar dentro del grupo de rocas metamórficas de contacto, y que creemos deberían ser agrupados en relación con acciones hidrotermales mineralizadoras.

Sin embargo, como excepción a lo que acabamos de decir, citaremos rápidamente el caso de una cuarcita fajada de la dehesa de «Los Vidales» en la que algunas fajas presentan coloridos de tintes verdosos, los que, al hacer la correspondiente preparación, se pudo comprobar provenían de diminutos granos de anfíbol (probablemente actinolita), observando además, en otra preparación, la existencia de fenocristales microscópicos de albita, dentro del cemento silíceo de la cuarcita.

En la segunda parte, al describir los parajes, haremos referencia a lo dicho más arriba.

#### CAPÍTULO IV.—MINERALOGÉNESIS

A) *Mineralogénesis de menas de manganeso.*—Siendo varios los posibles orígenes de las menas de manganeso de la región, y hasta no descartables los sedimentario-metamórficos, empezaremos por describir la formación de los minerales primarios, o sea la de los que deben directamente su origen a disoluciones temperadas profundas e intercorticales, o también a otros procesos más compli-

cados, pero originados siempre en el interior de la corteza terrestre:

Durante una fase mineralogénica hidrotermal en relación más o menos inmediata con las intrusiones de rocas ígneas de la región, existieron concentraciones manganesíferas que se fueron depositando, al estado de carbonatos y silicatos, en sitios que reunían condiciones de presión, temperatura y espacio, convenientes a su deposición. Las zonas de estos filoncillos, lentejones o bolsadas de carbonatos o silicatos primarios, en contacto con medios oxidantes, ocasionaron una oxidación de los minerales previamente depositados en la misma disolución hidrotermal, dando lugar a la formación de conjuntos de minerales oxidados entre los cuales la psilomenlana y la pirolusita aparecen como predominantes.

Este parece ser el mecanismo más aceptable en la formación de esta clase de minerales y el que explica la mayor parte de los fenómenos que se observan en los criaderos de estas menas, las que, en la considerada región, afloran sólo en pequeña proporción, aunque no por ello dejan de existir, pues las investigaciones geofísicas llevadas a cabo dan testimonio de la existencia de masas, bolsadas o lentejones, cuya composición, aunque no conocida aún, debe ser la de los citados carbonatos o silicatos de manganeso.

Se sabe, además, que en algún paraje manganesífero de la zona fueron explotadas pequeñas masas de forma arriñonada, y las vetitas de óxidos, particularmente compuestas de la pirolusita que fué exportada a fines del siglo pasado.

Otra es la formación de las pizarras más o menos metamórficas que por estar impregnadas de minerales de

manganeso parcialmente oxidados, toman un aspecto negro y manchan al tacto, caso para el que parece más indicado suponer la acción de exhalaciones manganésíferas ocurridas simultáneamente a la deposición de los sedimentos más o menos arcillosos y originarios de las pizarras de que por el momento tratamos. Como consecuencia del citado fenómeno, los primitivos sedimentos arcillosos debieron impregnarse de compuestos que hay que suponer silicatados o carbonatados en caso extremo hasta oxidados) y, posteriormente, ser afectados por un proceso de recristalización metamórfica, en el que se formaría la espessartina, el granate manganésífero, permanecería estable la rodonita y la rodocroita se descompondría en óxidos y en silicatos, dominando seguramente los segundos (espessartinas y rodonitas). Aún más tarde y por quedar dentro de la zona de oxidación provocada por una fase de intensa denudación, una cierta proporción de los minerales silicatados tuvieron que transformarse en óxidos, los que, unidos a los ya existentes en los sedimentos, dieron a éstos el aspecto oscuro o negro ya anunciado.

Aunque reconocemos que los esquemas de las formaciones manganésíferas que acabamos de exponer constituyen tan sólo unas hipótesis que han de ser examinadas con más detalle, las daremos por ciertas y sucedidas, mientras tanto no se encuentre otra más adaptable a los hechos observados hasta el presente. En consecuencia, afirmamos que existen menas pertenecientes a dos clases manganogenéticas totalmente distintas: la primera, como veremos más adelante, produce menas de valor industrial, mientras que la segunda, por lo que hemos visto y sabido respecto a preparaciones mecánicas efectuadas con menas de este tipo, no tienen valor industrial por el momento.

B) *Mineralogénesis de las menas ferríferas.*—Comenzamos por hacer constar que, dada la gran diversidad de los criaderos que de ellas visitamos, no nos parece fácil reducirlos al denominador común de una teoría general de formación, y que lo lógico será estudiar los caracteres de cada uno de ellos y encasillarlos dentro de alguna de las hipótesis mineralogenéticas conocidas.

Como ninguna de ellas proporciona alto contenido en fósforo y titanio, debemos descartar el origen magmático, y aunque, en el sentido de Schneiderhoehn, alguno de nosotros se mostró momentáneamente inclinado a aceptarlo como el más probable para alguna de las mismas.

Por otra parte, estos criaderos muestran generalmente acompañamiento de minerales sulfurados, particularmente pirita, apareciendo también en ellas la calcopirita, arseniuros y sulfuros de níquel y de cobalto y, asimismo, profusión de minerales característicos del metamorfismo de contacto, como son la epidota, los granates, actinota, etcétera. Característico de esta formación neumatolítica de contacto con acompañamiento hidrotermal, es la presencia de sulfuros, bien entrelazados íntimamente con los minerales de hierro que constituyen la mena ferrífera, bien separados espacialmente de ellos, relegados en los hastiales, o en determinadas zonas de la mena.

Aunque al anterior esquema corresponden la mayoría de los criaderos visitados, existen algunos que parecen apartarse de él. Así por ejemplo los que existen en la zona de Santa María, del término municipal de Jerez de los Caballeros, y que bien pudieran tener un origen sedimentario metamórfico, al presentarse interestratificados entre unas pizarras más o menos arcillosas e inferiores en su colocación actual a los mármoles-calizas del Cambriano.

la Sierra de la Gama en el mismo término municipal de Jerez.

b) *Hastiales de los criaderos de hierro.*—También en éste dependen del origen de los criaderos. Si se trata de yacimientos sedimentarios metamórficos, los hastiales serán de la misma calidad petrológica, y en cambio en los de origen neumatolítico-hidrotermal podrán ser, y con frecuencia serán, distintos. Así en la mina La Judía se ven mineralizaciones comprendidas entre roca ígnea (granito), perdiéndose en profundidad uno de los hastiales, el del Sur, y apareciendo la caliza marmórea. En dirección Oeste, el granito parece ceder su lugar a la roca ígnea básica de tipo gabroídico.

Es conveniente hacer constar que el contacto con las calizas marmóreas suele ser completamente neto, hecho que dificulta la interpretación neumatolítica-hidrotermal, por lo que sería necesario acopiar más datos y estudiar más a fondo la cuestión.

## SEGUNDA PARTE

### MINERÍA.—INTRODUCCIÓN

Después de haber dado hasta ahora una idea general de la región abarcada en este estudio, vamos a reflejar el juicio que nos merecieron las diferentes mineralizaciones que en ella pudimos reconocer.

#### CAPÍTULO I.—RELACIÓN GENERAL DE PARAJES

1) *Criaderos de manganeso.* Todos los criaderos de menas manganesíferas que vamos a considerar se encuen-

No pareciéndonos oportuno entrar en más particularidades, resumimos lo dicho añadiendo que dadas las escasas investigaciones desarrolladas en los criaderos del caso, juzgamos que la probable génesis de los mismos queda reducida a los tipos sedimentario-metamórfico, hidrotermal, metasomático y neumatolítico de contacto; este último con su secuela hidrotermal. De ellas este último tipo es el que a nuestro juicio explica mejor la formación de la mayoría de los yacimientos que, en la región, nos fué posible visitar.

Como fin de este capítulo, trataremos, a grandes rasgos, de los hastiales en que encajan los criaderos de manganeso y hierro.

a) *Hastiales de las menas de manganeso.*—Los criaderos de origen sedimentario-metamórfico, tienen generalmente los hastiales netos, tal como se puede apreciar en las fotografías números 1 y 2 tomadas de los filones del paraje de El Peón en el término de Zabínos. Ello de acuerdo con su génesis.

Los de origen hidrotermal, al haber aprovechado fracturas del terreno por donde penetraron las disoluciones, pueden presentar hastiales de diferente composición petrográfica, o, por el contrario, idéntica, pues ello es función de la dirección de la fractura. De hecho, los criaderos del paraje de Alcobaza, del término de Jerez de los Caballeros, ofrecen hastiales similares a las rocas que los conforman, debido a que las fracturas fueron prácticamente paralelas a los lechos de sedimentación. Sin embargo, algunas de estas litoclasas la cortan y, en consecuencia, los hastiales de las vetas o de las pequeñas masas resultan de diferente composición litológica.

Esto último acaecerá seguramente en los criaderos de

tran situados en los términos municipales de Zahínos o de Jerez de los Caballeros, siendo dos los parajes pertenecientes al primero: El Peón, y García Alvarez-Zahínos (pueblo).

El primeramente citado se encuentra a un kilómetro al Sur de la Sierra de Encinares, en la margen izquierda del río Confrentes y como a unos 4,5 kilómetros al NO. del pueblo de Zahínos, ubicándose sus yacimientos en el cerro que da nombre a la comarca. La fotografía número 3 representa una vista de este cerro en dirección SW.

El segundo se reparte desigualmente entre los términos municipales de Zahínos y de Jerez de los Caballeros, quedando situados la mayor parte de los criaderos en el primero de ambos. Ello, aunque se dé el caso curioso de que el término de Jerez de los Caballeros, uno de los mayores de España con sus casi 75.000 hectáreas, penetre dentro del casco de población de los pueblos de Oliva de la Frontera y de Zahínos. Así se explica que los yacimientos que se encuentran a Levante, y dentro del último de estos pueblos, pasen al término de Jerez aun antes de cruzar la carretera comarcal de Oliva-Zahínos-Higuera de Vargas.

Por su parte, las otras dos zonas mineras que se ubican en el término de Jerez de los Caballeros se denominan Alcobaza y Sierra de la Gama, encontrándose la primera de ellas entre los kilómetros 12 y 14 de la carretera de Jerez a Villanueva del Fresno. Propiamente, y en la actualidad, este paraje cae más a Levante, según las indicaciones del Instituto Geográfico y Catastral, hoja número 874 titulada Oliva de la Frontera, quedando el espacio anteriormente así llamado entre el cerro del Aguila y la dehesa de la Pizarrilla, pero, de una u otra forma, el hecho es que el paraje queda unívocamente señalado gracias al trazado del

ferrocarril Jerez-Villanueva del Fresno-Frontera portuguesa.

La zona llamada de Sierra de la Gama está situada en el rincón SO. del término de Jerez de los Caballeros y bastante cerca del río Ardila.

2) *Criaderos de hierro*.—Los principales yacimientos de estos minerales actualmente en explotación o investigación, se hallan situados en los términos de Jerez de los Caballeros y de Burguillos del Cerro, pero en estos mismos, así como en los de Valle de Santa Ana, Fregenal de la Sierra e Higuera la Real, existen otros que no han sido investigados hasta el presente, o lo fueron sin la magnitud necesaria para descubrir el mineral cuya existencia se presumía.

Trataremos primeramente de las zonas donde, dentro de los dos términos citados, se llevaron a cabo labores mineras de investigación o de extracción, para referirnos a continuación a los parajes que en ambos términos municipales y en el de Valle de Santa Ana poseen criaderos de hierro poco o nada investigados, y terminar con las zonas totalmente nuevas de Fregenal de la Sierra e Higuera la Real.

A) *Zonas donde se encuentran criaderos de hierro en investigación o explotación*.

a) *Pertenecientes al término de Jerez de los Caballeros*.

1.º *Parajes El Corbacho y Pico Bravo*.—Separa ambos parajes la carretera comarcal de Zafra a Villanueva del Fresno, entre los kilómetros 23 y 24.

La línea férrea de Jerez a Zafra pasa al Sur y al Este de estas dos zonas contiguas, sirviendo para el transporte de sus menas, las que, entre los dos parajes, han dado origen al grupo minero de «La Bilbaína».



2.º *Paraje de los Bolsiquillos.*—En la margen izquierda del río Ardila, y lindando por el Este con los de Valluengo y Rincón Alto, se encuentra el llamado de los Bolsiquillos, del que una parte de su superficie queda ocupada por el grupo minero «San Guillermo».

Un mediano carril lo comunica con la estación de la Granja en la línea de Zafra a Jerez de los Caballeros, y otro con la carretera nacional de Badajoz-Huelva, en su trayecto entre Jerez y Fregenal.

3.º *Paraje de Santa María.*—Como a unos cuatro kilómetros al S-SE. de la zona anterior se halla situada la de Santa María, prácticamente dividida en tres partes: alta, media y baja. En la segunda de ellas, junto al cortijo de Santa María de enmedio, se encuentra el grupo minero denominado «Bismark».

b) *Pertenecientes al término municipal de Burguillos del Cerro.*

1.º *La Sierra del Cordel.*—La carretera comarcal de Zafra a Villanueva del Fresno bordea esta Sierra en su límite meridional junto al mojón del kilómetro 12.

En la falda Levante de esta sierra, de dirección casi Norte-Sur, se encuentran diferentes minas, de las que destacaremos la «Consuelo» y la «Monchi», por ser las principales de las que en la actualidad se explotan.

2.º *Paraje La Morera.*—Situado a algo más de 5,5 kilómetros al S. de Burguillos, se halla el llamado La Morera, y en él el grupo minero de «La Judía».

3.º *Paraje Peña de Torrecilla.*—Este se encuentra a un kilómetro al N. de Burguillos del Cerro y comprende la demarcación de la mina «Gefín».

B) *Zonas donde existen criaderos de hierro poco o nada investigados.*

a) *Pertenecientes al término municipal de Valle de Santa Ana.*

1.º *La Viña.*—Muy cerca del pueblo, y en dirección Suroeste, aproximadamente a un kilómetro, se encuentra esta zona minera en el paraje denominado La Viña, y casi pegado a La Concepción, barrio del mismo pueblo.

Distancia unos siete kilómetros de la estación de Jerez de los Caballeros (RENFE).

2.º *El Palancar.*—Situada entre el kilómetro 42 y 43 de la carretera nacional de Badajoz a Huelva, queda algo a Levante, junto al kilómetro 42,7 de dicha carretera y dista aproximadamente 7,5 kilómetros de la estación de Jerez.

b) *Pertenecientes al término municipal de Jerez de los Caballeros.*

1.º *La Silgada.*—Esta zona queda a la altura del kilómetro 40 de la carretera últimamente citada y a unos 12 kilómetros de la estación antes citada.

2.º *La Bóveda.*—A unos tres kilómetros en línea recta y a Poniente del 44 mojón kilométrico de la misma carretera. El posible embarque de sus menas se haría por la estación de Jerez y con un recorrido por carretera de unos 10 kilómetros.

3.º *Rincón Alto.*—A unos seis kilómetros a Levante de Jerez de los Caballeros, frente al grupo minero de «San Guillermo» y ya en la margen derecha del río Ardila, se encuentra su grupo minero de «San Carlos», el que mediante un carril de casi 10 kilómetros de longitud enlaza con la estación de La Granja, en la línea de Jerez a Zafra.

4.º *Dehesa de "Los Vidales"*.—Linda por Levante con el paraje anterior y comprende el grupo minero de «Santa Justa».

c) *Pertenecientes al término municipal de Burguillos del Cerro.*

1.º *La Morera*.—Junto a la mina «La Judía» ya citada, existe, intestando con ella por Levante, la titulada «Li-Hung-Chang» y la concesión «María Luisa».

2.º *Río Gordo*.—Algo más de un kilómetro al SE. de La Morera, y en la margen derecha de la rivera Río Gordo, se encuentra este paraje en el que destaca la mina «María Adela».

3.º *Otras zonas*.—A Poniente de La Morera, y hacia el S., existen, por ejemplo, las de Los Galanes y Los Taconales, etc., donde también parecen existir mineralizaciones poco o nada investigadas.

## CAPÍTULO II.—DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES CRIADEROS DE MANGANESO

### 1) *El Peón (Zahinos)*:

*Situación*.—Este criadero se halla a unos cinco kilómetros al NO. del pueblo de Zahinos y cerca del río Godolín, siendo su vía de comunicación más cercana la carretera de Zahinos a Higuera de Vargas, de la cual dista, en línea recta, unos dos kilómetros.

La energía eléctrica escasea en sus proximidades, pues tan sólo en Jerez de los Caballeros existe una línea de la Compañía Sevillana de Electricidad, con capacidad muy reducida, y otra que llega hasta Oliva de la Frontera, a

través de la Compañía de Santa Teresa, está englobada en la actualidad en la Sevillana.

*Minerales*.—La mena de estos criaderos está formada particularmente por óxidos de manganeso, bastante impuros, que dan leyes bajas en manganeso metal.

Si ellos tienen un origen primario, es posible que existan bolsadas de carbonatos y silicatos, aproximándose así a los clásicos de la provincia de Huelva, en la que estas dos clases de mineral constituyen los criaderos primarios, de los cuales, por oxidación, se derivaron los óxidos.

En estos minerales del cerro del Peón realizamos muestrés de dos de sus yacimientos interestratificados. El primero corresponde a un posible todo-uno de la banda o capa situada más a Levante, mientras el segundo lo es, exacto, de la metalización del extremo de Poniente. Sus ensayos respectivos son los siguientes:

	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	P	S
1.º	9,06	5,02	78,10	0,73	0,08	0,34
2.º	17,70	7,18	61,80	0,46	0,01	0,32

y de ellos puede deducirse que ambas muestras sólo difieren en que el grado de metalización fué bastante más intenso en la segunda capa.

*Rasgos generales del paraje*.—El terreno pertenece a la cuenca del río Confrentes, que vierte sus aguas en el río Godolín, afluente del río Guadiana, y sus accidentes topográficos son suaves, destacando entre ellos el cerro de El Peón (fot. 3).

La tierra no es muy fértil debido a la naturaleza de las rocas paleozoicas infrayacentes que la forman y su

arbolado es principalmente la encina que produce uno de los principales alimentos del ganado de cerda.

Desde el punto de vista geológico podemos afirmar que los terrenos comprendidos dentro de él están constituidos por rocas primarias, cambrianas o silurianas, que han sufrido la acción de agentes dinamometamórficos intensos, y, localmente, los efectos mineralogénicos relacionados con las rocas ígneas infrayacentes.

Las sedimentarias metamórficas, o sea las «pararocas» metamórficas, están representadas por conjuntos monótonos de pizarras sílico-arcillosas, en las que la proporción de arcilla varía en grado poco perceptible, así como el tamaño del grano que predominantemente es pequeño, existiendo, sin embargo, tipos extremos.

Como representantes de las ígneas podemos citar las básicas del tipo de la diabasa albítica, procedente de un magma gabrídico. Las propiamente ácidas no las vimos hasta el presente en este paraje, mientras que las básicas afloran un kilómetro al E. del cerro de El Peón, siendo sus asomos relativamente pequeños.

También pudimos señalar la existencia de frecuentes vetas de cuarzo hidrotermal como el representado en la foto número 14, tomada, en el cerro El Peón, en una calicata practicada a pocos metros al SO. del caserío.

Por último, en El Peón no se cumple el adagio o refrán minero de la provincia de Huelva: «No hay manganeso sin jaspe», pues hasta el presente nada pudimos ver de esta variedad mineral.

Las «pararocas» metamórficas están bastante alteradas y trastornadas, siendo su rumbo medio el de N-32°-O. con un buzamiento fuerte de 55° a 82°, y suelen presentarse caolinizadas y talcosas.

*Criaderos.*—Durante nuestra visita pudimos apreciar, como mínimo, la existencia de cinco a seis fajas diferentes y casi paralelas que interstratifican entre las rocas «parametamórficas», con la dirección media de N.-30°-O. y con 60° de buzamiento al E.

Todas ellas afloran aquí y allá, dando lugar a labores más o menos superficiales, y sus afloramientos están formados por un conjunto de óxidos de manganeso mezclados íntimamente con la roca matriz «parametamórfica» y algo de cuarzo blanco de origen seguramente hidrotermal.

Las capas o estratos mineralizados tienen una potencia variable que, por término medio, puede fijarse en algo más de un metro, aunque en casos (por ejemplo, el de la corta que se hizo hace unos meses) llegue hasta cuatro (fot. número 1).

Difícil sería entrar en discusión sobre el origen de estas menas oxidadas de manganeso, pues las múltiples preparaciones delgadas estudiadas al microscopio no nos dieron una solución concordante. Mientras que en algunas pudimos reconocer unos oolitos sedimentarios (siempre menos claros que otros de cierto criadero de óxido de manganeso de la provincia de Huelva), en la mayoría sólo se reconoce la existencia de granates de la variedad aluminica-manganesica-férrica denominada spessartina.

Si se puede apoyar en estos hechos un origen sedimentario, afirmando que estratos enteros estuvieron, durante su deposición, en aguas cargadas con cierta cantidad de manganeso en disolución, también podrían evocar una exhalación submarina como origen o fuente de donde dimanaron esas disoluciones manganesíferas. Sin embargo, la presencia de la spessartina permite fundar la teoría genética del metamorfismo, con aporte de sustancia manga-

nesífera, lo que explicaría la presencia de la spessartina y no se opondría a la existencia de los referidos oolitos.

Dejando, pues, esta cuestión sin dilucidar concretamente, queremos hacer la advertencia, fundada en algunos años de experiencia en estas materias, que el intenso y llamativo color negro parduzco que ofrecen estas capas mineralizadas induce, macroscópicamente, al engaño, pues hace creer, o por lo menos sospechar, que se trata de menas ricas en manganeso metálico. Ello cuando las series de análisis llevados a cabo dan testimonio de que no suelen exceder, en general, de un 20 por 100 de manganeso metal y de que la concentración, costosa por el grado avanzado de molienda que ha de alcanzarse para que se logre un rendimiento aceptable, no las suele elevar del 28.

Otra cosa muy distinta sería la explotación de las vetas de pirolusita y otros óxidos que suelen existir con mayor o menor profusión en esta clase de criaderos y que no parecen presentarse en los de la zona de El Peón. Si los hubiese, se explicaría mejor la existencia de las bolsadas o filones de carbonatos relacionados más o menos con las capas mineralizadas en óxidos y tal como sucede en algún criadero de que tendremos ocasión de hablar más adelante.

No podemos terminar esta rápida descripción sin antes insinuar la conveniencia de que se efectuase un estudio geofísico de estas fajas mineralizadas, con el fin de puntualizar la existencia o la falta de masas silicatadas o carbonatadas relacionadas con ellas.

*Labores mineras.*—La principal de las ejecutadas sobre los criaderos del cerro del Peón (foto núm. 3) consiste, primeramente, en una trinchera de 16 metros de longitud, la que, por estar perforada en sentido transversal a la estratificación, corta cuatro capas o filones-capas, con un an-

cho metalizado y respectivo de 2,50, 0,40, 1,40 y 4,00 metros, y, como segunda parte, ya en dirección y abierta en la capa más ancha, de otra (foto núm. 1) que, con sus 35 metros de largo, fué la que proporcionó los minerales que hoy están depositados en el punto de ataque de toda la labor.

Ambas perforaciones quedan encajadas en las pizarras parametamórficas a que antes nos referimos y marcan un rumbo N.-30°-O., un buzamiento de 60° al E., la corriente pobreza de la metalización manganésifera (lo que ya se ve a simple vista) y el que esta última viene mezclada con vetas de un cuarzo blanco, seguramente de origen hidrotermal.

Aparte de la citada labor semiexplotadora, en El Peón se aprecian unas series de calicatas que están abiertas en las otras fajas próximas al cortijo, siendo una de ellas la que representa la foto número 2. Entre unas y otras, incluyendo también a la primeramente reseñada, parecen demostrar que la zona metalizada posee una corrida mínima de unos 600 metros y un ancho positivo de otros 100. Es pues una lástima que su mineral resulte de tan escasa ley en Mn., pues, malo o bueno, el hecho seguro es que de él hay una respetable acumulación en el conjunto de la zona.

## 2) *Criaderos de Zahinos (pueblo):*

*Situación.*—Las zonas mineralizadas de este caso se encuentran emplazadas, principalmente, al NE. del poblado de Zahinos, en cuyo mismo casco afloran metalizaciones que ya fueron objeto de investigaciones antiguas.

Su vía de comunicación lo es por hoy la carretera de Jerez y Oliva a Higuera de Vargas, que pasa por Zahinos,

quedando este pueblo a seis kilómetros del entronque de ella con la citada, y, el día de mañana, la estación Oliva-Zahínos, en el futuro ferrocarril de Jerez de los Caballeros a la frontera portuguesa, quedará a unos ocho kilómetros por carretera de Zahínos.

*Minerales.*—Poco más o menos los mismos que los del paraje anterior.

*Rasgos generales de la zona.*—Pertenece a la cuenca del río Godolid y su topografía es algo más accidentada que la de El Peón, de la que difiere por su mayor fertilidad, debido, por una parte, a la existencia de fuentes, y por otra, a la clase de la tierra, que mejora en este paraje porque las rocas infrayacentes contienen más elementos apropiados para el cultivo. El arbolado es más denso y mejor, apareciendo, además de las encinas, algunos alcornoques.

Desde el punto de vista geológico, el terreno del paraje tiene algún parecido con el anterior, aunque en él esté más marcado el sello del metamorfismo y muestre más afloramientos claros de rocas ígneas.

Los estratos, a nuestro juicio, pertenecen a formaciones primarias del Cambriano o Siluriano, pero no contienen señales de restos fosilizados, debido al intenso metamorfismo, lo que no impide que en algunas de sus áreas se señale la presencia de ciertas impresiones fosilíferas sobre unas pizarras ampelíticas y algo mineralizadas con óxidos de manganeso, que se encuentran casi en el cruce del antiguo camino que va de Oliva de la Frontera a Jerez, con el también antiguo de Jerez de los Caballeros a Zahínos.

En la sierra que se encuentra al Norte del pueblo se pueden ver pizarras oscuras con pequeños y hermosos cristales de chialolita y de andalucita, lo que demuestra la

eficacia de los agentes metamórficos sobre las rocas de la zona.

Las rocas ígneas que pudimos reconocer son predominantemente básicas y, entre éstas, citaremos las procedentes del magma gabrídico, de textura diabásica-albítica, y calcificadas en grado relativamente intenso, como lo demuestran los ejemplares sacados del pozo situado a unos 250 metros de las últimas casas del pueblo y de la fuente, y bloques sueltos de roca ígnea ácida los vimos al SO. del poblado, aunque sin poder localizar su roca madre.

Las vetas de cuarzo son bastante frecuentes en las rocas parametamórficas primarias, pero lo son aún más en las de edades precámbricas que se encuentran al S. de Zahínos. Por su parte, casi todas las de origen sedimentario son pizarras de diferentes coloridos, grano fino y variable contenido en arcilla, que forman conjuntos orientados al NO. y de fuerte buzamiento al NE. Estas rocas más o menos arcillosas son, por lo general, hojosas y en ellas no es frecuente encontrar fracturas astilladas. Sus hojas son relativamente pequeñas, no encontrándose tampoco las losas que tan frecuentes son en otras pizarras similares.

*Criaderos.*—Múltiples son los de este paraje, y su origen puede ser diferente:

En primer lugar señalaremos los constituidos por estratos de pizarras carbonosas con algo de manganeso, cuyo origen es casi seguro sedimentario-metamórfico, pues en sus sedimentos es donde se observan con preferencia los oolitos de óxidos de manganeso y, algunas veces, ciertos residuos, muy alterados, de organismos alguna vez vivientes. Dichos estratos se destacan de los contiguos concordantes y se ubican preferentemente en la parte N.-NE. y

Este del paraje. Desde un punto de vista industrial no tienen valor alguno.

En segundo término citaremos los estratos mineralizados y localizados en el mismo pueblo de Zahínos o sus alrededores. Tienen las mismas características que los anteriores, pero muestran, además, ciertos asomos cercanos de rocas ígneas, particularmente por el lado SO.

En ellos existen labores antiguas de investigación que consisten en pozos, socavones y galerías, por donde se explotaron ciertos filoncillos de peróxido; pero la principal atracción de la zona lo fueron los referidos estratos mineralizados y cuyas leyes en manganeso metálico resultaron siempre bajas. Además de quedar colocadas dentro del propio casco urbano del pueblo.

Queda, en tercer lugar, una cierta posibilidad de que, en terreno tan trastornado y con ciertos asomos de rocas ígneas, existan criaderos claramente hidrotermales. Sin embargo, hasta el presente no han tenido éxito las investigaciones; confirma quizás este hecho el que las rocas ígneas aflorantes son básicas, siendo regla general que los minerales hidrotermales de manganeso suelen estar en relación con las rocas ácidas, que no pudimos aún localizar «in situ».

Para salir de duda definitivamente en este paraje y en otros similares, vendría bien realizar un estudio geofísico de ellos, y análogo al efectuado por uno de nosotros en una pequeña zona de los mismos.

### 3) Criaderos de la Sierra de la Gama:

*Situación.*—Cercana y al E. de la carretera de Oliva de la Frontera a Encinasola, en su kilómetro seis, se alza la Sierra de la Gama, con su vértice de triangulación geodésico. Tiene una dirección topográfica casi N.-S. y a unos

1.300 metros al S. del vértice se alzan los asomos de jaspes que coronan una loma que se denomina El Peñón, el que en el plano de situación general se señala con el número 3.

Las comunicaciones que posee son: la referida carretera de Oliva a Encinasola. Distará en su día, cuando se termine el puente sobre el río Ardila, unos 12 kilómetros de Encinasola y 22,5 kilómetros más de la estación la Nava de Huelva (RENFE).

El ferrocarril semiconstruido de Jerez a la frontera portuguesa no está muy lejos, siendo la estación más próxima la de Oliva-Zahínos (a ocho kilómetros del paraje, por lo que, en un próximo futuro, se podrá contar con él).

Energía eléctrica sólo podrá servirla la Compañía de Santa Teresa en combinación con la Compañía Sevillana de Electricidad.

*Minerales.*—De los característicos crestones de jaspe, y dadas las condiciones del sospechado criadero subyacente de que se hablará más adelante, se deduce que pudieran existir importantes cantidades de minerales de manganeso y probablemente de otros elementos.

*Rasgos generales del paraje.*—Su topografía es montuosa, con declive general hacia el río Ardila, que corre a poco menos de un kilómetro al S., por lo que toda la configuración de la superficie es producto de la erosión de sus aguas y de otros agentes complementarios.

Las tierras son de composición variada y, debido a este hecho, tiene partes mejores y otras peores a causa de que las rocas infrayacentes difieren unas de otras dentro del paraje. En ellas predominan los encinares que constituyen dehesas que se siembran de cereales con descansos anuales.

Consideradas desde el punto de vista geológico, se pue-

de afirmar que en ellas se verifica un tránsito entre terrenos, novedad aumentada en este caso por la insólita presencia del largo y ancho asomo de jaspes que corta sensiblemente la estratificación.

Las rocas presentan las citadas formaciones y son anfíbolitas, pizarras talcosas y cloritosas en el estrato cristalino (ello con vetas de cuarzo tirando a hialino), quedando formados los estratos precámbricos y cámbricos por pizarras más o menos arcillosas de colores y granos variables.

Los jaspes que afloran constituyendo el dique ya referido, difieren algo del clásico jaspe de los criaderos de manganeso de Huelva. La longitud visible de su afloramiento excede de los 400 metros, siendo su potencia media de unos cuatro o cinco. Su rumbo es E.-O., por término medio, mientras que el de los estratos es de N.-50°-O.

En las cercanías de este afloramiento se encuentran también ejemplares de epidota y esfena, lo cual indica que anteriormente a la precipitación del jaspe hidrotermal las temperaturas del metamorfismo que dieron lugar a las especies minerales que acabamos de citar fueron más altas, lo que queda corroborado por la presencia de pizarras manchadas en el contacto con las anfíbolitas, que, a su vez, sufrieron una acción hidrotermal por estar atravesadas por abundante calcita en forma de vetas y nódulos.

Las rocas ígneas que afloran en Sierra de la Gama pueden clasificarse como pertenecientes a las ácidas y las básicas. Entre las primeras reconocimos representantes de los pórfidos cuarcíferos y micropórfidos, mientras que las segundas están representadas por las diabasas albiticas.

En este paraje creemos se verificará de lleno el refrán minero a que hicimos mención con anterioridad: «No hay manganeso primario sin jaspe», ya que en él se dan todas

las circunstancias favorables para que se cumpla. Por cuyo motivo somos de opinión de que su zona merece una seria investigación minera, tanto más cuando se ha realizado una investigación geofísica que dió un resultado muy alentador.

*Criaderos.*—Como consecuencia de nuestra visita a este paraje creemos en la posible existencia de una amplia zona mineralizada y formada probablemente por masas o filones paralelos, la que, en juzgar por las señales externas y por el estudio geofísico efectuado, parece la más interesante de cuantas reconocimos en Badajoz.

Nos pareció estar frente a un campo múltiple de fracturas tectónicas entrecruzadas y mineralizadas en varias direcciones, especialmente en la señalada por el afloramiento de los jaspes, o sea en dirección E.-O., mientras que la otra dirección privilegiada es la correspondiente a la estratificación que tiene rumbo medio de N.-50°-O. Es posible también que las mineralizaciones de ambas direcciones correspondan a fases mineralogénicas diferentes, pero ello no se podrá comprobar hasta tanto no se realcen trabajos de investigación apropiados.

Recomendaríamos comenzar por atacar el cerro del Peñón, aprovechando los 40 ó 45 metros de desnivel entre su cima y el arroyo, con un socavón de dirección NE.-SO., o bien el profundizar un pozo en la ladera NE. de dicho cerro y cerca de un contacto entre pizarras nodulosas por un lado y las anfíbolitas por otro, y, desde este pozo, el reconocer mediante galerías, a diversos niveles, el terreno infrayacente del cerro y la ladera SE. de la Sierra de la Gama.

El resultado de estas investigaciones ha de dar, de un lado, mucha luz sobre las condiciones mineralogénicas de

esta zona y, por otro, el conocimiento de la calidad de las menas contenidas dentro de este importante paraje.

#### 4) *Paraje de Alcobaza-Pizarrilla:*

*Situación.*—Ocupa este paraje una importante extensión a uno y otro lado de la carretera que desde Jerez de los Caballeros se dirige, por Oliva de la Frontera, a la frontera portuguesa, siendo su parte más interesante la comprendida entre el kilómetro 13 y el 15, zona que se señala, en el plano de situación que acompaña a esta Memoria.

Tanto la carretera mencionada como el futuro ferrocarril a la frontera, lo unen con Jerez de los Caballeros y son sus vías naturales de comunicación.

La energía eléctrica habría que traerla desde Oliva de la Frontera, suponiendo que la línea tenga capacidad suficiente.

*Minerales.*—Tres son las clases de mineral que se conocen o se esperan conocer en su zona. Por un lado, en los afloramientos, el propio de los estratos mineralizados de las regiones anteriormente citadas. La casa Humboldt, de Alemania, que los trató con vista a concentrarlos, llegó a resultados prácticamente negativos, pues le fué difícil llegar a un porcentaje superior al 29 ó 30 por 100 de Mn metal, partiendo de menas del 20 ó más.

Por otro lado, de él se sacaron unas 4.000 Tm. de un mineral oxidado que superaba el 38 por 100 de Mn y que provenía de vetas y bolsadas arriñonadas situados a niveles altimétricos constantes dentro de una misma hilada.

Por fin, el estudio geofísico de esta zona hace pensar que sus diferentes mineralizaciones están relacionadas con

masas infrayacentes de carbonatos o silicatos de manganeso. Ello en cantidades apreciables.

Resta, pues, poner éstas al descubierto mediante labores mineras o una serie de sondeos situados adecuadamente.

*Rasgos generales del paraje.*—Pertenece a la cuenca hidrográfica del arroyo Zaos, afluente del río Godolid, y no contiene accidentes topográficos notables, sino más bien algunas ondulaciones más o menos pronunciadas.

La superficie está cubierta por buen arbolado, de encinares y alcornocales, dedicándose también al cultivo girado de cereales. Donde existe cierta abundancia de aguas se ven también algunas huertas, quedando roturada prácticamente toda su área, lo que hace difícil conocer con exactitud el terreno infrayacente, aunque existen algunos sitios donde la roca aflora.

Otra característica de la región es el tener tapiadas todas las dehesas, con el fin de que el ganado menor, particularmente el de cerda, aproveche el producto de las encinas, sin temor a que se extravie. No es fácil, pues, recorrerla en caballería, debiéndose efectuar a pie cualquier itinerario. Tiene, en cambio, la ventaja, este tapiado, de ofrecer un estupendo muestrario de las rocas vecinas, y la de que las calicatas practicadas con objeto de sacar piedra dejaron al descubierto datos interesantes para el que estudia el terreno.

*Criaderos.*—Armando en una pizarra margosa probablemente cámbrica, se observan dos grandes corridas prácticamente paralelas, de rumbo bastante nortado y buzamiento variable, casi siempre superior a los 55°.

Fundados en un estudio geofísico de dichas manifestaciones, puede afirmarse que su corrida es algo superior a los 800 metros, y que debajo de las pizarras minerali-



zadas existen lentejones o filones de carbonatos o silicatos de manganeso capaces de justificar una investigación. Dicho estudio pone también al descubierto otra zona muy próxima (a Levante) que, aunque de menor corrida y anchura que las anteriores, no carece de interés.

En este paraje, contrariamente a lo que sucede en los dos primeramente citados, existían y existen ciertos filoncillos de peróxidos que ya dieron motivo a las explotaciones que a fines del siglo pasado se practicaron en ellos, dando un total de unas 4.000 Tm. de mena que fué beneficiada.

Son, pues, tres las clases de mena que existen en esta zona: Primero, las pizarras mineralizadas similares a las de los dos primeros sitios estudiados en este informe; segundo, los filoncillos de peróxidos, y tercero, las fajas mineralizadas cuya existencia se ha podido demostrar por medios geofísicos.

Las labores mineras que allí se efectuaron hace ya más de cincuenta años pueden ser sintetizadas en la forma siguiente: Dos pozos de unos 20 metros de profundidad que pretendían reconocer los estratos mineralizados en profundidad y que, sin embargo, están situados en la parte opuesta al buzamiento y practicados en la faja central, donde existe una amplia zanja que corta en más de 50 metros los estratos mineralizados de la segunda zona mineralizada.

Al SE. de estas labores, ya en parte tapadas por la explanación del ferrocarril de Jerez a la frontera portuguesa, aún en construcción, se ven los residuos de una amplia corta en la que se obtuvo principalmente el peróxido y también los vestigios de varias calicatas que definen la zona mineralizada central. Otras se ven en la zona occidental y ninguna, por no aflorar, en la más pequeña y oriental.

### CAPÍTULO III.—DESCRIPCIÓN DE LOS YACIMIENTOS DE HIERRO

#### A) Distrito de Jerez de los Caballeros:

Los criaderos ferríferos que tan claramente se manifiestan y se explotan, con interrupciones y desde hace cuarenta años, dentro del término municipal de Jerez de los Caballeros, además de ser los de mayor importancia actual de la provincia de Badajoz, son los que, entre estos últimos, demuestran mejores condiciones para que en ellos, aparte de la cubicación comprobada o semicomprobada que hoy es efectiva, exista otra mucho más importante y oculta que, en caso de llegar a asegurarse con investigaciones adecuadas, multiplicaría automáticamente, y por un factor elevado, el auténtico valor que ya se les reconoce tanto por lo que produjeron en su anterior época de actividad, como por lo que están produciendo en el momento presente y por las ya anunciadas esperanzas que ellos justifican en cuanto se refiere a sus posibles y ocultas reservas en potencia.

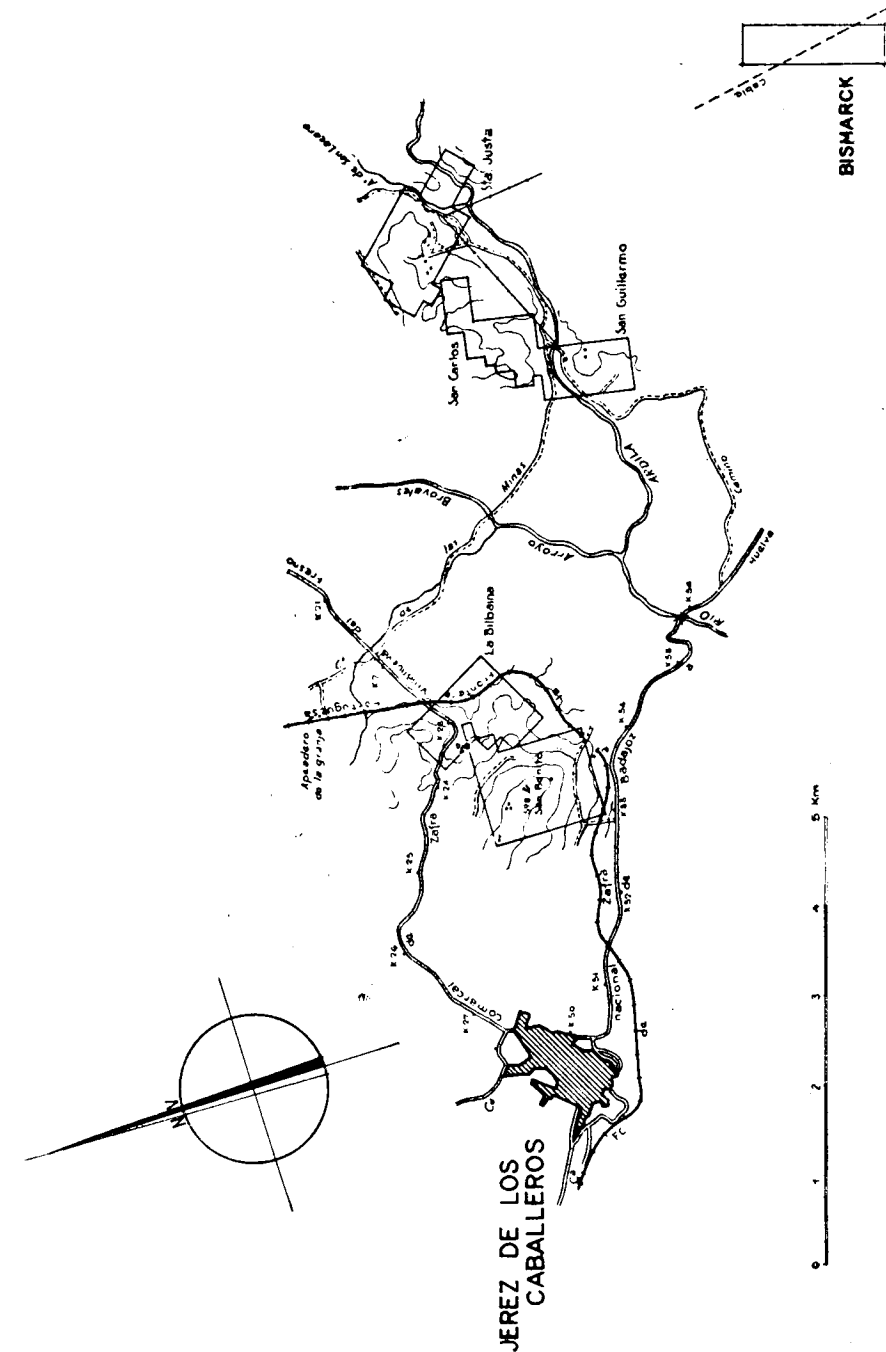
La presentación general de sus distintos yacimientos es claramente filoniana, salvo en algún caso especial que distinguiremos en el momento oportuno, y el proceso de formación genética de sus metalizaciones en magnetitas, hematites y hasta oligisto (éste no frecuente), lo consideramos como «neumatolítico de contacto» y de transición entre la deposición ortomagmática y la hidrotermal. Así al menos lo interpretamos después de analizar las muestras que fuimos arrancando en cada mina, y de estudiar petrográficamente las rocas graníticas, gábricas y hasta diabásicas que, dentro de un desorden difícil de explicar, quedan más o menos en íntimo contacto con las pizarras y las calizas

metamórficas que, bien del Arcaico o del Paleozoico, alternan con las hipogénicas ya citadas en la constitución de la caja de los distintos criaderos de la zona.

Perfecta o no la anterior interpretación, lo que resulta evidente a todas luces es que los óxidos ferrosos y férricos de cuantos yacimientos, grandes o pequeños, reconocimos en la zona minera de Jerez de los Caballeros, están en relación genética con las intrusiones ígneas que, muy cargadas en magnetita alguna de ellas (las básicas), tuvieron que surgir en las varias y diferentes fases que tan ampliamente se manifiestan, entre los horizontes metamórficos del Paleozoico y del Arcaico, en toda la zona meridional de la provincia de Badajoz.

Sus filones se extienden con las distintas orientaciones, corridas y potencias que iremos detallando cuando por separado tratemos de sus respectivas condiciones, pero siempre, o casi siempre, con un exclusivo contenido de magnetita en unos casos, o de una mezcla de esta última y de hematites rojas en otros. En su origen, esta metalización debió ser única y exclusivamente de oligistos que, posteriormente y como consecuencia de reducciones debidas al intenso metamorfismo provocado por las sucesivas intrusiones ígneas, debieron pasar al estado de óxidos magnéticos para transformarse, finalmente, sólo en ciertas zonas, en hematites, durante un proceso de hidroxidación incompleta.

La magnetita dominante es la de grano fino y de aspecto metálico. Ello sin que sea rara la maciza, acerada y de color gris. La hematites, por su parte, corresponde a la variedad compacta y granuda, dura y de brillo metálico, y el oligisto, cuando se presenta, lo hace sólo eventualmente.



La anterior interpretación de la génesis de los óxidos de Jerez de los Caballeros pudiera a primera vista considerarse como incapaz de explicar el hecho de que, por ser la pirita de hierro su habitual acompañante en varios de sus criaderos, sus menas vinieron sufriendo hasta hoy la mala fama de contener un inevitable exceso de azufre, y, lo que es peor, de que, poco a poco y en consonancia con la profundidad de su extracción, habrían de convertirse indefectiblemente en «azufrones», totalmente inadecuados para ser aprovechados como minerales de fundición. Por ello, no es raro que el concepto más admitido hasta hoy fuese el que los criaderos de que tratamos lo serían, esencialmente y en su fondo, de claras piritas de hierro, de las que tan sólo su aureola superficial y más meteorizada resultaría aprovechable como hierro. Y ello con el pie forzado de que éste resultaría alto en azufre.

Por cuenta propia, y aun confesando que en nuestras primeras visitas a las minas de Jerez de los Caballeros alguno de nosotros fué predispuesto a ver en ellas un origen sulfurado, a medida que fuimos ampliando nuestros reconocimientos, alcanzamos el convencimiento de que la pirita que muy corrientemente coexiste con los óxidos de hierro en los filones o lentejones del caso, es de un origen posterior e independiente al de estos últimos. De otra forma nos resultaría incomprensible el que la discutida pirita suele presentarse en vetas concentradas y perfectamente diferenciadas del resto de la metalización ferrífera. Ello hasta el punto de que en la práctica resulte perfectamente factible, con solo un estrío bastante sencillo realizado en los mismos frentes de arranque, el extraer unos minerales de hierro sin casi mezcla de la pirita que, en caso de ser el elemento original de toda la mineralización, quedaría

repartida, en mayor o menor proporción, en toda ella, trayendo como consecuencia obligada el que el azufre se elevaría hasta límites prohibitivos.

Las dos mineralizaciones distintas y separadas a que acabamos de hacer mención las vimos claramente en las minas «La Bilbaína» y hasta en «San Carlos», en las que, como regla general, las vetas francamente piritosas se presentan reunidas en la salbanda de uno cualquiera de los hastiales de sus cajas de mina.

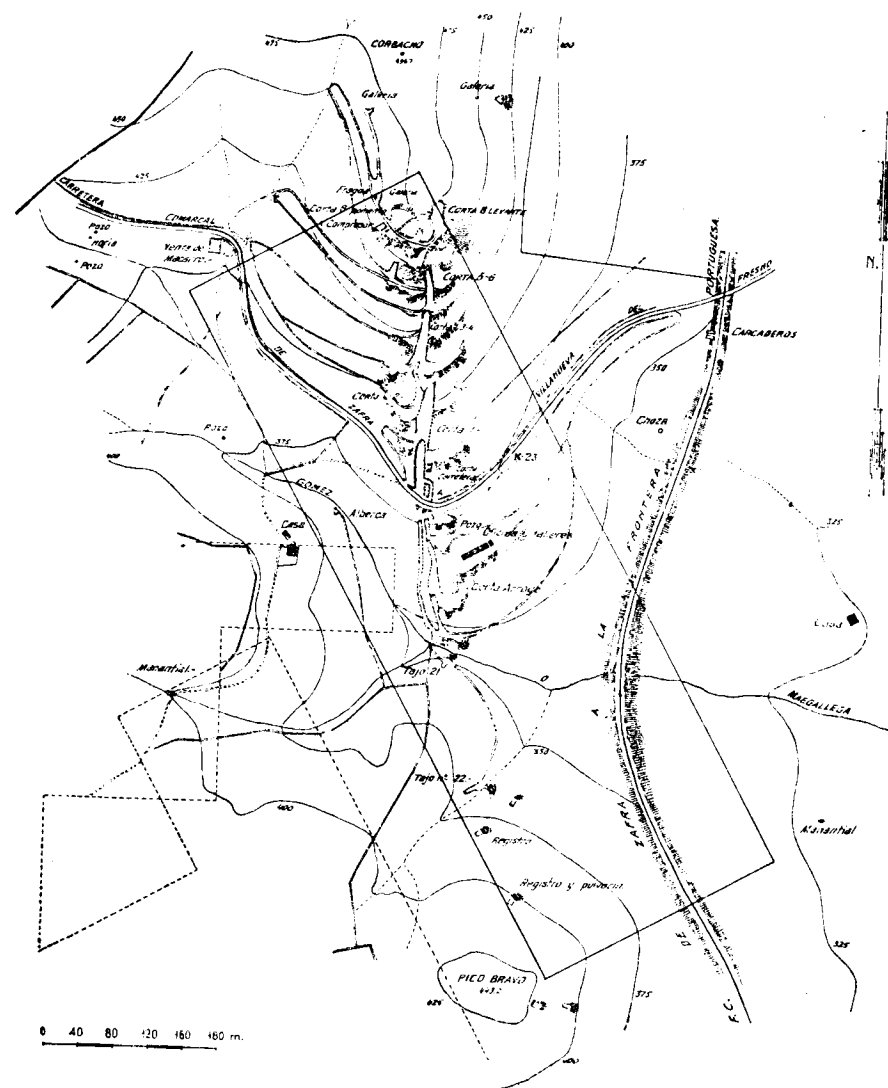
No ocurre, en cambio, lo mismo en alguna parte del filón de «Santa Justa», en el que, en contra de nuestra teoría, hay que reconocer que la pirita se presenta íntimamente entremezclada, en vetillas, granos y hasta pintas, con los óxidos que nosotros suponemos, aun para este mismo caso discutible, de precipitación anterior a la del sulfuro. La única diferencia que admitimos, entre este caso de «Santa Justa» y los restantes del distrito, es que mientras que en éstos la avenida sulfurada sólo pudo abrirse camino localizadamente por ciertas juntas o superficies débiles de los filones ferríferos preexistentes, en el que parece desentonar lo hizo por el total de su masa, la que, en conjunto y por una causa u otra, resultó totalmente permeable a la segunda inyección piritosa. Fueron, sin duda, estos minerales muy piritosos de «Santa Justa» los que, además de obligar hace cuarenta años a la instalación de un horno para la combustión del azufre en exceso, dieron mala fama a todos los del distrito. Ello, como pretendemos haber justificado, injustamente, pues la realidad es que de ellos, sólo durante los últimos cuatro años, se han arrancado y exportado tonelajes (más de 250 Tm./día) de un todo-uno, con un contenido en azufre comprendido entre el 0,04 y el 0,30 por 100, mientras que el impuro de «Santa Justa» llegó, en pasadas épocas, hasta el 5 y 6 por 100 en S.

Completaremos esta reseña, de carácter general a toda la zona de Jerez de los Caballeros, añadiendo que, como ocurre en su vecina y similar de Burguillos del Cerro, los filones y sus cajas rocosas sedimentaria-metamórficas se ubican dentro del gran macizo granítico que tan ampliamente se desarrolla en toda la extremidad meridional de la provincia de Badajoz; que del citado granito existen múltiples variedades en la zona, aunque dentro de ella la más corriente sea la de grano gordo y tipo hornabléndico y dependiente o no de las pizarras y las calizas cambrianas y metamórficas que, por su parte, se extienden a manera de islotes de buen desarrollo superficial; y, por último, que la mancha granítica está atravesada por asomos y diques más pequeños de rocas gábricas, dioríticas y hasta diabásicas.

Dentro del reseñado conjunto petrográfico, y aparte de sus principales grupos mineros de que trataremos seguidamente, es frecuente la existencia de estrechos filones de magnetita compacta, que parece estar en relación original con las masas ígneas. Su red es tan extensa y su ramificación tan irregular que no es fácil juzgar sobre su número, disposición y dimensiones, sin antes efectuar un amplio plan de investigación. Al menos superficialmente.

a) Grupo "La Bilbaina":

Sin ser posiblemente el de mayor porvenir entre los grupos mineros que en el término de Jerez de los Caballeros tiene en arriendo la Compañía «Minera de Andévalo», y sin que, por otra parte, tampoco sea, entre los mismos, el que posea los minerales de mayor ley en Fe,



Mina «La Bilbaina»

lo que nadie puede negarle al de «La Bilbaína» es que, por gozar de unas condiciones infinitamente mejores que las propias de las demás minas en actividad o en paro, y, sobre todo, por la clase de sus menas que, aunque más bajas en Fe que las de «San Guillermo» por ejemplo, resultan más fáciles de colocar en cualquier mercado, ha tomado durante estos últimos años un desarrollo muy superior al de las restantes explotaciones de la Sociedad. La confirmación más evidente es que de las 335.017 Tm. que arrancó «Minera del Andévalo» desde que hará unos seis años reanudó y normalizó la explotación del distrito de Jerez de los Caballeros, 245.263 se consiguieron en la mina de que tratamos por el momento.

Su colocación geográfica, dentro de lo mala que es la de todas las minas de la zona (más de 118 ptas./Tm., sólo por el porte del ferrocarril hasta Huelva), es también algo mejor que las de los grupos restantes, pues su nivel de carga en boca-mina sólo dista unos 350 metros del ramal de ferrocarril que une Jerez de los Caballeros con Zafra. Queda a unos cinco kilómetros al E. del pueblo de Jerez, y a su alargada explotación la divide en dos trozos la carretera comarcal de Zafra a Villanueva del Fresno, y, como ya adelantamos, su distancia al ferrocarril no llega a 400 metros.

El filón comprendido dentro del perímetro de su demarcación corre de N. a S. y tiene una corrida de algo más de un kilómetro de largo, la que, como acabamos de decir, queda partida en dos trozos por la carretera que la cruza de E. a O. El primero de éstos es el que manifiesta todo su crestónaje sobre la ladera S. del cerro del «Corbacho» (498 m. de altitud) y se extiende hasta el límite artificial del corte del filón por la carre-

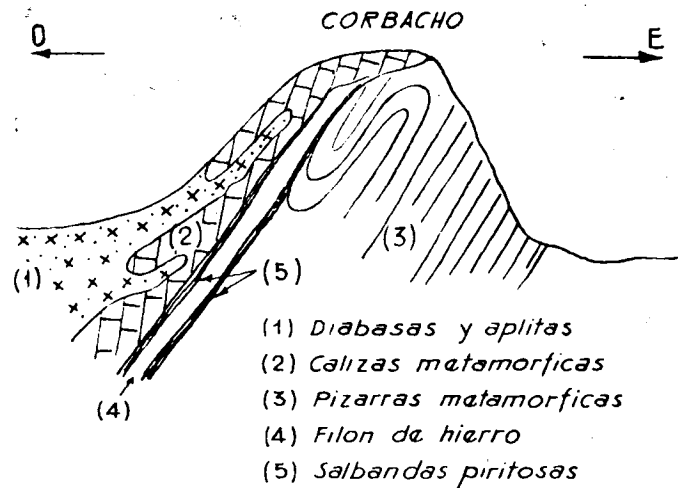
tera. El segundo constituye el Sector Sur de la explotación total, la que, en esta parte, comienza en la extremidad meridional del trozo anterior (Sector Norte), baja hasta el fondo de la vaguada o arroyo llamado «de Gómez» (400 metros) y asciende por toda la ladera N. del llamado «Pico Bravo» hasta su misma cúspide de 443 metros de altura barométrica.

Durante los 1.000 metros de corrida continua que se marca entre los extremos N. y S. de la reunión de ambos sectores (en realidad son sólo partes ficticias de un solo y reunido criadero), la riqueza y la potencia de la metalización, aunque siempre continua, se muestran variables, pues mientras que en los tajos altos del Sector Norte domina la magnetita y los anchos enriquecidos hasta de 10 metros (ello en dos vetas separadas por un «caballo» pizarroso), en los de nivel más bajo de esta misma zona y en todos los pertenecientes al Sector Sur de «Pico Bravo» la citada magnetita se convierte, en buena parte, en hematites roja de menor contenido en Fe, y la anchura aprovechable baja en casos hasta los 4 y 3,50 metros. De ello el que la potencia media beneficiable en todo el criadero de «La Bilbaína» conocida (pues no sería nada extraño que al filón le queden prolongaciones ocultas por una o las dos de sus extremidades N. y S.) lo fijemos prudentemente en unos seis metros.

De la orientación de su corrida ya adelantamos que era casi coincidente con el Norte verdadero, y su inclinación, muy próxima a la vertical en todo su trayecto visible, marca una pequeña caída hacia Poniente. El croquis que insertamos corresponde al corte E.-O. del criadero por su zona más alta del cerro «Corbacho», y del mismo, después de efectuados los estudios de clasificación y de probable suce-

sión cronológica de las intrusiones ígneas en las que, de una forma u otra, creemos ver una posible relación con el yacimiento de hierro, damos la incluida explicación gráfica y esquemática.

La avenida metalífera que en forma de óxidos férricos



emergió por la fractura filoniana que tan destacada queda en «La Bilbaina» está en relación genética con las intrusiones ígneas que en la región fueron las diabasas y aplitas (1) que indicamos en el hastial O. del filón del dibujo y las que perforaron, destruyéndolo, el paquete de calizas cristalinas (2), cambrianas seguramente, que forman, en ciertas partes, uno de los respaldos de la mineralización. No obstante, nos parece improbable que las citadas calizas hayan intervenido, con su posible y parcial digestión, en la constitución química de la misma, pues aparte de que sus contactos entre una y otra suelen ser bruscos y sin transiciones medio enriquecidas, el escaso contenido en Ca O. de sus minerales resultaría de difícil explicación.

Diremos, para terminar, que las vetas piritosas (5) que suelen presentarse en una cualquiera de las salbandas del filón las conceptuamos, no como indicio de una primitiva y única avenida sulfurada (lo que obligadamente se notaría en el contenido en S: de los minerales), sino como señales de una segunda inyección piritosa de temperatura seguramente más baja y que, afortunadamente, se vió forzada, en «La Bilbaina», a abrirse camino hasta la misma superficie por los planos debilitados y propios de los contactos de la primera avenida exclusivamente ferrífera.

El mineral de este grupo es, como ya dijimos, una mezcla de hematites, rojas y pardas, de regular dureza, con magnetitas sin hidroxidar y bastante más consistentes. En conjunto forman un todo-uno (en esta forma se vende) de buena composición volumétrica, y cuyo análisis es:

Fe .....	54,50 %
SiO <sub>2</sub> .....	13,00 %
S .....	0,31 %
P .....	0,01 %
CaO .....	1,10 %

Salta pues, a la vista que semejante mineral, aparte su natural silicioso algo excesivo, posee condiciones más que suficientes para ser consumido en cualquier siderurgia, y tanto en momentos de demanda como los actuales, como en cualquier otro menos fácil. Como diremos más adelante, el punto débil de estos ricos óxidos es el de sus elevados gastos de transporte y embarque, los que podrán llegar a hacer prohibitiva su explotación en cuanto sus precios de venta sean inferiores a los que rigen en la actualidad.

“Reservas seguras y probables”:

Del perfil longitudinal propio de «La Bilbaína» (véase planos) se deducen sin esfuerzo las dos clases de reservas «teóricas» (las prácticas serán naturalmente menores) que podrá contener esta mina, tanto en el registro de su nombre como en los que por el N. la prolongan con las denominaciones de «San Pedro» y «Ramsés 1.º». Ello con sólo operar con una corrida de unos 1.050 metros (650 del barranco de Gómez hacia el N., y 400 hacia el S.), una altura media y conocida de 60, otra desconocida y sólo posible de otros 50, una potencia, también media, de seis, y una densidad de 3,2. Ello nos lleva a los siguientes resultados:

Cubicación inicial y segura, desde el tajo del Barranco (400 m.) a la línea de los afloramientos:

$$1.050 \times 60 \times 6 \times 3,2 = 1.209.600 \text{ Tm.}$$

Proporción prácticamente explotable de la misma:

Su 70 por 100 ... .. 846.720 Tm.

cifra que, rebajada en las 245.263 Tm. que hasta hoy fueron arrancadas en el macizo, da la:

Cubicación actual, segura y probable sobre la cota más baja de los trabajos en marcha ... .. 601.450 Tm.

La segunda cubicación «probable» que vamos ahora a calcular la limitaremos a sentimiento (pues en realidad no existen en «La Bilbaína» investigaciones profundas en que poder apoyarse) 50 metros por bajo del nivel o plano de 400 metros de altura que hasta ahora utilizamos como lími-

te inferior del cálculo anterior. El resto de los factores que han de intervenir en el que sigue los supondremos invariables, pues no hay en verdad motivo alguno para pensar en sorpresas ni en pro ni en contra de tal suposición. Se llega así a dar como reservas probables y teóricas hasta 50 metros por bajo de la cota de 400 metros:

$$1.050 \times 50 \times 6 \times 3,2 = 1.008.000 \text{ Tm.}$$

cifra que «mineramente» habrá de rebajarse en mayor proporción que lo fué la equivalente del caso anterior, por lo mismo que, además de intervenir ahora más que antes el factor de lo desconocido, su posible explotación será obligadamente subterránea en su 10 por 100 y, por ello, de un aprovechamiento bastante incompleto, dada la presentación del criadero. Dando por buena una final del 50 por 100 de la anterior cubicación «teórica probable» se deduce otra «probable y práctica» de:

$$1.008.000 \times 50 : 100 = 504.000 \text{ Tm.}$$

Ello, como ya dijimos, para el macizo comprendido entre los niveles de 350 y 400 metros de cota.

Y conste que, a propio intento, hemos destacado la diferencia entre reservas «teóricas» y «prácticas» y bien sean éstas «seguras» o sólo «probables», por lo mismo que estamos convencidos de que «La Bilbaína» llegó ya a un momento de su vida en el que no le será posible, como lo fué hasta el día, el arrancar en canteras a cielo abierto y con aprovechamiento casi del 100 por 100. Desde los niveles que ya alcanzaron los tajos más bajos de la explotación en marcha, habrá que implantar métodos de explotación mixta que traerán consigo el abandono de una cierta

parte de la corrida, lo que, aunque se haga naturalmente eligiendo las zonas más estrechas y menos ricas, se traducirá en la pérdida de una parte del criadero.

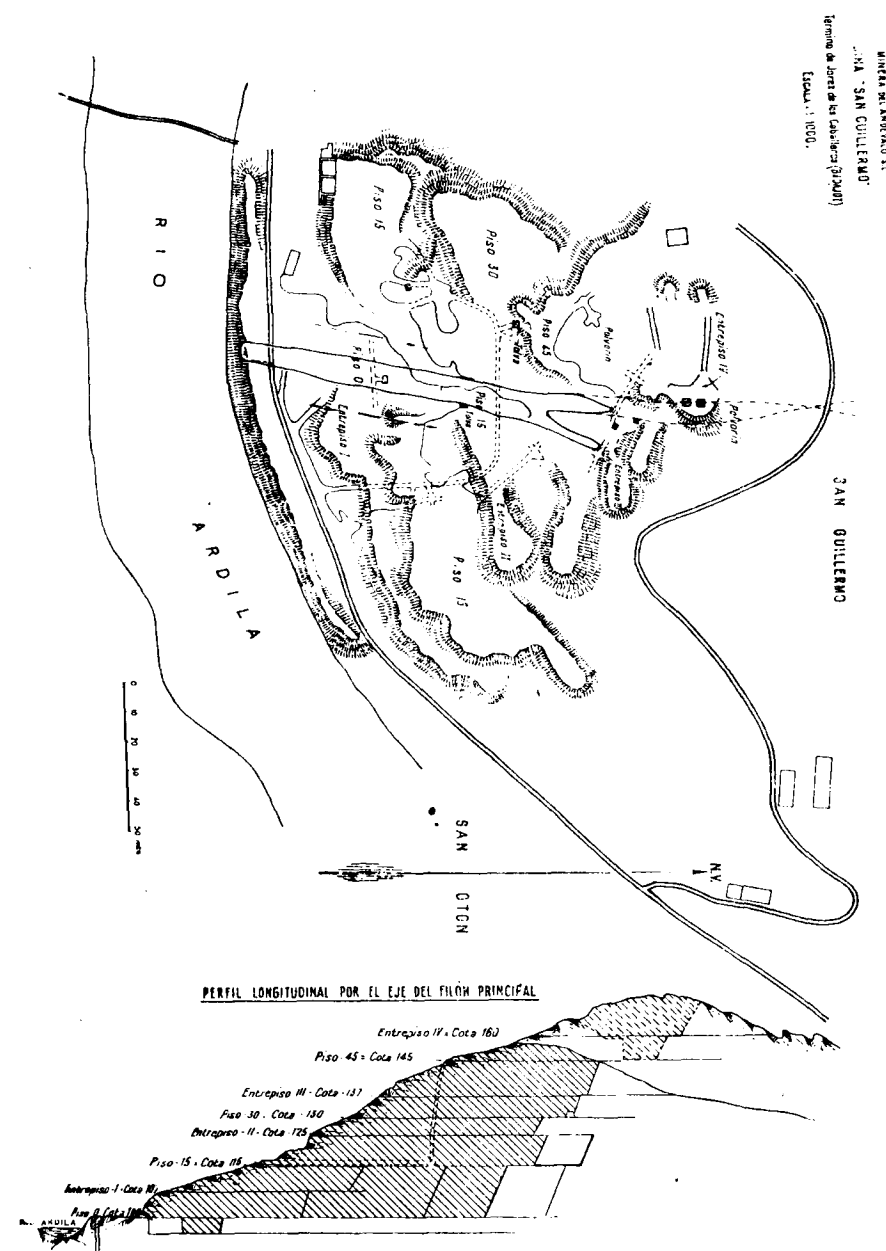
#### b) Grupo "San Guillermo":

La mina o grupo de este nombre se ubica en el paraje llamado «Los Bolsiquillos», a unos 9,5 kilómetros al SE. de Jerez de los Caballeros, con el que se comunica por medio de la carretera que el Instituto Nacional de Colonización construyó recientemente para el servicio de las obras del pantano de «Val-Luengo», que sobre el río Ardila y a unos 200 metros de su explotación minera, está actualmente en construcción. Queda, pues, muy próximo (unos 3.500) de uno de los dos pueblos de nueva planta que se levantaron para asentar a los colonos que habrán de encontrar trabajo permanente en los nuevos regadíos que han de crearse con el agua del citado embalse.

Sus minerales salen al ferrocarril Zafra-Jerez de los Caballeros en la estación de La Granja, lo que representa un transporte previo, en camión y por mal camino, de seis kilómetros.

Sobre las condiciones genéticas del criadero que se disfrutó hace ya cuarenta años y se ha vuelto a poner en actividad en los tres a cuatro últimos, ya dimos una referencia suficiente cuando, en términos generales, tratamos de todo el distrito de Jerez de los Caballeros, por lo que nos limitaremos ahora a describir las particularidades que en él creímos distinguir.

Su extensión aparente se desarrolla longitudinalmente, con rumbo casi N.-S., durante unos 300 ó 320 metros y en el sentido transversal en un ancho medio





próximo a los 15 metros de potencia reducida. Ello entre formaciones de rocas ígneas, neísicas, cuarcitosas y pizarreñas afectadas grandemente por el intenso metamorfismo que sobre ellas tuvieron que ejercer los grandes asomos ígneos que con diferente grado de acidez se muestran claramente en toda la zona ocupada por la explotación minera.

En esencia, consta de un filón principal, o masa alargada, que termina por su extremo en un desdoblamiento en horquilla de ángulo agudo, y por la N., en un apuntamiento que queda recubierto por los terrenos aluviales del cauce del río Ardila, y que en caso de prolongarse subterráneamente hasta sobrepasar la margen opuesta, vendrá a unirse, o relacionarse al menos, con uno de los filones que se marcan en su vecina mina «San Carlos». Posee, además, al menos en los niveles superficiales ya explotados, dos o tres filones secundarios que, además de ser de menor potencia que el principal, marcaron recorridos mucho más cortos e inconstantes, orientados con ligero desplazamiento angular del N.-S. señalado para la metalización central.

De N. a S., el terreno cortado idealmente por el plano vertical que pasa por el eje de la metalización principal, sube desde el nivel del río Ardila hasta una altura de 60 metros, donde alcanza la cota superior de la corrida, para descender luego rápidamente sobre la ladera S. del monte y sin mostrar nuevos indicios de mineralización. En la zona que mira al río se ven hoy los recuerdos de las viejas explotaciones que persiguieron el arranque de la mayor parte del mineral existente entre el llamado piso 0 (casi coincidente con el nivel del río) y el de 45 metros de cota por encima. Ello por medio del avance escalonado de seis pisos

de los que nosotros sólo pudimos reconocer la ubicación de sus respectivos tajos y terrenos, los que, lo mismo que la traza de los filones seguros o dudosos, se indican gráficamente en el correspondiente plano de conjunto de esta mina.

Antes de terminar con la explotación a cielo abierto del mocizo superficial del criadero (lo que sin duda resultó fácil a pesar de la dureza del mineral y sus rocas de caja), sus antiguos explotadores tuvieron el acierto de buscar la prolongación del disfrute con la ejecución de un pozo que fué emboquillado y perforado totalmente en mineral hasta la profundidad de 66 metros. Ello en el centro de uno de los sectores más anchos de la parte aflorante del filón y a unos 100 de la orilla del Ardila. Bien montado hoy por la «Minera del Andévalo» (máquina de extracción con «skip» y compresores accionados ambos por medio de dos grupos electrógenos a gas-oil de 60 C. C. cada uno) ha pasado a ser, por el momento al menos, el general de extracción de la explotación que está preparando actualmente la nombrada Sociedad arrendataria de «San Guillermo».

El trazaje de la mina que, desde el pozo anterior, se está formando, se desarrolla en dos plantas de 30 y 60 metros de profundidades respectivas, y si el de la primera de ellas ya fué iniciado, hará unos cuarenta años, por los antiguos explotadores (los que cortaron, en transversal, una metalización de más de 50 m.), el de la segunda planta es, en cambio, completamente moderno y se reduce por ahora a una labor en transversal (algo a sesgo) que corta, entre techo y muro, una potencia de más de 45 metros de un mineral magnético muy continuo, duro y de excelente calidad. Aún contando con que, en potencia verdadera, los 45 ó 50 metros citados se reduzcan en cierta

proporción, no por ello desmerecerá el buen resultado de la labor realizada, la que al menos demuestra que el filón tiende a engrosar considerablemente en profundidad, viniendo a convertirse, en dicho trayecto, en un lentejón o verdadera masa que tiende a ensanchar a cotas bajas y a apuntar hacia su afloramiento externo. Todo ello entre hastiales magníficos (aunque duros de perforar) que darán toda clase de facilidades para implantar cualquier método de explotación sin rellenos y con un elevadísimo aprovechamiento de la cubicación del criadero.

Terminado como está el transversal a que acabamos de referirnos, los explotadores de la mina, además de tener planeado el comenzar cuanto antes con las labores de arranque del magnífico macizo que han puesto de manifiesto, han atacado ya la perforación de las galerías en dirección, las que en caso de seguir demostrando, en sus avances Norte y Sur, una riqueza equivalente a la que parece apuntar el corte de la travesía, darán a la mina «San Guillermo» una importancia y unas posibilidades de explotación y montaje que hasta ahora no tuvo. Tan es así, que ya está en estudio la posibilidad de desligar al pozo actual de todo servicio de extracción, pues es evidente que al mantener su obligado macizo de protección representaría perder muchas toneladas, y la de realizar ésta por otro abierto en el estéril del muro del yacimiento o por galerías inclinadas en las que se instalarían cintas transportadoras de capacidad conveniente. Resulte como resulte en definitiva el total de la preparación investigadora que hoy en día se está llevando a cabo, lo que es innegable es que el «Grupo San Guillermo» tiene por delante un porvenir respetable. Al menos mientras continúen los buenos precios que rigen hoy en los mercados de los minerales de hierro y sin los

que éstos de Jerez de los Caballeros no podrían aguantar los gastos de su explotación y, sobre todo, los muy elevados de su transporte hasta el puerto de Huelva (unas 120 pesetas/Tm.).

Ya adelantamos que la mena de «San Guillermo» es una magnetita acerada con brillo metálico y francamente dura, condición ésta última que se hace extensiva a los «caballos» estériles que en ciertas zonas se intercalan en su caja de mina e igualmente a las rocas, ígneas o metamórficas, que constituyen sus hastiales. La ley media alcanzada por el total de 70.065 Tm. que «Minera del Andévalo» produjo en estos últimos cuatro años, fué el siguiente:

Fe.....	58,90	%
SiO <sub>2</sub> .....	14,27	%
S.....	0,04	%
P.....	0,015	%

lo que demuestra suficientemente su elevado contenido en Fe, y que la temida presencia del azufre no fué, hasta ahora al menos (los minerales vendidos se arrancaron mayormente en los pisos superficiales), nada de particular y menos aún de orden prohibitivo.

Respecto a sus reservas seguras y probables nos limitaremos a consignar que de las primeras podrán ser de unas 900.000 Tm. desde el piso 0 hasta el nivel interior de 60 metros y de 1.800.000 si se contabiliza hasta el nivel 120. Ello calculando con los anchos y las corridas del piso 0 y dando por seguro que la metalización desciende hasta la profundidad en que limitamos el cálculo.

Como reservas posibles, la zona de «San Guillermo» podrá justificar hipótesis de mucha mayor envergadura en

cuanto se demuestre que las metalizaciones que parecen terminar hacia la línea del Ardila se prolongan subterráneamente (por debajo del río y de los terrenos de relleno de su cauce antiguo) hasta continuarse en los filones de «San Carlos». Aunque ello parezca lo más probable, el hecho de que los minerales de una y otra mina difieran bastante en su composición química, nos hace dudar de que ello se cumpla, con o sin soluciones de continuidad entre una y otra.

c) *Mina "San Carlos"*.—Dentro del grupo de «San Guillermo», pero ya sobre la margen derecha del Ardila y justamente haciendo frente a las explotaciones de que venimos de tratar, se encuentran lãs también antiguas de «San Carlos», en las que el criadero ferrífero consta de un mínimo de dos filones que, unidos o no subterráneamente con los de la mina anterior, tienen que estar en directa relación genética con éstos. Aún cuando la peor calidad de sus minerales superficiales pudiera interpretarse como señal de lo contrario.

Su larga corrida cercana a los 600 metros es una prolongación clara de la conocida y trabajada en «San Guillermo», la que, una vez pasado subterráneamente el Ardila y sus márgenes aluviales (no se sabe si con mineral o sin él) parece bifurcarse en «San Carlos» en dos trozos: uno, el más trabajado antiguamente en sus niveles altos, es el que corre los 0,6 kilómetros señalados, próximamente de S.-SO. a N.-NE., con una potencia media de unos cinco metros, dimensión algo más estrecha que la normal de «San Guillermo». La segunda se manifiesta a unos 100 metros a poniente y ello con un recorrido conocido y algo torcido de unos 120 metros escasos.

En los minerales de esta mina domina, como fué co-

rriente en toda la zona, la magnetita dura y acerada que tantas veces venimos mencionando, pero, sobre todo en el segundo filón corto que llamaremos de «Santa Bárbara» por estar emboquillado en él el viejo pozo de este nombre, con una mezcla de hematites de mediana clase.

La ley media de las 20.000 Tm. que la «Minera del Andévalo» arrancó hace unos años fué de 49,90 por 100 en Fe, 22,50 en SiO<sub>2</sub>, 0,40 en S., y 0,067 en P., resultando explicable la señalada baja del elemento hierro por el hecho de que la sílice que en «San Guillermo» era del 14 por 100 sube al 22,50 por 100 en este caso, pero no que el azufre y el fósforo asciendan algo el primero de ellos al cuádruple el segundo.

Las explotaciones que visitamos, aunque paradas totalmente en el momento actual, se desarrollaron a cielo abierto en canteras que, de 15 metros, ascendieron desde el nivel 100 al 180, o sea durante una altura, toda aflorante o semiaflorante, de 80 metros.

La metalización principal y más larga encaja entre cuarcitas y pizarras metamórficas y mármoles que se cortan, en ciertos trozos, por asomos ígneos graníticos, constituyendo, en conjunto, una sucesión de rocas de gran dureza. En cambio, la lateral de Poniente está en contacto con potentes bancos de calizas blancas y cristalinas que muy probablemente serán de edad cambriana.

Respecto a las reservas que todavía pueden quedar en su criadero, lo más prudente es diferenciarlas en dos grupos diferentes. Uno el comprensivo de todos los minerales ubicados por encima de la curva de nivel 100, y formado el otro por todos aquéllos que, bien sean probables o posibles, pudieran existir a cotas inferiores. Para el primer grupo, único realmente reconocido por las explotaciones

antiguas y propicio además para ser arrancado a cielo abierto, cubicamos sobre el terreno unas 260.000 Tm., las que pueden ser consideradas como seguras y de una calidad igual o parecida a la mediocre que ya fué señalada.

Por su parte, en la estima de la posible acumulación propia del segundo grupo, todo queda supeditado a dar por bueno un límite u otro a la profundización posible de la mineralización, dato este último totalmente desconocido por el momento. A título de comparación solamente haremos ver que por cada 100 metros de profundidad y aún con una metalización aprovechable sólo del 50 por 100 del volumen que representa una corrida de 700 metros y una anchura de cinco, resultan :

$$700 \times 100 \times 5 \times \frac{50}{100} \times 4 = 700.000 \text{ Tm.}$$

lo que, si no empeora todavía más la calidad de las zafras a medida que aumente su profundidad, da un evidente interés a esta mina «San Carlos», la que en realidad puede considerarse como muy poco explotada. Seguramente por la defectuosa composición química de sus óxidos y por el hecho de que sus explotadores de cualquier tiempo siempre dispusieron de minas más ricas, en las que naturalmente concentraron su atención y esfuerzos en perjuicio del posible desarrollo de esta que acabamos de considerar.

d) «Santa Justa».—Como se indica en el corte correspondiente, el criadero que fué intensamente explotado, hará unos cuarenta años, en esta mina, consta de un filón principal y central de siete metros de ancho medio y de otros dos paralelos y secundarios que, con potencias próximas a los cuatro, quedan, respectivamente, al techo y al muro del primero. Ello con intercalaciones estériles de un ancho

oscilable, por zonas de la corrida, entre los 5 los 15 metros y marcando, lo mismo uno cualquiera de ellos que el conjunto de los tres, una clara metalización filoniana de rumbo N.-45°-O. durante su primer trayecto de 700 metros desde su comienzo occidental y con otro E.-O. en los 300 metros restantes hasta su terminación oriental. Casi siempre dentro de un buzamiento de unos 45° al NE. y N., respectivamente, e indicando perfectamente sobre los afloramientos y niveles altos, hoy explotados, la inflexión que acabamos de señalar y que parece coincidir con la máxima metalización del criadero.

De techo a muro, la zona enriquecida y visible en cualquiera de las secciones transversales de las trincheras superficiales correspondientes a los viejos y paralizados tajos de arranque, comienza por un paquete de calizas amarillentas y poco cristalinas, a las que sigue otro de una roca muy metamórfica que tan pronto toma una estructura pizarreña como se convierte en una cuarcita de gran dureza. Viene posteriormente el primero de los filones citados (con cuatro metros de potencia) para repetirse la roca anterior hasta el mismo hastial del pendiente del filón segundo y principal. Esta vez con intercalaciones delgadas de una roca ígnea de tipo granítico que ocupa totalmente el espacio existente entre el 2.º y 3.º filón, desde cuyo arrastre se ve un cierto ancho de cuarcitas metamórficas para entrar, finalmente, en un horizonte claramente hipogénico.

Parte del mineral de «Santa Justa» presenta el inconveniente de que la pirita que en los anteriores criaderos de hierro, cuando existe, que no es siempre, suele encontrarse en una o dos vetas localizadas en las proximidades de uno de los hastiales, se extiende en éste en forma tal que las pintas del citado sulfuro, por diseminación,

ocupan todo el ancho de la metalización, la que por dicha causa sólo puede proporcionar unos arranques excesivamente altos en azufre e inadecuados para ser mejorados mediante el sencillo estrío manual que resulta suficiente en el resto de las explotaciones del distrito.

El inconveniente señalado, y que llegó hace cuarenta años a traducirse en el arranque de un todo-uno con cerca del 7 por 100 de S., obligó a los antiguos explotadores de esta concesión minera a la instalación próxima a su bocamina, de un horno de cuba adecuado para la eliminación, por combustión con carbón de encina, del azufre en exceso. Con éxito o sin él la susodicha instalación, el caso es que la mina, una vez paralizada por la Sociedad alemana que la trabajó con reconocida intensidad, no ha vuelto a la vida activa que actualmente fueron tomando varias de sus vecinas, aún cuando se proyecta en plazo breve comenzar la explotación de las zonas buenas.

Sus viejas explotaciones de la dehesa «Los Vidales» fueron montadas, dentro de la longitud ya señalada y en trincheras a cielo abierto, para el arranque del macizo más alto del filón central del criadero (del piso de 30 m. hasta la superficie) y por realces subterráneos, con rellenos, para el disfrute de los niveles más bajos y hasta el piso llamado 0 que sirvió de planta general de arrastre. De esta última forma se debieron explotar ciertas zonas de la corrida de los filones central y lateral del muro, dejando sin tocar (al parecer al menos) la metalización del techo.

Es lo probable que los arranques incompletos y localizados en ciertas zonas del yacimiento fué obligado por el deseo de elegir las partes mejores de la metalización, de la que, aun de esta forma salteada o desordenada, se debieron aprovechar bastantes miles de toneladas métricas de un

todo-uno cuya piritita fué quemada en la instalación a que ya hicimos referencia.

En cuanto a la posible cubicación, sin duda, de un mineral defectuoso, que puede quedar aún en el campo de «Santa Justa», sólo nos permitimos anunciar que debe ser reducida desde el nivel de la planta 0 hacia arriba, pero considerable (algunos cientos de miles de toneladas) si el límite inferior de la metalización se baja, para el cálculo, hasta cierto nivel totalmente subterráneo, y con desague seguramente, que podemos fijar, como ejemplo en 50 metros. Sólo en dicho macizo entre 0 y 50 metros podrán estar almacenadas las toneladas siguientes:

$$500 \times 12 \times 50 \times \frac{1}{2} \times 4 = 600.000$$

ello calculando con 500 metros de corrida sana, 12 metros de potencia entre los tres filones, un coeficiente de esterilización del 50 por 100 y una densidad de cuatro.

Lo malo es, como dijimos, que la calidad de la parte azufrada de estas toneladas métricas las hace poco interesantes, por el momento al menos.

e) *Mina "Bismark":*

Próxima al cortijo llamado de Santa María de Enmedio, del que toma el nombre todo el paraje, y a unos cuatro kilómetros al SE. de la reseñada explotación de «San Guillermo» se encuentra la demarcación denominada «Bismark», la que, aun sin presentar más mineralizaciones conocidas que las descubiertas recientemente en unas modestas investigaciones que actualmente están en pleno desarrollo, representó para nosotros la novedad de mostrarnos unos minerales y un posible yacimiento totalmente diferen-

tes, en clase los primeros y en estructura el último, de lo que hasta llegar a él habíamos visto en las demás minas del término de Jerez de los Caballeros. En lugar de las masas o los filones en rosario que, con una metalización constituída esencialmente por magnetitas de alta ley en Fe, habíamos reconocido en «San Guillermo», «San Carlos» y «Santa Justa», vimos en este caso particular la ya señalada existencia de dos capas de hematites intercaladas dentro de un paquete constituído por otras de areniscas y de pizarras algo margosas bien diferentes, las primeras, a las blancas y muy cristalinas que hasta entonces se nos había presentado en la zona de nuestros reconocimientos. Las rocas eruptivas, ácidas o básicas, que siempre habían dominado en todos sitios, y ello en masas y manchones de gran extensión, son visibles muy reducidamente en este caso, en el que, dada la forma y la naturaleza de la mineralización ferrífera, nos pareció ver la existencia de un yacimiento, grande o pequeño (seguramente esto último), de origen probablemente metamórfico. Así, al menos, parece indicarlo el hecho de que en el pocillo de 10 metros de altura de que consta, como lumbrera de ventilación, la galería que de N. a S., y con 40 metros de longitud, fué atacada recientemente a otros 30 o 35 de la vereda existente entre el caserío del cortijo y el camino vecinal de Burguillos a Fregenal de la Sierra, fueron cortadas dos capas de hematites roja con 1,50 de potencia cada una. Ello entre unas rocas amarillentas, cuyos lechos de estratificación constituyen los hastiales de las capas transformadas en óxidos de hierro.

Además de la citada labor en la zona de «Bismark», y precisamente por el tiempo en que la visitamos, se llevaban en avance otros dos socavones exploradores que,

situados al lado opuesto de la vereda del cortijo, se proyectaron en la creencia de que cortarían dos masas filonianas que parecían dibujarse con sus afloramientos respectivos en la superficie del terreno. Uno de ellos alcanzó el mineral a unos 20 metros de su boca, pero demostrando en la forma de hacerlo que el presunto asomo filoniano no era más que una capa de hematites con estratificación concordante con la de las rocas entre las que está colocada. Según referencias de fecha posterior a nuestra visita, el socavón de que hablamos fué continuado más al techo de la primera capa, que personalmente vimos cortar, y, tal como era de prever, y pasados unos pocos metros, atravesó una segunda similar a la anterior, haciendo pensar son las mismas que ya se habían localizado en la labor del pozo a que un poco antes nos referimos. Ello, aún cuando la orientación diferente que parecen demostrar las capas en los parajes próximos de ambos casos parece indicar lo contrario, o la existencia, en poco trecho, de un trastorno capaz de alterar el rumbo de la formación de rocas parametamórficas.

En los dos trabajos anteriores, de resultado positivo, los lechos de mineral marcan un buzamiento de unos 25° (al SO. en el primero y al NO. en el otro), lo que, en caso de no existir algún plegamiento que lo neutralizara, representa como indudable mala nota para el discutido criadero del caso, que éste tomará profundidades considerables al irse separando de la zona alta de sus afloramientos superficiales. Lo que unido a que 3 metros de potencia total (en dos capas) no es una dimensión suficiente para hacer posible cualquier cubicación de consideración, aminorará notablemente las posibilidades de aprovechamiento de sus minerales, a los que salvo en el caso de que lleguen a de-

mostrar mejor colocación de conjunto que la que en general hay que atribuirles, y, sobre todo, una buena repetición del número de sus capas, concedemos escaso valor práctico.

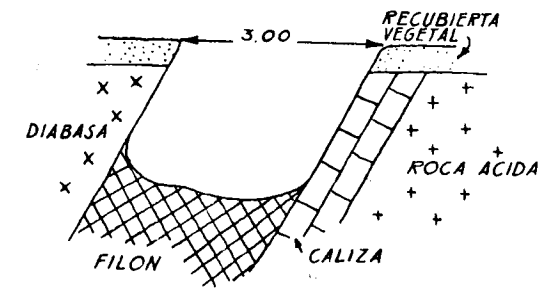
No obstante, al hacer constar la anterior impresión poco halagüeña, de lo que hasta hoy parece ser el registro «Bismark», reconocemos que fué en su zona, y precisamente en las cercanías de las dos galerías a que acabamos de referirnos, donde nuestra brújula experimentó las mayores alteraciones en su funcionamiento. En un trayecto de unos 20 ó 25 metros, el cambio de lectura en su limbo llegó a ser próximo a los 180° y sin que aparentemente existiese razón alguna para ello, por lo que no es extraño que quienes proyectaron la exploración de esta demarcación esperasen el descubrir alguna masa oculta de un mineral de alto magnetismo. Aunque tal pretensión nos pareció y parece justificada, el hecho cierto es que por ahora no fué comprobada, por lo que, una vez que las alteraciones magnéticas señaladas no deben imputarse a las capas de hematites que por dos veces se cortaron, no hay más remedio que admitir la posibilidad de que tal descubrimiento pueda presentarse un día u otro durante el desarrollo de nuevas labores de investigación.

Por el momento no puede darse el más pequeño avance respecto a la posible importancia de sus mineralizaciones ocultas, entre las que bien pudiera ocurrir que las capas metamórficas de poco valor ya descubiertas no fuesen más que una pequeña parte, derivada de la principal y muy magnética todavía oculta por las calizas de la superficie del terreno.

f) *Criaderos del Valle de Santa Ana:*

Dentro de la demarcación de este término municipal reconocimos dos zonas diferentes y distantes con muestras evidentes de contener mineralizaciones ferríferas que permiten admitir la posibilidad de que pudieran extenderse subterráneamente y alcanzar la categoría de auténticos criaderos de interés industrial de la que por ahora carecen. Al menos, sus primeros indicios no son despreciables en cuanto a dimensiones y demuestran contener, en la cantidad final que resulte, unos minerales de calidad inmejorable. Dichas zonas son las de «La Viña» y «El Palancar» separadas entre sí unos dos kilómetros.

En «La Viña» apreciamos primeramente la existencia de un filón de tres metros de potencia y que, dentro de

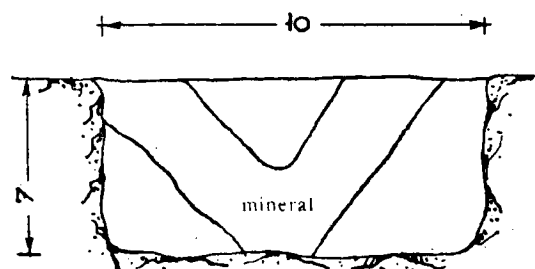


una dirección N. 15° O. y un buzamiento muy levantado se abre entre un techo de roca ígnea básica y un muro que comienza en caliza y termina en roca ácida. Ello en la forma que indica el croquis intercalado y demostrando una metalización constituida por una mezcla de magnetitas y oligistos de perfecto aspecto y buen peso.

Más adelante, como a unos 75 metros al N-NE. del aflor-

ramiento anterior, existe otra calicata o zafarrancho de sección cuadrangular de  $10 \times 8$  metros y una profundidad de seis, que parece demostrar haber sido abierta sobre una bolsada de dimensiones desconocidas, pues la capa laborable del terreno impide ver sus límites próximos o lejanos. Las rocas que se ven en los bordes del hoyo son calizas no cristalinas de color rojizo, y del mineral que se arrancó en su profundización sólo podemos decir que debió ser lo suficientemente bueno para haber justificado su transporte, pues lo cierto es que allí no queda nada de él. Ello y el hecho de que algo más adelante se aprecian las suavizadas ondulaciones de lo que debieron ser tres o cuatro desmontes superficiales de edad remota, nos hizo pensar en que dichas labores deben provenir de época romana.

Poco más o menos, los buenos pero cortos indicios que habíamos visto en el paraje de «La Viña» se nos volvieron a presentar en el llamado de «El Palancar», donde previo un ataque en trinchera de 30 metros de largo (dado en estéril) se entra en un desmoonte de  $10 \times 15 \times 7$  metros, abierto sin duda para la explotación de una masa o lente-



jón formado, al parecer, por la reunión de dos filones arrumbados ambos al N. y cuyo frente semi-reunido está parado en el corte de terreno que queda por bajo del cor-

tijo del Palancar Alto y en la forma que gráficamente indica el croquis de la página anterior.

El filón o los filones del caso, pues ambas soluciones pueden cumplirse, tienen unos dos metros de potencia por unidad, parecen armar en él contacto de asomos ígneos con la caliza metamórfica que allí es corriente y contiene un mineral constituido por masas de magnetitas entrecruzadas de vetas de oligistos, ambas de calidad superior.

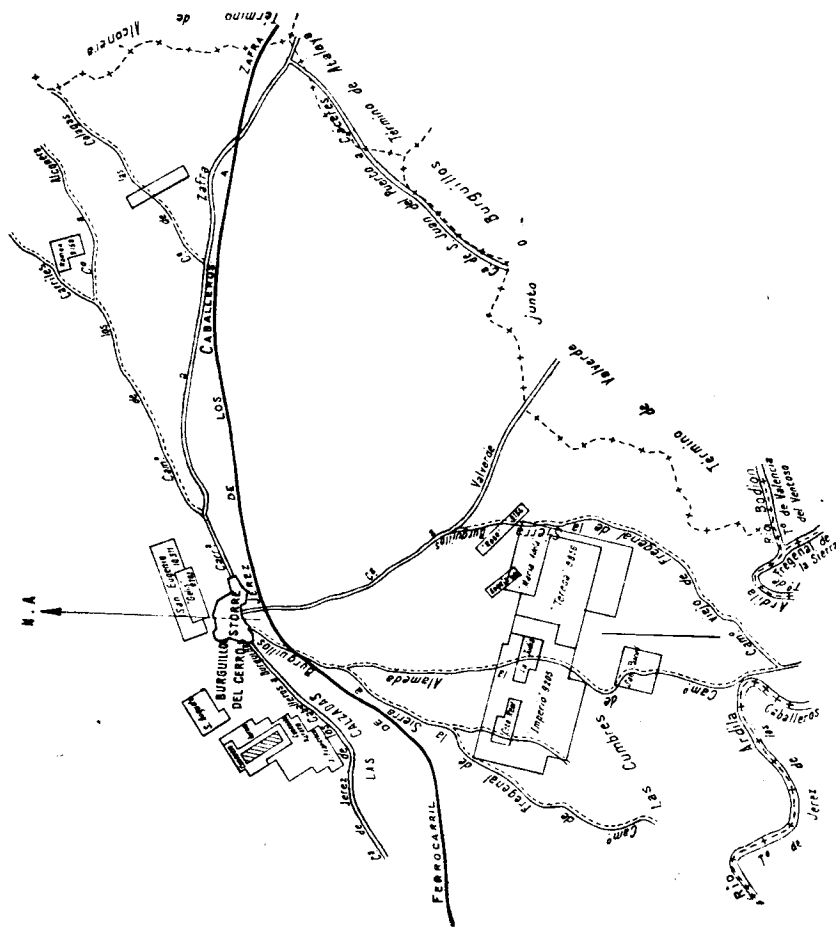
Estas zonas no son por ahora más que otras tantas esperanzas cuya suerte depende de muchos factores, y sobre todo de que haya quien se decida a investigarlas en la proporción debida, pues lo que en ellos se hizo hasta ahora resulta insuficiente en extensión y en profundidad. Su situación, a unos diez kilómetros de Jerez de los Caballeros por la carretera de Jerez a Badajoz, y el que sus registros cubran buenos terrenos de cultivo de viña, olivar y cereales, no las ha de ayudar en lo más mínimo.

#### B) Distrito de Burguillos del Cerro:

En el término municipal de Burguillos se destacan por su conocido importancia dos corridas mineralizadas que aunque nacidas ambas del mismo proceso genético que ya analizamos al tratar de los criaderos de Jerez de los Caballeros, se diferencian en ciertos aspectos de detalle debidos únicamente a que el fenómeno metamórfico de contacto que las originó, indudablemente al mismo tiempo, afectó en cada caso unas rocas de caja que, aunque hipogénicas y graníticas en conjunto, fueron más o menos básicas por zonas, ísleos o aureolas.

Geográficamente, ambas manifestaciones de la metalización ferrífera, tienen la ubicación separada e independiente que indica el adjunto plano de conjunto. La prime-





Conjunto de las minas de Burguillos del Cerro

ra de ellas es la que corre de NE. a SO., sobre la ladera meridional de la Sierra del Cordel durante una longitud no continua de unos tres kilómetros, la que se acerca al casco de la población por su borde Norte y la que, más a Levante, después de una larga esterilidad o ausencia de toda manifestación externa, vuelve a aflorar con poca extensión a unos seis kilómetros al NE, del pueblo.

La segunda queda a unos 4.000 metros al S. de Burguillos y se concentra en el área redondeada de  $3 \times 2,5$  kilómetros de largo y ancho que marca el plano en las cercanías del río Ardila y de los linderos de Burguillos con los términos municipales de Jerez de los Caballeros y Valverde.

Las zonas ya citadas se comunican por el camino vecinal de Burguillos a la Alameda (camino habilitado hoy para el transporte al ferrocarril de los minerales de ambas), y entre ellas cruzan, medio paralelamente y de E. a O., la carretera y el ferrocarril que unen el conjunto de la región a Zafra y al ferrocarril general hacia Mérida o Huelva, punto este último donde se efectúa el embarque de todos los minerales de Burguillos y el de los más abundantes de Jerez. Unos y otros tienen casi el mismo transporte en ferrocarril hasta Huelva, gozando los de Burguillos de la pequeña ventaja que en tan largo recorrido representan los 22 kilómetros que hay entre las estaciones de ambos pueblos.

#### I.—Zona Sur:

En términos mineros esta zona está constituida por la reunión de una serie de concesiones que, al intestar unas con otras, forman un área de unos siete kilómetros cuadrados, totalmente controlada por la Empresa «Tailfer» de Málaga, la que, desde hará unos seis años, la vie-

ne poniendo en explotación, al mismo tiempo de haber extendido su acción hasta la zona Norte, en la que igualmente trabaja otras concesiones de que trataremos en su turno. Todo ello bajo el nombre social de «Grupo de Minas La Judía», nacido de la denominación del registro situado en el centro de este grupo del Sur.

Las otras minas con vida legal, aunque no en actividad en su mayoría, son las llamadas «Imperio», «Coto Real», «Li Hung Chan», «Teresa», «María Adela», «Angela» y «Rosa», e, independientemente y algo separada, la más moderna de título «San Pascual».

Visitadas en ellas cuantas labores de arranque o investigación resultaron accesibles, nos fué posible demostrar los minerales de las mismas. Unas veces, como en el caso de la propia mina «La Judía», con la exactitud que en tal operación representa el haber operado con abundantes zafras producidas en una auténtica explotación, y otras, con el defecto de que las muestras conseguidas lo fueron en pequeños trabajos de exploración de insuficiente desarrollo para que las cifras de sus ensayos puedan tomarse como verdadera expresión media de la composición química de las menas de cada caso particular. Dentro pues del diferente valor que a unas y otras hay que conceder, damos seguidamente los resultados finales de las mismas:

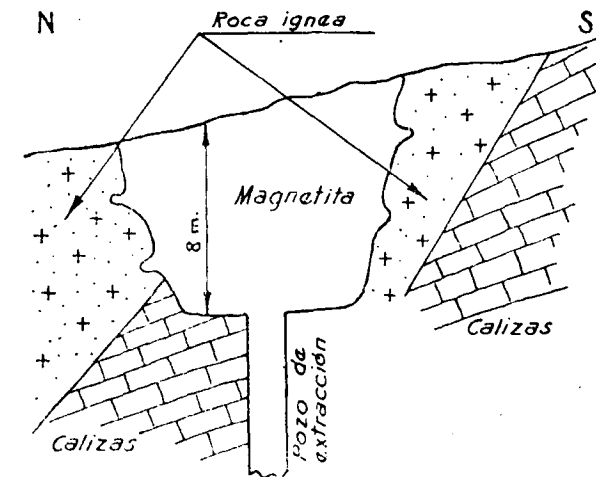
	Fe.	S.	SiO <sub>2</sub>	Ph.
«La Judía» (explotación) . . . . .	58 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	0,3	9	0,01
«Teresa» (investigación) . . . . .	60,5	0,1	7,5	0,01
«M. <sup>a</sup> Adela» (investigación) . . . . .	56	0,2	10	0,02

En los tres casos citados, el mineral fué siempre una magnetita compacta y dura, de color gris negruzco y brillo metálico, la que, debido a sus dos primeras cualidades,

resulta de una composición volumétrica excelente aunque también de un arranque costoso y lento. Ello más acentuadamente aún por lo mismo que lo es igualmente el avance que, en plan de labores de acceso, ensanche o exploración, hay que realizar en las rocas ígneas o metamórficas de la caja o cajas de los criaderos.

#### a) Mina «La Judía»:

Con la «Monchi», de la Zona Norte, es la mina más importante, o al menos, la más desarrollada y montada de todas las que en Burguillos controla, trabajen o no, la So-



AFLORAMIENTO Y ATAQUE DE LA MINA «LA JUDÍA»

iedad «Taillefer». Su mineralización aparenta concentrarse, dentro del paraje llamado La Morera, en dos lentejones independientes de unos 30 metros de largo cada uno y separados por una zona semiestéril de 50. Ello dentro de una orientación E-O. y una anchura metalizada que oscila entre 5 y 0,50 metros (medida de 2,50).

La mina, tal como se ve en la actualidad, demuestra haber dado comienzo en el afloramiento que representa el croquis intercalado, y él está en directo contacto con las rocas ígneas y las calizas, blancas y muy cristalinas, que igualmente se marcan en el dibujo.

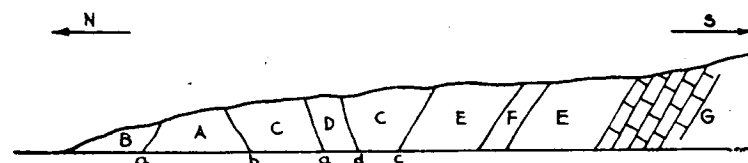
Desde el fonde del rebaje superficial que fué excavado todo él en magnetita de buena calidad, se perforó (véase plano correspondiente) un pozo de extracción de 20 metros de profundidad cuyo fondo queda, pues, a 28 de la superficie y una primera planta de un recorrido de 40 metros hacia el E. En éstos, la metalización, siempre de buena ley y en contacto con rocas ígneas de diferente grado de acidez, fué rebajando su potencia hasta su extremo oriental, en el que prácticamente quedó reducida a cero. En vista de ello, y seguramente huyendo de realizar labores en rocas estériles de gran dureza, en el punto medio del recorrido de la primera planta se dió un contrapozo de unos 20 metros de tiro (más 5 de calderín colector de aguas), con el que la labor de «La Judía» alcanzó los 40 metros desde el exterior. A esta cota se inició un segundo piso que avanzó 30 metros hacia Levante y sólo 10 hacia Poniente; ello sobre anchuras variables que no sobrepasaron la media de 2,50 y con óxidos de buena clase limitados por hastiales de gran dureza.

La semi-explotación llevada a cabo con las labores de ataque y preparación que acabamos de citar, demostró claramente que esta llega a ser antieconómica en cuanto la anchura del frente en arranque queda por bajo de 1,50 metros, circunstancia que indudablemente influyó en que las plantas de la mina resultan demasiado cortas para poder fundar en ellas cualquier cálculo sobre el real valor del

criadero ni aun en la zona central y más trabajada de la mina «La Judía».

Con independencia absoluta de la labor reseñada, y sólo en plan de simples reconocimientos del área del mismo registro, existen en aquella zona los siguientes trabajos:

1.º A 50 metros a Levante del pozo de extracción se abre una trinchera de acceso al que se llama segundo pozo de «La Judía». Sus 25 metros de recorrido, aunque carecen por ahora de todo valor minero por no haber cortado más que un filón de un metro escaso de potencia, lo tiene en cambio considerable en el aspecto petrográfico de este estudio, pues en dicha longitud nos fué posible diferenciar las siguientes clases de rocas que se marcan en el adjunto dibujo:



- A. - Roca granítica con mucho cuarzo (muestra n.º 1).
- B. - Roca similar pero muy descompuesta.
- C. - Roca básica (muestra n.º 2).
- D. - Dique de pórfido.
- E. - Roca básica más oscura que la C.
- F. - Filón de mineral (magnetita).
- G. - Caliza cristalina muy blanca.

Las diaclasas *a*, *b*, *c* y *d* indican provenir de simples separaciones por enfriamientos y diferenciaciones del magma oriental, y, detalle digno de ser tenido en cuenta, el mineral F queda en este caso incluido entre las rocas más básicas de la zona y sin contacto alguno con las calizas cristalizadas y metamórficas que se presentan algo más al Sur.

2.º Un pocillo de reconocimiento emboquillado a unos 25 metros a Levante del pozo principal de la mina: El mineral que corta parece corresponder a un segundo filón paralelo y desplazado del principal unos 30 metros al Sur. En este caso, el mineral, aunque en contacto por un lado con la roca ígnea, parece haberse formado a costa de la caliza que constituye su respaldo opuesto. Por desgracia la labor es demasiado reducida para intentar sentar ninguna deducción fundada en su presentación.

Terminaremos la descripción de esta zona propia de la mina «La Judía», haciendo constar que unos 150 metros al Norte de su metalización en filones arrosariados, o lentejones, entran ya francamente los manchones de rocas básicas que dominan en toda la extensión de la vecina mina «Li-Hung-Chang».

Como resultaría muy arriesgado el adelantar cifras sobre las posibles reservas de esta mina, la que hay que reconocer que sólo está explorada en una pequeña parte de su área, nos limitaremos a dar una valoración mínima de las masas que existen en las plantas trabajadas hasta los límites ya señalados. Sus dimensiones son las siguientes:

Corrida .....	50 m.
Potencia (medja) .....	2,50 m.
Profundidad (vista) .....	50,00
Densidad .....	4,5

y justifican una cubicación de:

$$50 \times 50 \times 2,5 \times 4,5 = 28.125 \text{ Tm.}$$

Descontando de dicha cifra un 25 por 100 para tener en cuenta las zonas estériles del criadero conocido y otro 25 por

100 en que, poco más o menos, valoramos lo que de él se ha extraído con anterioridad a esta fecha, queda como *cubicación segura* todavía existente la reducida de 14.060 toneladas métricas.

En cuanto a las *reservas posibles o probables* que independientemente podrá contener «La Judía» sólo nos atrevemos a pronosticar que, aunque bastante más elevada que el total anterior, nos extrañaría alcanzase las 100.000 toneladas métricas. Al menos hay que reconocer que en su concesión no existen suficientes indicios para dar como probable la repetición de unas mineralizaciones que hasta ahora resultaron limitadas y salteadas.

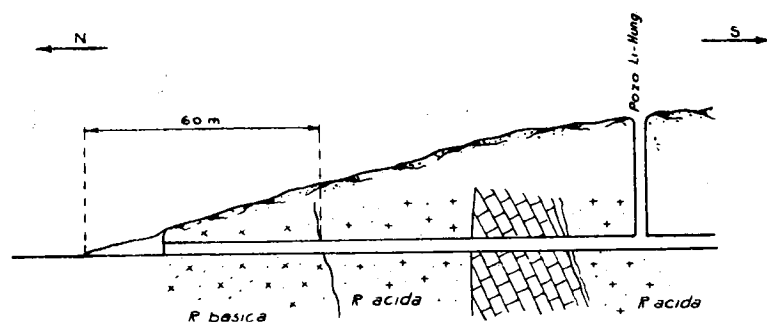
#### b) Mina «Li-Hung-Chang»:

Su superficie es un rectángulo que apoya su lado más largo, casi N.-S., sobre el límite oriental de «La Judía» y que, por los demás rumbos, queda rodeado por las pertenencias del registro «Teresa». Todo ello en el paraje denominado El Almendral, que extiende su nombre al conjunto de minas pertenecientes a todo el Grupo Sur de Burguillos.

En ella, como esquemáticamente se indica en el adjunto corte, se dió hace años un pozo vertical de 20 metros de profundidad que, según referencias (pues no es aseQUIBLE en la actualidad), cortó un mineral constituido esencialmente de un oligisto micáceo de muy alta ley en hierro. Sobre este último, seguramente en forma de filón o de lentejón estrecho y alargado en el sentido E.-O., se dieron igualmente unos 20 metros de galería en dirección. Ello probablemente con escaso resultado práctico, pues de ella sólo sabemos que fué emboquillada en mineral y que

caminó por el contacto que allí existe entre un macizo de roca ígnea y restos de una caliza blanca y muy cristalina, seguramente cambriana.

En dirección N.-S., o sea transversalmente a la marcha de la cristalización ya señalada por el pozo anterior, existe



igualmente el viejo trazado de un socavón, de 248 metros de longitud, dado con la indudable intención de ir ganando altura sobre la pendiente de la ladera y llegar a la zona enriquecida, conocida de antemano, con cota suficiente para extraer por él los minerales con cubicación comprendida entre la superficie y el nivel de la galería. Por un error de cálculo o por defecto de conocimiento sobre la verdadera extensión del mineral, ocurrió que tan sólo se tenía ganada una altura aprovechable de 20 metros cuando se llegó a cortarlo, por lo que la costosa obra se consideró casi inservible y fué abandonado hasta el día de hoy.

Como indica el croquis correspondiente, las rocas cortadas por el socavón a que acabamos de referirnos (sólo visitado parcialmente por nosotros) son una alternancia de unas ácidas (granitos) fajeadas de diques e intrusiones de otras básicas de la familia de los gabros, con pizarras metamórficas de difícil clasificación y, en menor cantidad, con calizas marmóreas de mucha compacidad.

No obstante el dar tan escasos datos prácticos sobre la posible importancia de las metalizaciones que puede contener «Li-Hung-Chang», no por ello dejamos de reconocer que a su zona le concedemos un valor apreciable, pues además de gozar de una colocación desnivelada claramente favorable para cualquier intento de explotación futura, posee el interesante historial de que recientes estudios geofísicos desarrollados en ella dieron un resultado halagüeño que no estaría de más el comprobar.

Por el momento hay que reconocer que las posibilidades de esta mina son casi desconocidas, y que su actual inactividad o su posible puesta en valor depende, sobre todo, del desarrollo y el resultado económico de las labores que se llevan en el resto del grupo minero a que pertenece y del cual es una probable reserva o un campo de ampliación de sus actividades actuales o futuras.

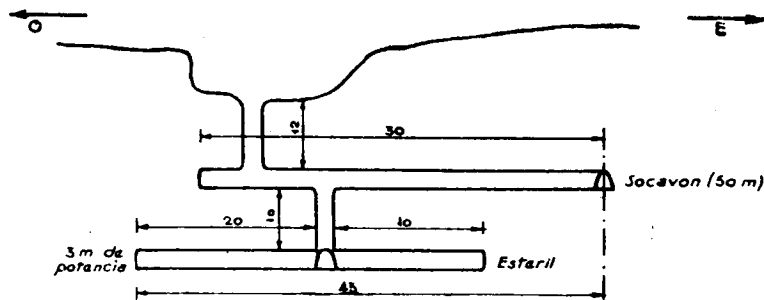
#### c) Minas «Teresa» y «María Adela»:

De la misma forma que «Li-Hung-Chan» viene a ser una prolongación ensanchada de «La Judía», los registros «Teresa» y «María Adela» lo son, siempre hacia el E. y con mayores crecimientos por los extremos N. y S., de «Li-Hung Chan». Son, pues, simples registros de cobertura o reserva de la que hasta ahora fué la zona principal de todo el Grupo Sur de Burguillos, en los que los cortos trabajos de investigación que contienen sólo permiten suponer, como mera posibilidad, que almacenen metalizaciones que inviertan, en su favor, el orden de preferencia que en estos años fué concedida a la propia «La Judía», mina que no en balde es la más trabajada e investigada de todo el distrito Sur.

Sus minerales, como es lo corriente en todas las minas

de Burguillos, son de la mejor calidad, y el diferente contenido en Fe que según los análisis consignados poseen en una u otra, lo estimamos más aparente que real, pues mientras que el desmuestre de «María Adela» corresponde a una extracción de cierto volumen, y por ello bastante seguro, el de «Teresa» lo realizamos sobre una pequeña calicata excesivamente superficial. Tiene, pues, un valor muy relativo.

Las únicas labores de cierta importancia pertenecen a «María Adela» y gráficamente quedan representadas en la planta horizontal del plano número 2 y en el corte O.-E., que intercalamos seguidamente.



Con el salteado que a propio intento dimos al trazo grueso con que representamos los sitios en que el filón se enriquece más o menos, pretendimos dar una idea de lo irregular y poco continua que hasta ahora resultó la mineralización de esta mina. Sólo en su segunda planta (frente de Poniente) nos fué posible apreciar una potencia de unos tres metros, y otra algo más estrecha en la pequeña cantera superficial porque da comienzo el conjunto de la labor, la que, en el resto de su recorrido, presenta anchos tan reducidos que haría antieconómico su arranque. Ello

sucede, a los precios actuales, en cuanto la potencia baja del admisible límite de 2,50 metros, siendo la gran dureza de las rocas graníticas y gábricas que constituyen los hastiales del filón y los cierres o estrechamientos que éste presenta en su disposición arrosariada, el origen del señalado límite económico.

Tanto una mina como la otra están hoy en período de investigación y ello a un ritmo nada intenso, por lo que resultaría aventurado cualquier intento sobre la estimación de sus posibles o hasta probables reservas. Por ahora no se aprecia en ellas mayor existencia comprobada que unos miles de toneladas, y, como mala nota dominante hasta que el descubrimiento de lentejones de buena potencia no la neutralice, la seguridad de que cualquier labor de disfrute o de investigación que en ella se decida, ha de resultar sumamente costosa.

Los minerales que dieron los reconocimientos a que ya aludimos (estos últimos demasiado reducidos para la gran extensión de sus demarcaciones) acusaron los siguientes contenidos:

	Fe.	S.	SiO <sub>2</sub>	Ph.
«Teresa» .....	60,5	0,1	7,5	0,01
«María Adela» .....	56	0,2	10	0,02

d) Concesiones «Imperio» y «Coto Real»:

Constituyen una prolongación hacia Occidente de la mina «La Judía» y sobre sus posibles valores nada puede adelantarse por lo mismo que carecen de toda clase de labores de exploración. Contienen sí manifestaciones exter-

nas del paso de algún filón que no llega a destacarse del achatado y duro terreno rocoso que ocupa la totalidad del espacio comprendido en sus demarcaciones respectivas, pero como ello es totalmente insuficiente para dar la más pequeña idea del cual podrá ser en definitiva su posible importancia, lo más prudente por ahora es el considerarlas como simples esperanzas que el tiempo se encargará de confirmar o de anular por completo, según sean los resultados efectivos de las prospecciones que en ellas habrán de ser desarrolladas por quién intente valorizarlas. Por de pronto, y como obstáculo importante del trabajo explorador en que pensamos, adelantamos que cualquiera de índole minera que se realice habrá de resultar de elevado costo, por lo mismo que tendrá que atacarse dentro de unas formaciones rocosas de exagerada dureza.

## II.—Zona Norte:

Mientras que la Zona Sur está prácticamente, al menos en su parte activa, en manos de un solo explotador (la Comercial Tallefer), la Norte se la reparten entre esta misma Sociedad, que en arriendo lleva las minas «Monchi», «San Augusto», «Gelin» y «San Eugenio» y el particular señor Felices, quien también como arrendatario, controló el grupito formado por las concesiones «Consuelo», «Aurora» y «San Francisco», las que, igual que las anteriores, quedan limitadas y se suceden en la forma que indica el plano de situación correspondiente.

Todo el grupo se extiende sobre el mismo criadero llamado el de la Sierra del Cordel y que, con una discontinuidad intermedia de unos 1.000 metros, se manifiesta durante una corrida de 3,5 kilómetros. Su mineralización, similar en una mina o en otra, está constituida por una mag-

netita de grano fino, color gris metálico y gran dureza, que parece concentrarse en un filón (o hasta en dos), cuya caja arma entre bancos de caliza cristalina, al techo, y otros de cuarcitas o masas de granitos, al muro.

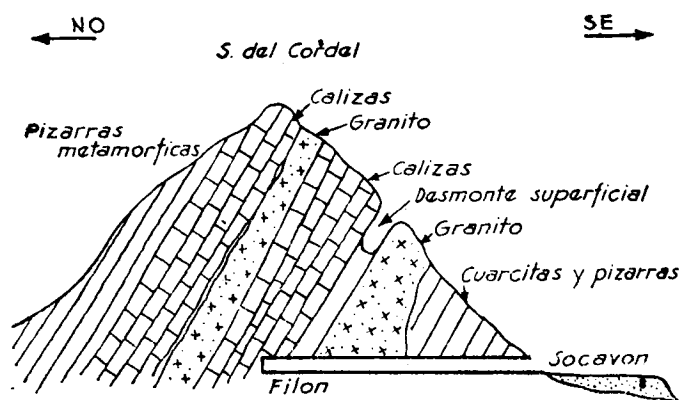
En ciertos trayectos de la corrida abarcada en la mina «Monchi», y casi siempre reunido en el hastial mencionado del filón que constituye el criadero que hasta ahora fué explotado en toda la zona perteneciente a la Sierra, se presenta una veta de arseniuro de cobalto (esmaltina) que llegó a acusar una riqueza del 10 por 100 en Co metal, y a producirse, siempre como subproducto de la explotación ferrífera, en la cuantía de algunas decenas de toneladas métricas que, aunque fueron vendidas a buen precio hace unos años, no encuentran hoy en día fácil colocación. Su presentación lateral, concentrada y semi-separada del filón de hierro magnético de toda la corrida general, hace suponer que proviene de una pequeña inyección filoniana y sulfoarsenical que, por ocurrir después de la consolidación de la veta ferrífera, no pudo seguir su camino ascensional más que en puntos muy limitados y siempre por los planos debilitados de la salbanda del filón ya formado.

También aparecen vetitas de niquelina.

El pensar en fenómenos genéticos más complicados representaría admitir diferenciaciones y cambios de estado que no se acusan en el contenido regular y químicamente homogéneo de la bien reconocida caja de mina de este caso, en la que, por el mismo hecho de que el cobalto sólo existe concentrado lateralmente en zonas muy limitadas, habrían de presentarse otras más amplias en que el Co., el As. y el S. (que siempre tienen la esmaltina) y el Ni quedarían formando parte de la metalización ferrífera.

Una vez señalada la novedad que, en esta Memoria, constituye la existencia de otros metales distinto del hierro y sus acompañantes habituales, seguiremos con la descripción general del criadero de que tratamos por el momento.

Dentro de la orientación general NE.-SO. de la Sierra del Cordel, el filón que por ahora ha constituido el único criadero ferrífero que en ella es conocido con absoluta seguridad, corre con rumbo N.-30°-E. por el flanco SE. de



la misma, hasta que, pasado el poblado de Burguillos, su propia orientación lo hace montarse sobre la ladera ligeramente NO. de la prolongación algo torcida del nombrado levantamiento orográfico. Ello ya en su suavizada marcha hacia Levante.

El corte esquemático del criadero lo interpretamos como indica el dibujo, e indica que la entrada en el yacimiento desde su más fácil ataque por el S. corta primeramente una serie de pizarras y cuarcitas de naturaleza metamórfica, pasa luego un asomo granítico de gran dureza y penetra bruscamente en el filón de magnetita, al que, por el respaldo opuesto, le sigue una potente hilada de calizas. Para seguir más adelante en la posterior suce-

sión de rocas que se cortarían en la prolongación ideal del socavón que figura en el dibujo, a falta de labores subterráneas en que apoyarnos (las más avanzadas de ellas quedan paradas en la caliza del techo de la metalización), podemos únicamente citar lo que muy enmascarado nos fué visible en el flanco opuesto de la Sierra: uno o dos asomos hipogénicos; nueva vuelta a las calizas y entrada definitiva y final en un tramo pizarroso muy metamórfico.

La señalada repetición de las rocas que acompañan al filón del criadero conocido y el hecho de que en la ladera NO. de la Sierra se vean muchos cantos rodados de magnetita, nos hace considerar como posible que, tal como indicamos en el dibujo, la metalización vuelve a repetirse en uno o más puntos.

Dentro de la orientación declarada y de un buzamiento próximo a la vertical pero con tendencia al NO., el criadero se presenta con potencias discontinuas que varían entre cinco o seis metros de metalización cerrada, y un mínimo de 0,50 metros en los estrechamientos más exagerados. En su disposición en rosario o en nódulos que la citada variación de la anchura da a entender, tampoco es raro el que existan saltos como el salvado recientemente en la mina «Monchi», con algo más de seis metros de desplazamiento.

La corrida comprendida en el grupo formado por la reunión de las minas «Monchi», «Consuelo», «Aurora» y «San Francisco» es muy próximo a los 800 metros. Ello del filón conocido. Por su parte, la «San Augusto» (totalmente inactiva) vendrá a cubrir otros 600 de lo que podrá ser la problemática longitud de la supuesta repetición de la mineralización vista, y a su vez la mina «Gelín» (en investigación prometedora) otros 750 de lo que nosotros concep-



tuamos como corrida diferente de la considerada hasta ahora.

Los desmuestres efectuados con los minerales de toda esta Zona de Burguillos dieron los análisis siguientes:

	Fe.	Mn.	TiO <sub>2</sub>	S.	SiO <sub>2</sub>	P.
«Monchi» ...	59 a 63	2,04	Nada	0,2 a 0,37	0 a 11	0 a 0,03
«Consuelo» ..	61 a 65,70	1,72	»	0,52	0,8 (?)	0,006
«Gelin» .....	54 a 61	2,06	Indicios	0,2 a 5,4	8 a 10	0,015

Al comparar entre ellos las cifras anteriores, resulta algo extraño el corto contenido en SiO<sub>2</sub> del mineral de «Consuelo» y la marcada diferencia existente entre el 0,2 y el 5,4 por 100 que el mineral de «Gelin» parece acusar en cuanto a su proporción en S. La explicación más sencilla de ello, aparte algún posible error de laboratorio, está en que, por estar las dos minas citadas en período de investigación y no de arranque verdadero, sus desmuestres respectivos los hicimos obligadamente de muestras o arranques casi de ocasión y muy propicios por ello a dar resultados erróneos y alejados de lo que en realidad será el término medio de su riqueza verdadera.

Una desorientación parecida se produciría si hubiéramos pretendido incluir, entre los límites máximos y mínimos del cuadro anterior, los resultados acusados por dos muestras excepcionales que obtuvimos, una en «Monchi» y otra en «Gelin». La primera de éstas fué un trozo de la roca semimineralizada que por entonces se presentaba en uno de los frentes parados de dicha mina, y la segunda, en cambio, la elegimos especialmente, entre las magnetitas de «Gelin», por su buen aspecto externo y por su tenden-

cia a presentarse cristalizada. Como siempre pensamos, y sin que ello añada ninguna nueva nota buena o mala en favor o en contra de la calidad media del mineral de una u otra zona, los ensayos de ambas dieron los resultados que siguen:

*Semimineral de «Monchi»*

Fe .....	15,50	%
TiO <sub>2</sub> .....	0,38	%
Mn .....	3,20	%
SiO <sub>2</sub> .....	68,40	%
P .....	0,07	%
S .....	0,37	%

*Magnetita cristalizada de «Gelin»*

Fe .....	68,41	%
TiO <sub>2</sub> .....	0,22	%
Mn .....	2,96	%
SiO <sub>2</sub> .....	0,38	%
P .....	0,008	%
S .....	0,24	%

Estos dos ensayos los consideramos dignos de ser citados por separado, no por sus distantes proporciones de Fe y SiO<sub>2</sub> de lo que fué normal en el cuadro, sino por el hecho nuevo de que tanto uno como el otro acusan la existencia en el mineral de algún óxido de titano, elemento que de haber existido en bastante mayor proporción en todas las muestras nos habría inclinado a admitir como posible el que estos criaderos de Burguillos tengan su origen en una diferenciación magmática y no al fenómeno neumatolítico de contacto por el que nos pronunciamos al tratar de la génesis dominante en toda la región que habíamos de considerar.

Como detalle final y sin influencia en la calidad de los minerales de estos criaderos ferríferos de Burguillos, añadi-

remos que la esmaltina que se presenta en una veta y en contacto con el hastial S. de «Monchi» acusa los siguientes contenidos ya reproducido más arriba :

Co.....	3,27 %
Ni.....	0,69 %
As.....	31,07 %

ello aunque, según referencias que no pudimos comprobar, hubo épocas en que este mineral o subproducto llegó a dar el 10 por 100 de Co. y el 2 por 100 de Ni.

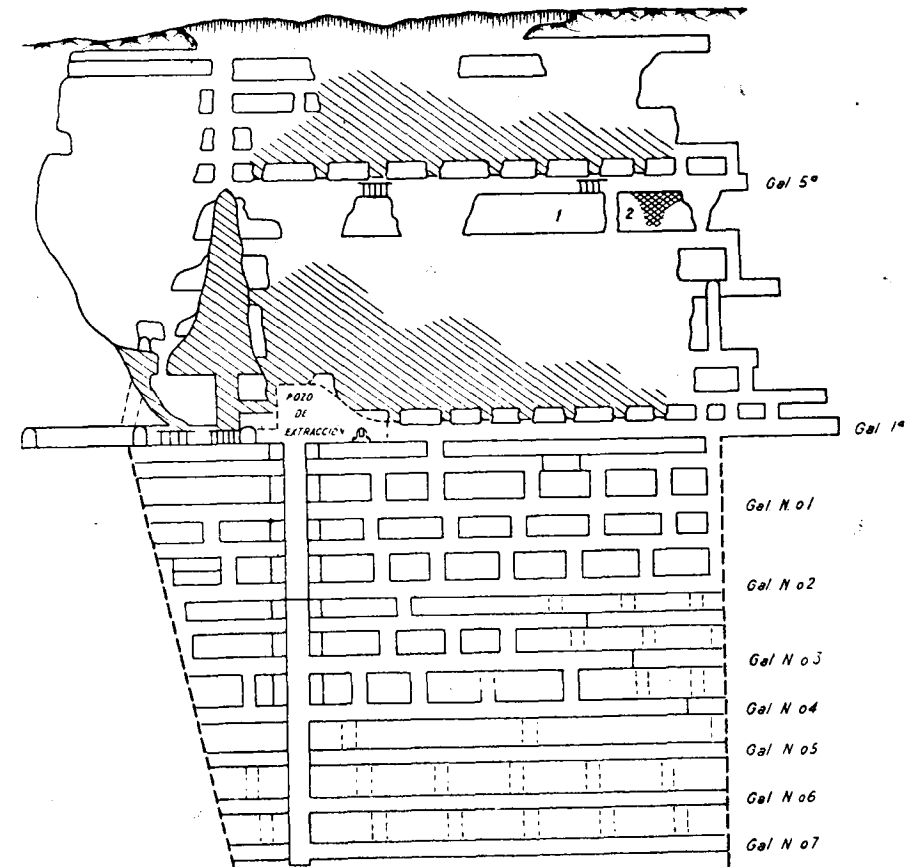
#### Labores mineras del Grupo Norte:

Al quedar la mina «Monchi» totalmente rodeada por la reunión de las llamadas «Consuelo» y «Aurora» (aquella del señor Felices y éstas de «Taifeller, S. A.»), y por el hecho de que en las tres se explotan trozos sucesivos de un mismo y solo filón, resulta como consecuencia que las explotaciones que en ellas se han llevado y se llevan en el momento actual quedan entremezcladas hasta el punto de que se llegó a la intrusión de unas labores en otras y a que se podría tomar los distintos trabajos como caprichosos y diferentes ataques de una única explotación. Ello a pesar del origen y ubicación diferentes de unas instalaciones de extracción, arranque mecanizado y desagüe, que lo más natural y económico sería que fuesen únicas y montadas con la mira ampliar de servir al conjunto del criadero de la Sierra del Cordel.

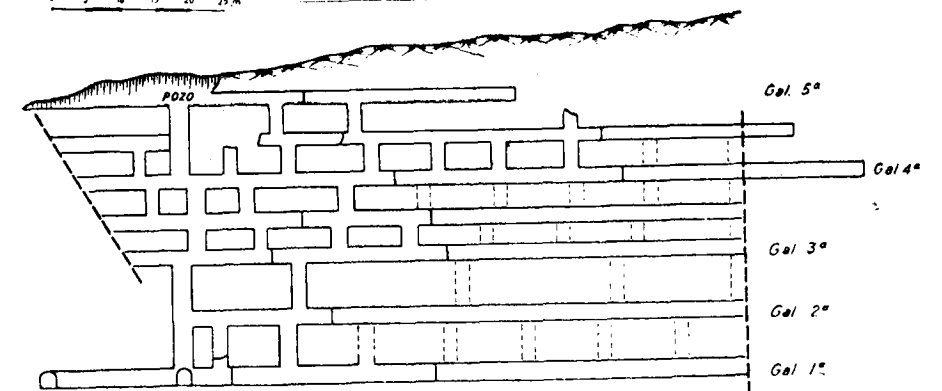
A pesar del defecto apuntado, las labores de estas minas son las mejores y más importantes del Grupo Norte de Burguillos, pues las que por el momento presentan los separados registros «Gellín» y «Guadalupe» (éste de explota-

### SECCIÓN LONGITUDINAL

#### FILÓN "CONSUELO"



#### FILÓN "AURORA"



dor independiente) no son más que investigaciones más o menos avanzadas y de relativo valor actual.

Tratando, por el momento, sólo de la parte de criaderos abarcado entre «Monchi», «Consuelo» y «Aurora» (esta última prolongada por Poniente con el área propia de «San Francisco»), pasamos a reseñar sus labores más importantes, las que gráficamente quedan desarrolladas en el plano correspondiente.

La primera de ellas es el «Socavón Monchi» que, dado de SE. a NO. durante un recorrido total de 240 metros, cortó el filón a los 204 de su punto de ataque. Dicho corte, debido a la pequeña pendiente del trayecto perforado, se hizo con 48 metros de desnivel desde la superficie, y de los cuales sus 24 primeros estaban ya explotados desde antiguo por el pozo maestro, de 20 metros de tiro, que se señala en el plano.

A partir de esta vía general de arrastre, y ya sobre el filón, la labor se bifurca en dos galerías en dirección: una la que va hacia Poniente, con una longitud algo superior a 100 metros y con un desarrollo como el indicado en el plano de detalle, también adjunto; la segunda camina hacia Levante y, en un trayecto total de unos 45 metros hasta el frente que hoy continúa en avance, salva un salto con un desplazamiento al N. de unos seis metros.

La explotación que se montó en la rama de Poniente, seguramente al no encontrar anchuras económicamente beneficiosas más que en su extremidad ya lindante con su limítrofe mina «Consuelo», se desarrolló con exceso en esta dirección, llegando a intrusar claramente en las pertenencias de la última citada, motivo por el cual, una vez demostrado, vino la paralización de los arranques que allí se

efectuaban indebidamente sobre potencias aprovechables de tres y cuatro metros.

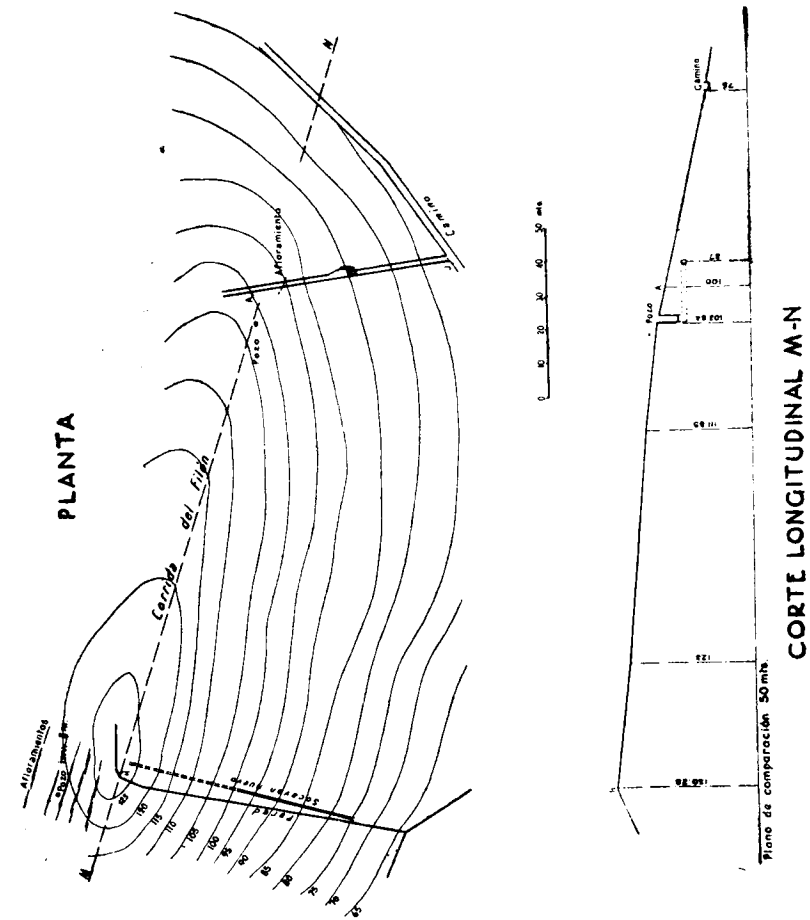
A su vez, la parte de yacimiento comprendido en la unión de las concesiones «Aurora» y «Consuelo», tiene su principal ataque y su vía general de extracción en otro socavón que viene a ser gemelo del anterior. Su orientación es paralela a la reseñada, y si en su longitud, sólo de 210 metros, gana más altura de macizo aprovechable (unos 60 metros en lugar de 48), es debido a que su pendiente, a favor de los arrastres y de la salida del agua, no es tan exagerada como la del transversal de «Monchi», y también a que la topografía del terreno se eleva unos metros en la zona que a él corresponde dentro de la corrida del crestónaje del criadero común.

Una vez que el filón fué cortado con el «Socavón Consuelo», sobre él se caminó hacia Levante, hasta el mismo límite de la propiedad minera, la que en este rumbo tiene un desarrollo longitudinal de unos 75 metros, en los que, desde el nivel de la galería general y hasta la superficie, hay que considerar que el criadero existente está explotado en buena parte. Sobre todo en los trayectos mejor metalizados de su corrida.

Fué indudablemente al considerar que el macizo todavía explotable en estas minas era ya muy escaso sobre el nivel de sus respectivas vías generales de ataque, cuando sus explotadores los buscaron a niveles inferiores y aun a costa de tener que elevar las zafras producidas y de mantener un cierto desagüe. Ello lo hicieron por medio de los pozos interiores que gráficamente se marcan en los alzados de las labores de ambos casos. El de la «Monchi» baja 50 metros desde su ataque a nivel del socavón y el de «Consuelo» y «Aurora» 60 perforados en exactas condiciones. Los

realces, o mejor dicho, explotaciones por cámaras y pilares que hoy están en arranque en el grupo de «Consuelo» y «Aurora» se dividen en dos grupos: los que pertenecen a la «Consuelo» se encuentran todos entre el nivel de su galería de extracción (0 como punto de comparación) y el de 60 del fondo de su contrapozo, y tienen una corrida preparada de unos 90 metros. Su altura aprovechable se divide en siete entreplantas entremediadas que vienen a constituir una explotación nueva y dispuesta a consumirse en un porvenir no demasiado lejano (sólo hay preparados unos 5.000 metros cuadrados de filón, los que, con una potencia media de dos metros, un coeficiente de esterilidad del 50 por 100 y una densidad de cuatro, suponen unas 20.000 Tm.), pues de los macizos altos hasta la superficie sólo obtienen algunos arranques efectuados en zonas de rebusca y en el aprovechamiento de las llaves de la explotación antigua.

Los otros son los montados sobre el filón de «Aurora», en el que por ahora sólo se ha explotado y se explota todavía las tres o cuatro entreplantas más bajas de las siete en que está dividido el macizo comprendido entre el terreno superficial y el nivel 0 del socavón. El macizo bajo de su zona propia no está todavía preparado, no sabemos si por las condiciones de la metalización o por falta material de tiempo; pero como posee una corrida de unos 90 metros, calculando con exactos factores que el caso anterior, puede atribuirsele una reserva probable de otras 20.000 toneladas métricas, las que, sumadas a las que todavía darán los trabajos desordenados de la zona alta, podrán elevarse seguramente hasta las 30.000. Ello, tanto en «Aurora» como en «Consuelo», sólo para las partes reconocidas y abiertas dentro de sus corridas, y sin tener en consideración sus



posibles prolongaciones en planta y alzado, los que hasta hoy están por reconocer.

En la «Monchi» existen, asimismo, explotaciones por encima y por debajo del nivel comparativo de 0 m. Las altas chocan con la dificultad de desarrollarse en un macizo semiexplotado y semihundido, y las bajas, con el inconveniente de estar preparadas sólo en 20 metros de los 50 del contrapozo y en una corrida no superior a 30. Entre unas y otras admitimos la preparación de unos 5.000 metros cuadrados de filón, lo que resulta equivalente a otras 20.000 Tm. de posible arranque.

La independiente y separada mina «Gelín» forma con su ampliación «San Eugenio» el grupo que queda más próximo al poblado de Burguillos, y aunque de ellos poco podamos decir concretamente por lo mismo que sólo presentan algunos incipientes trabajos de investigación, las dos corridas de afloramientos que en ellas parecen marcarse paralelamente y la bondad de los minerales que en las mismas conseguimos, constituyen la nota más halagüeña, respecto a su futuro desarrollo.

Sus labores de exploración son un socavón y un pozo, antiguos los dos, dados en su extremidad del E., y otros dos trabajos casi exactos, perforados con miras más amplias en la extremidad opuesta de la zona con muestras de metalización. En el grupo primero se ganará una posible altura explotable de unos 50 metros, mientras que en el segundo dicha cifra se elevará hasta los 80.

Otro tanto diremos, finalmente, del registro «Guadalupe» que es la avanzada más oriental de todo el grupo del Norte de Burguillos del Cerro y en el que, más acentuadamente que en el caso anterior, las muestras de la metalización que parece existir en sus pertenencias son de-

masiado reducidas y superficiales para pronosticar ningún valor.

De una forma u otra, dada la gran longitud durante la que puede seguirse la traza de buenos afloramientos ferríferos de los perímetros de «Gelín» y «Guadalupe», y dada también la circunstancia de que sus posibles reservas existirán en el 100 por 100 de su cubicación original, malo será que en los 700 u 800 metros de longitud que entre las dos comprenden no se demuestre la existencia mínima de unas 30.000 Tm. aprovechables. Ello durante el desarrollo de unas labores de investigación que ya dieron comienzo en ambos registros, y que nada tendría de extraño que pongan en evidencia una riqueza de orden mucho más elevado, y, lo que tendría una mayor importancia todavía, una continuidad de la metalización hasta su unión oculta con la ya conocida, sólo en partes seguramente, de la Sierra del Cordel.

Resumiendo lo dicho sobre todo el Grupo Norte de Burguillos, terminamos declarando que aunque en él no apreciamos más *cubicación segura* que unas 100.000 Tm., sí consideramos como *posible* y hasta *probable* la existencia de otra mucho mayor. No obstante el estar convencidos de ello, dada la gran irregularidad que apreciamos en el criadero, no consideramos prudente el conceder por ahora a esta zona una *posible* reserva mayor de 1.000.000 de toneladas métricas explotables. El pronunciarse por cifras más elevadas sólo será factible cuando existan más reconocimientos de la corrida general y labores mineras más profundas que las que hoy existen.

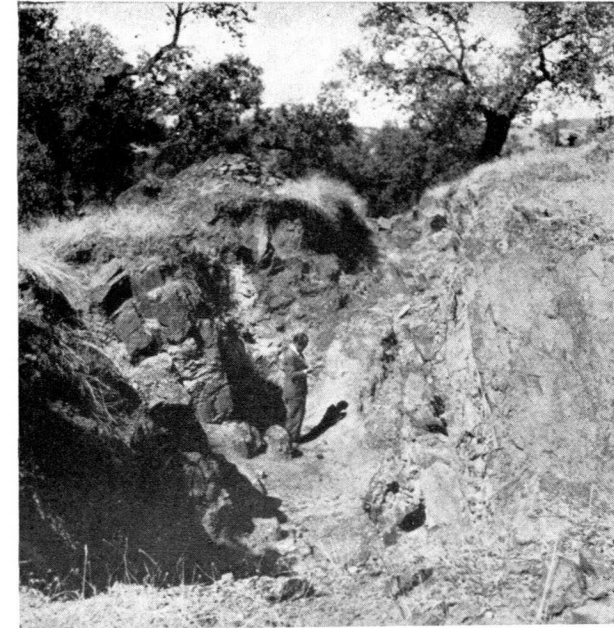
En cambio, no dejamos de reconocer que las posibilidades máximas de la misma son bastante más amplias, pues no olvidamos que los extremos de su corrida con aflo-

ramientos salteados distan entre sí más de cuatro kilómetros. Bastaría que en tal longitud se llegase a asegurar una continuidad o semicontinuidad que hasta ahora no se presume (seguramente por falta de labores en largos trayectos), o también la repetición lateral del filón que hoy se conoce para que, sólo en cada 100 metros de profundidad, y como una potencia media y reunida de cuatro metros y un coeficiente de esterilización del 50 por 100, se cubiquen :

$$4.000 \times 100 \times 4 \times 4 \times \frac{50}{100} = 3.200.000 \text{ Tm.}$$

cantidad que sólo podrá llegar a ser una realidad en el caso de que se intensifiquen los reconocimientos de la zona, y ello tanto en el sentido longitudinal del criadero conocido, como transversalmente al mismo y a la marcha orográfica de la Sierra del Cordel.

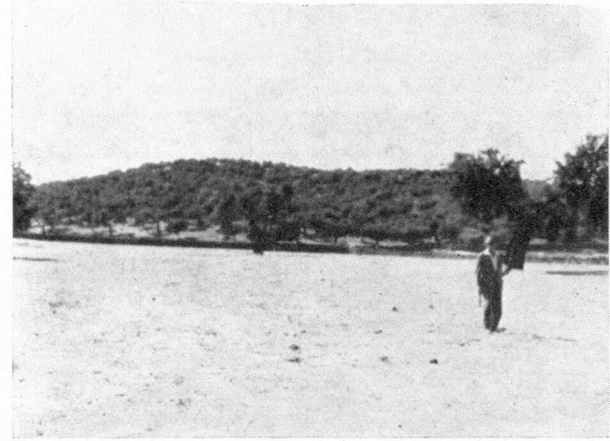
Otras localidades en las que existen criaderos de hierro en la provincia de Badajoz, como son los de la región de Feria, etc., y de hierros manganesíferos, por ejemplo, en la región de Oliva de Mérida, no han podido ser visitados por nosotros durante el tiempo hábil que requirió el presente estudio.



Fot. 1.—Trinchera abierta en el filón más largo del cerro de El Peón.



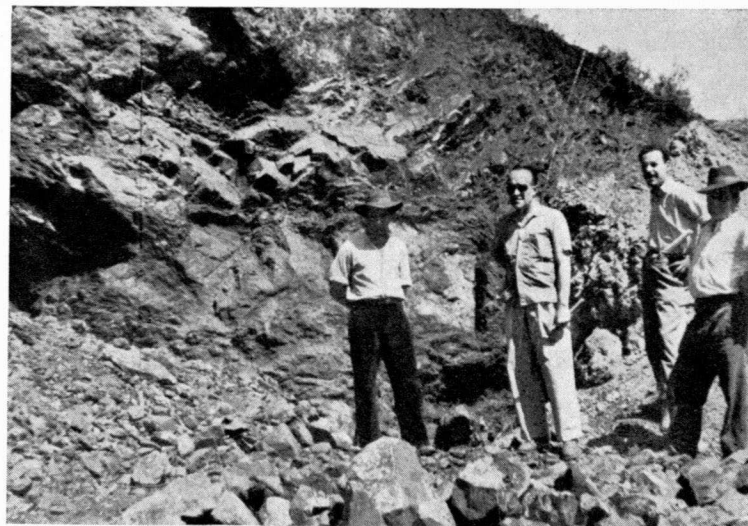
Fot. 2.—Afloramiento de otro filón de El Peón.



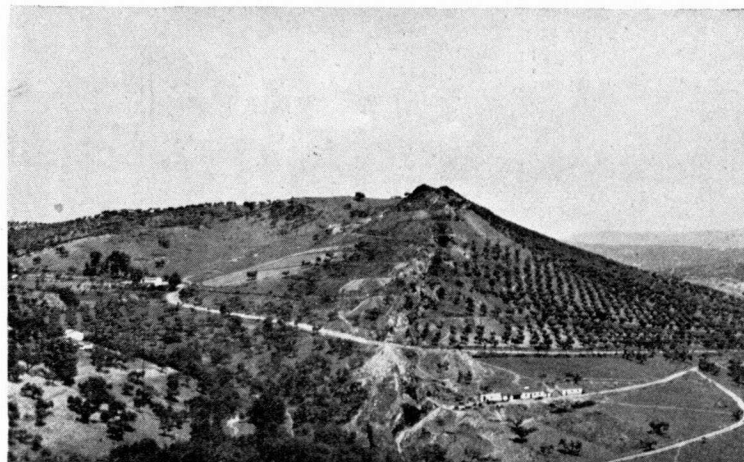
Fot. 3.—Cerro de El Peón visto a distancia desde el NE.



Fot. 4.—Una cantera de la «Bilbainas».



Fot. 5.—Otra de nivel más alto en que se aprecia el manto de diabasa.



Fot. 6.—La «Bilbaina». Explotaciones del cerro del Corbacho vistas desde Pico Bravo.

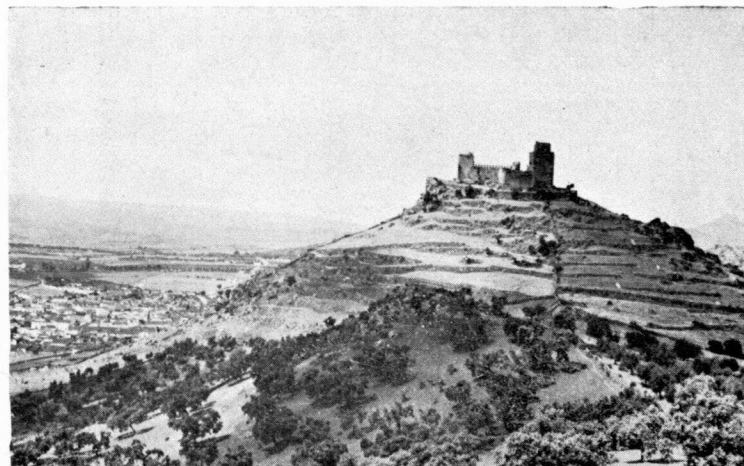




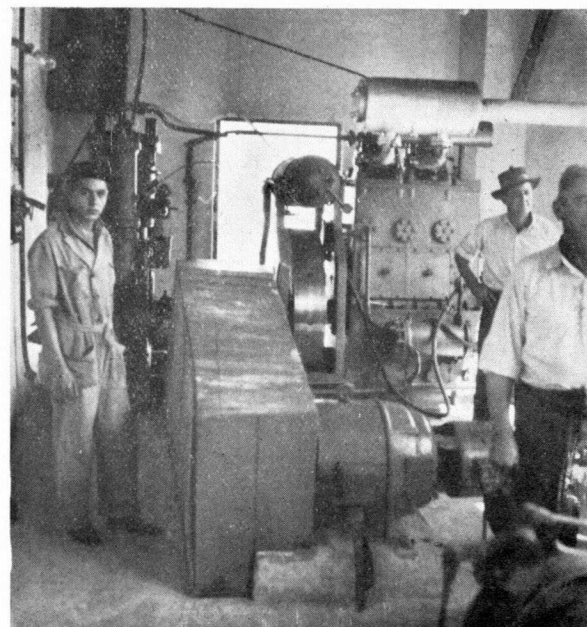
Fot. 7.—Rebaje de San Guillermo.



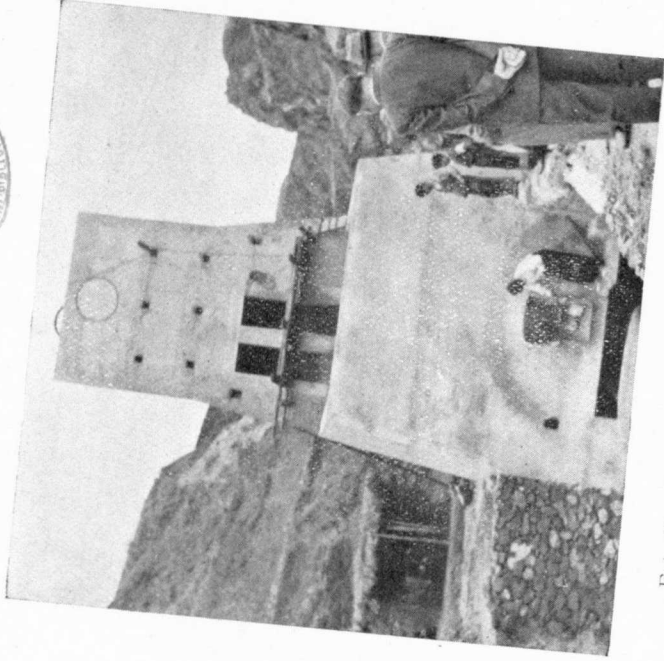
Fot. 8.—Extremidad N. de las explotaciones de la «Billbaina». Abajo la estación de R. E. N. F. E. (La Graja).



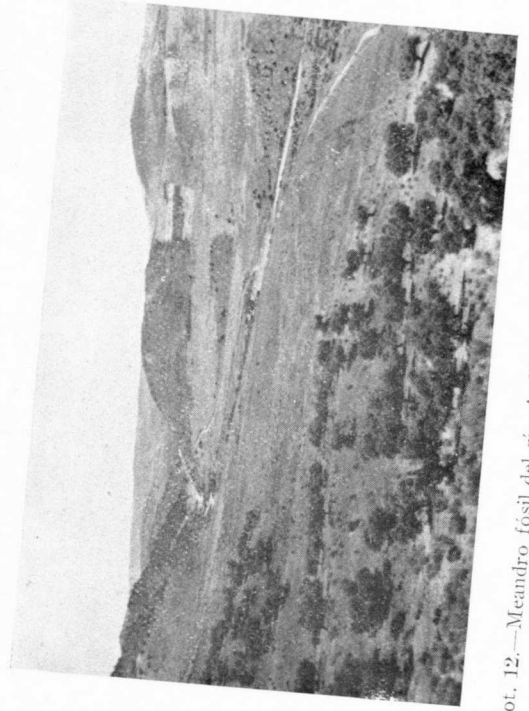
Fot. 9.—Burguillos y su castillo desde la mina «Gelin».



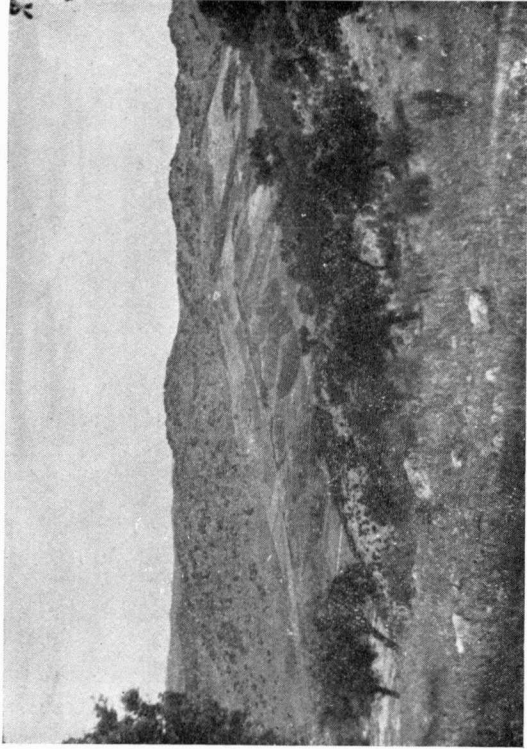
Fot. 10.—Grupo electrógeno para los servicios del pozo de San Guillermo.



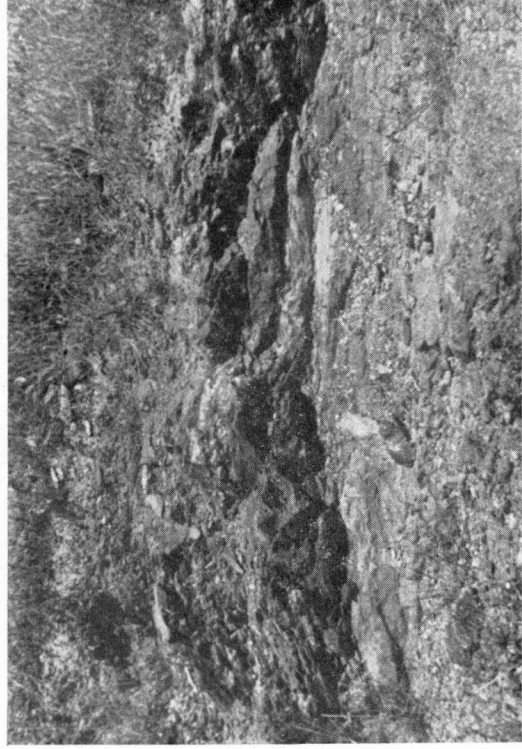
Fot. II.—Castillete de mampostería del pozo.



Fot. 12.—Meandro fósil del río Ardila entre Santa Justa y San Carlos.



Fot. 13.—Vista general de San Carlos.



Fot. 14.—Afloramiento del S. de El Peón.



Fot. 15.—Intrusion diabásica cortando la estratificación en la «Bihana»



Fot. 16.—Mina «Consuelo». Veta granítica atravesando graníticas

Investigación de niobio y tántalo en la segunda  
zona reservada de la provincia de La Coruña

POR

ANTONIO COMBA SIGÜENZA

Y

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

ANTONIO COMBA SIGÜENZA y JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

INVESTIGACION DE NIOBIO Y  
TANTALO EN LA SEGUNDA ZONA RESERVADA  
DE LA PROVINCIA DE LA CORUÑA

I.—INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la minería y metalurgia del niobio y del tántalo han tenido una influencia fundamental las dos guerras mundiales de este siglo. Con los datos estadísticos se puede afirmar que sólo en el Distrito de Dakota del Sur la producción de niobitas y tantalitas, que fué despreciable hasta 1917, alcanzó en el año 1918 la cifra de 2.040 kilogramos, para caer al año siguiente a 136 kilogramos, veinte años más tarde, coincidiendo con la tensión internacional que precedió a la segunda guerra, se elevó en el mismo Distrito a los 15.400 kilogramos.

Una demostración de la utilidad de estos dos elementos en la industria del armamento es que según la orden M-3 de la N. P. A. (National Production Authority) toda la producción de aceros inoxidable con niobio y tántalo se reserva para las necesidades de la defensa y se prohíbe el uso de los aceros con ferroniobio o con ferrotántalo-niobio en todas las aplicaciones en que se pueda utilizar otro acero.

Desde la terminación de la segunda guerra mundial se aprecia un continuo aumento del uso de aceros con cant

dades elevadas de niobio, así como con otros metales aleados. La utilización en aviación se ha aumentado con el empleo cada vez mayor de los materiales resistentes a las temperaturas elevadas o superaleaciones y con los aceros austeníticos. En las industrias químicas es fundamental su utilización en la fabricación y almacenamiento del ácido nítrico principalmente con concentraciones del 95 por 100, con un claro desplazamiento del titanio en las instalaciones de destilación fraccionada. También se observa un desplazamiento del titanio por el niobio en las varillas de aporte en la soldadura, circunstancia por la cual durante la segunda guerra mundial los alemanes reservaron sus depósitos de niobio para añadirlo a las varillas de soldar. Cada vez aumenta también el consumo en la construcción de recipientes para presiones elevadas y para temperaturas elevadas por aumentar la resistencia a la corrosión. En energía nuclear tiene mucha importancia la absorción de neutrones térmicos por los estabilizadores; los tres que se emplean corrientemente en los aceros son, además del hierro, que tiene 2,4, el Cr. con 2,9, el Ni 4,5 y el Ti 5,8, mientras que los del Nb y Ta son, respectivamente, 1,2 y 2,1. Por las secciones de captura también se aprecia la utilidad del niobio como material refractario en los reactores de neutrones rápidos y como material típico de revestimiento.

No olvidemos tampoco su empleo en el filamento de los tubos de incandescencia sometidos a vibración, en los tubos de radio y radar, como catalizador en la fabricación de goma sintética, en carburo para cortar chapas, en óptica, en planchas para casos, etc.

Uno de los productos comerciales más interesantes obtenidos en el beneficio de las niobitas y tantalitas es el ferrotántalo-niobio, con una composición aproximada de Nb

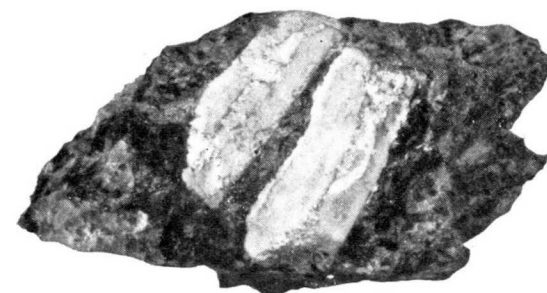


Fig. 1.—Berilos en los diques pegmatíticos.



Fig. 2.—Cristal de casiterita con veta de volfram.



el 40 por 100, de Ta el 20 por 100, de C el 0,25 por 100 y el resto hierro.

En contradicción aparente con lo manifestado anteriormente, hemos observado, al finalizar el año 1955, una disminución de la demanda de ambos elementos, y si nos referimos a los únicos datos publicados hasta la fecha de escribir este artículo, se ve que las compras por el U. K. descendieron de 306 Tm. en 1954 a 296 Tm. en 1955, y que en diciembre último la unidad de Nb y Ta sólo se pagó a 250 s. y se opinaba que a este precio no habría compradores en 1956. Esta baja parece coincidir con las noticias de la Oficina de Movilización para la Defensa (O. M. D.) de los Estados Unidos, de que entre los ocho materiales de los cuales quedaron satisfechos los objetivos de exigencias estratégicas figuran las tantalitas.

## II.—ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN EN GALICIA

En el año 1945 comenzamos, por iniciativa del entonces Director del Instituto Geológico, Ing. Marín y Bertrán de Lis, un estudio sistemático de las playas de la provincia de La Coruña, operación que requirió dos años de trabajos de campo, ya que, además de los desmuestres de las correspondientes playas, se efectuaron los de cuantos aluviones cercanos a las mismas se consideraron fuesen de interés, habiéndose estudiado 111 parajes con un total de 600 muestras.

En estas muestras se hizo una separación por densidades, y dentro de cada grupo obtenido una nueva separación por magnetismo, con lo que las muestras quedaron considerablemente aumentadas al obtener estas fracciones.

Todas las fracciones se analizaron espectroquímicamente

durante los años 1946 y 1947, y al dar cuenta de los resultados a la superioridad, ésta decidió no pedir reservas en cuanto a los minerales de torio identificados por nosotros anteriormente, por estar reservada toda la provincia desde el 4 de octubre de 1945 a petición de la Comisión del Uranio del Instituto Geológico, pero sí se decidió reservar las zonas más interesantes por su amplitud o riqueza correspondientes al niobio y al tántalo. Consecuencia de esta decisión fué la Orden del Ministerio de Industria y Comercio del 3 de diciembre de 1947, que reserva las seis zonas de la provincia de La Coruña que en la misma se mencionan. En algunas de ellas continuamos, con carácter particular, los estudios, guiados únicamente por su interés científico, y hemos podido apreciar una variación grande en las leyes elementales de las playas e incluso en una de las zonas la carencia de niobio y tántalo, unos años después del primer desmuestre, todo ello influído por las corrientes marinas y los temporales que precedieron a las tomas de muestras.

En el año 1955 se consiguió un crédito para estudio de estas reservas y se empezó por la zona que, sin ser la más extensa, es la que dió mayores riquezas en los diversos estudios de las arenas de sus playas; esta zona es la de Boiro, que corresponde a la Reserva núm. 2. Durante el año que comienza de 1956 se destinará otra cantidad al estudio de la Reserva núm. 1, que es la de Noya.

### III.—SITUACIÓN GEOLÓGICA

La sucesión de terrenos correspondientes a la zona investigada se expone con un criterio parecido al que sirvió de orientación en las descripciones de las hojas geológicas

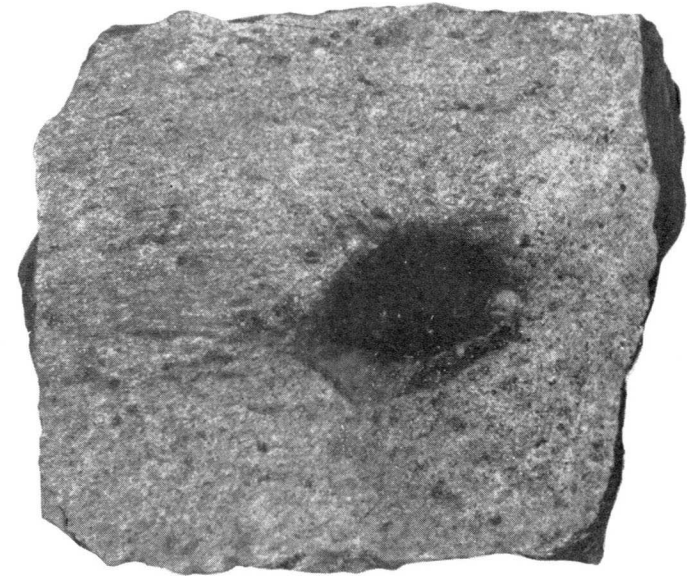


Fig. 3.—Nódulo grafitoso en los esquistos. Tamaño natural.



Fig. 4.—Nódulo grafitoso en los esquistos metamórficos.  
Tamaño natural.

de esta provincia, que son las de Sisargas, Lage, Carballo, Mugía y Camariñas.

Se aprecia, en general, entre las rías de Noya y Arosa, una corrida de rocas antiguas, de Norte a Sur, interrumpidas por una serie de manifestaciones más modernas, con la particularidad de que los diques pegmatíticos mineralizados se encuentran en las rocas antiguas.

En el Occidente de la provincia de La Coruña puede recorrer el geólogo una faja de esquistos y gneises antiguos que la cortan formando un pequeño arco de Norte a Sur, con potencia en algunas ocasiones de hasta cuatro kilómetros, que comienza al Norte en Malpica y terminan al Sur sus últimas manifestaciones de la provincia en Abanqueiro, pasando por Noya, atraviesa la provincia de Pontevedra, cruza el Miño y penetra en Portugal hasta el Duero. Al Oeste de esta faja existen unos esquistos, en algunos casos biotíticos, con dirección N. 10° que cubren desde Lampón hasta el Barbanza; dentro de ellos se observan dos facies, una más compacta que la otra, y los diques pegmatíticos de esta segunda es donde se encuentra principalmente la mineralización de niobio y tántalo. Estas dos grandes fajas comprenden a una tercera que va desde Lage hasta Boiro, consistente en un granito gneisificado de dos micas, que en algunos sitios, como en Cadarzojo, da lugar a una variedad ligeramente porfiroide, con orientación en el 75 por 100 de los porfiroblastos, los cuales tienen las caras delimitadas perfectamente.

Los mencionados gneises tienen en algunos parajes un marcado metamorfismo regional, y así como en los esquistos, se encuentra considerable cantidad de enjambres de filones y diques de origen eruptivo, ya ácidos como aplitas, felsitas, etc., ya básicos como anfililitas.

El granito orientado es de estructura ordenada, con proporciones del mismo orden de biotita y moscovita, tamaño medio de grano, y orientación N. 10° a N. 20°, concordante con los macizos esquistosos y gneísicos. Este tiene la variedad de los feldespatos porfídicos. Zonas fluidales en el contacto con éste y con los esquistos. Tiene zonas con muchas pegmatitas (no mineralizadas) y diques de cuarzo. Este es parecido al del monte Neme, tan famoso por sus criaderos de volframio.

Los esquistos más occidentales de la zona considerada están limitados por un granito de dos micas, no orientado, de grano grueso, en general bastante homogéneo, salvo en su límite oriental cerca de los contactos con los esquistos y el granito gneísico de dos micas que cubre la parte más alta del Barbanza. Los gneises orientales están interrumpidos por un afloramiento aproximadamente circular, de cinco kilómetros de diámetro de granito de grano grueso de biotita, que en algunos lugares tiene porfiroblastos de hasta seis centímetros. Aquel granito se presenta de una forma bastante uniforme dentro de algunas pequeñas diferencias en el tamaño del grano, pero no hemos observado alcanzarse a manifestarse con grandes porfiroblastos; en ellos se aprecia, en general, su erosión en bloques redondeados.

Al Sur de la reserva existe un granito discordante de grano grueso, que ocupa la zona de Cabo Cruz, con una serie de digitaciones entre Lampón y la Puebla del Caramiñal. En los contactos de este granito con las rocas orientadas, se han podido apreciar en la misma costa manantiales de magnífica agua potable, representando en el plano los más utilizados en la región.

Entre los rasgos característicos que se han apreciado en la zona representada hay varios que inmediatamente

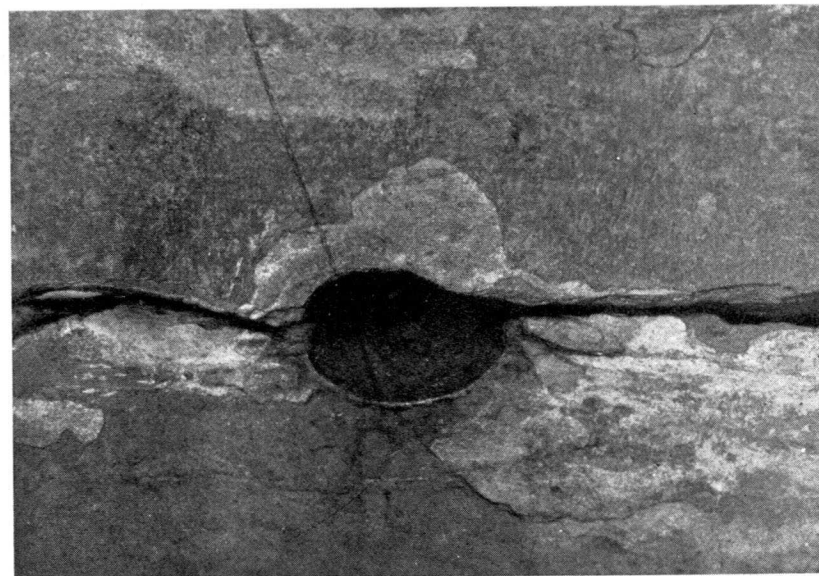


Fig. 5.—Nódulo grafitoso en los esquistos de Sampayo. Tamaño natural



Fig. 6.—Esquistos metamórficos.

saltan a la vista. Uno de ellos es que el límite de los diversos terrenos no es neto, y quizá como más típico es el caso de Abanqueiro, donde la mancha representada como gneísica es, en realidad, una sucesión de dos kilómetros de potentes corridas de granito gneísico y gneises, donde al Oeste dominan los granitos orientados y en Portomuro los gneises. Esta mancha tiene un dique de aplitas granatíferas que va desde el SO. de Abanqueiro hasta Belles de Abajo. En Brión hay un pequeño isleto de gneises en la faja N.-S. del granito gneisificado, lo que puede servir para consideración geocronológicas. En el estrechamiento de Rebordelo-Tinanes se aprecian en la costa unas manchas esquistosas de dirección dominante N. 10° E., pero entre ambos lugares sólo se encuentra el granito gneisificado.

También se encuentran en el granito gneísico algunos enclaves de los esquistos del tipo de Montaña, como es el de Teaño, pero carecen de diques pegmatíticos.

La zona de esquistos mineralizados está limitada al Este por un dique felsítico que, partiendo del mar, termina aparentemente al N. en Pazos de Coroño.

El moderno granito de biotita de grano grueso tiene enclaves de granito gneísico, como en el N. de Aldea de Arriba, y de esquistos, como en Rosom.

#### IV.—ESTUDIO DE LAS PLAYAS DE LA MARGEN NO. DE LA RÍA DE AROSA

El estudio elemental de los arenales de las playas de la margen NO. de la ría de Arosa comienza por la de Reboredo y termina en la de Corrubedo, paraje este último que se puede considerar como no perteneciente a la men-

cionada ría, pero sus arenas los hemos visto enriquecidos en determinadas ocasiones por los arrastres marinos de dicha procedencia.

Fue de fácil identificación el niobio y tántalo en estos arenales, así como que el arrastre de las corrientes habían producido la aportación de estos dos elementos a la playa de Anguieiro, fuera de la zona de reserva, por parecer por todos los datos que hemos podido recopilar ser debidos a un origen marino en lugar de continental. Ambos elementos fueron encontrados en menores cantidades en las playas de Aguiños, Coroso y Colorinos, y en otras como la playa de Esteiro, en ninguna de las ocasiones que la hemos reconocido pudimos identificar el Nb y Ta. Después de varias investigaciones llegamos a la conclusión de que todo el niobio y tántalo encontrado desde punta Cabío hacia el mar procedía de aportación marina, aunque su primitiva procedencia fuese, en parte, fluvial.

A partir de la Punta de la Ostreira, en las inmediaciones de Jobre hacia el NE., la impresión que producen los arenales es diferente; se empiezan a encontrar cantidades, aunque todavía pequeñas, de ambos metales en la playa de ría Sort, pero en la inmediata del Caramiñal se encuentran en cantidades muy importantes, sin duda por la aportación del río Barbanza, donde hemos logrado, por concentración directa con una sencilla batea de las arenas de la playa, llegar a leyes en pentaóxidos superiores al 0,1 por 100. Todavía son mayores las riquezas de la playa de Tarmuiña y de las zonas de aportes del río Goyanes, en las que por el mismo procedimiento la riqueza en pentaóxidos excedía del 1 por 100, cantidad extraordinaria, lo que es indicio de las cercanías de los diques pegmatíticos con el mineral originario. Al seguir el recorrido por la ría de

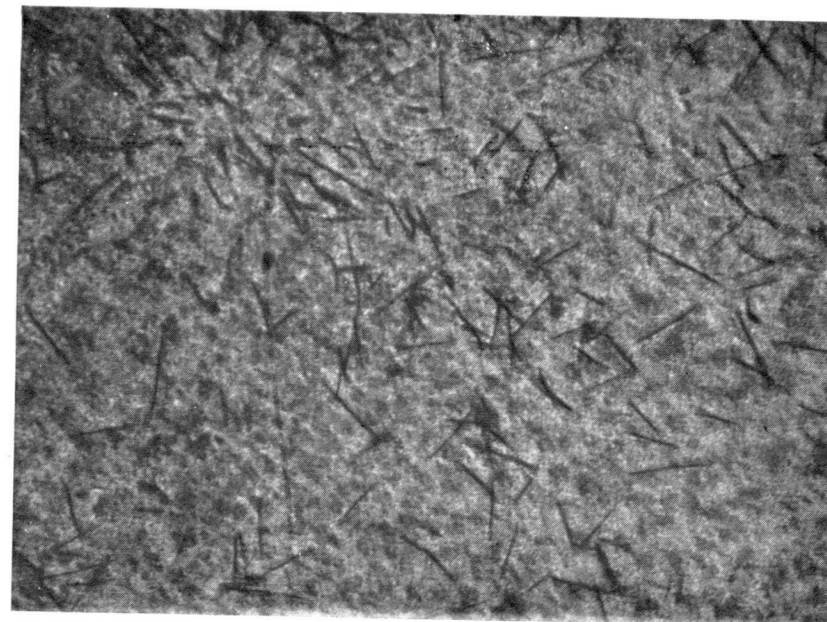


Fig. 7.—Impresión de una niobita de Piñeiro durante doscientas cuarenta horas, vista con 450 aumentos, para demostrar la distribución de los núclidos emisores de partículas  $\alpha$ .

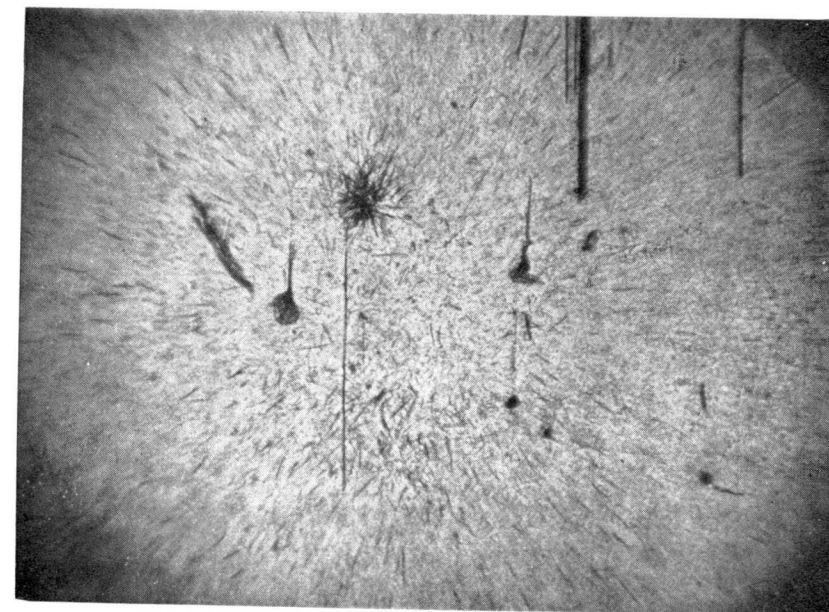


Fig. 8.—Impresión de una niobita de Piñeiro durante doscientas cuarenta horas, vista con 50 aumentos.

rosa y efectuar tomas de muestras en playas tan inmediatas como las de Barrañá y Carrageiros, las leyes bajan considerablemente, y en muchas ocasiones carecen de algunos metales.

Por estos reconocimientos se ve que hay tres ríos que son los que aportan mayores cantidades de mineral a la costa: el Barbanza, con su afluente el Lérez, y los de Lamen y Goyanes.

De estos estudios de arenas se ha deducido la existencia de otros elementos de gran interés. Las monacitas son frecuentes en casi todas las playas desde Aguiños hasta Budión; en algunas ocasiones en cantidades tan grandes que es suficiente, después de determinados temporales, para sacar una pala por los arenales, recogiendo una capa superficial de dos a tres milímetros de espesor, la cual es removida incluso varias veces al mes, donde los temporales hacen una función concentradora; en ellas por medición de actividad se han deducido leyes equivalentes para el torio: uno de 0,02 por 100 de torio para la playa de Barrañá y 0,08 para la de Budión. Las arenas de estas playas son completamente diferentes, mientras que la de la primera tiene mucha ilmenita y pocos granates, la segunda tiene como elemento dominante los granates. También hemos apreciado en otras ocasiones el interés que tienen las playas de Aguiños, Insuela, etc., desde el punto de vista del torio, pero ahora no las consideramos por estar dentro de la misma ría de Arosa, alejadas de la reserva.

Para el estudio del torio de estas dos playas, se lavó de cada una en la misma playa, con batea, cuatro kilogramos de tierras, dando la de Budión 1.344 gramos de fracción pesada y la de Barrañá 56 gramos, índice de la gran diferencia de constitución de ambas. La distribución de los

elementos diversos en las fracciones magnéticas es según el cuadro adjunto:

CUADRO I

Contenido en torio de las diversas fracciones de las playas de Budi6n y Barraña

FRACCION	BUDION		BARRAÑA	
	Por 100 en peso	Contenido en Th por 100	Por 100 en peso	Contenido en Th por 100
Magnético a 1 a...	38,69	0,03	30,30	0,11
2 ...	43,15	0,09	20,83	0,31
3 ...	0,90	2,34	5,68	2,64
4 ...	1,48	7,40	3,41	5,20
5 ...	0,90	1,50	1,90	12,00
No magnético ....	14,88	0,10	37,88	0,33

De la consideración de estas cifras se deduce que la separación de la monacita es sumamente fácil, alcanzando riquezas que la hacen de gran interés, como lo son las tres fracciones de menor magnetismo de cada playa, dentro de ellas la magnética a cuatro amperios de Budi6n, y las de cuatro y cinco amperios de Barraña, que permiten clasificarlas entre las más ricas logradas por una separación tan simple, con la particularidad de dar un rendimiento elevado, dado que la primera representa el 53 por 100 de la monacita de Budi6n y las segundas el 55 por 100 de la Barraña.

Del estudio con filtros de la actividad de estas monacitas se deduce que más del 80 por 100 corresponde al torio y el resto al uranio. Los valores dados en el cuadro se refieren al contenido en torio para dar una radiactividad equivalente a la de las muestras respectivas.

Además de las niobio-tantalitas y monacitas, algunas con marcada radiactividad, de las que hemos hecho consideraciones geonucleónicas en publicaciones anteriores, se

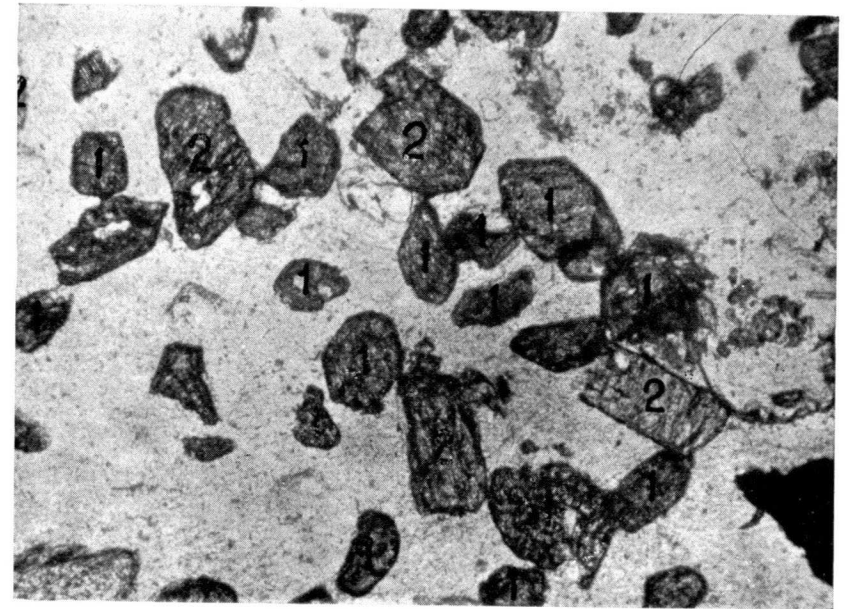


Fig. 9.—Fracción densa separada con campo magnético fuerte de la playa de Barraña. 1, monacita; 2, turmalina.

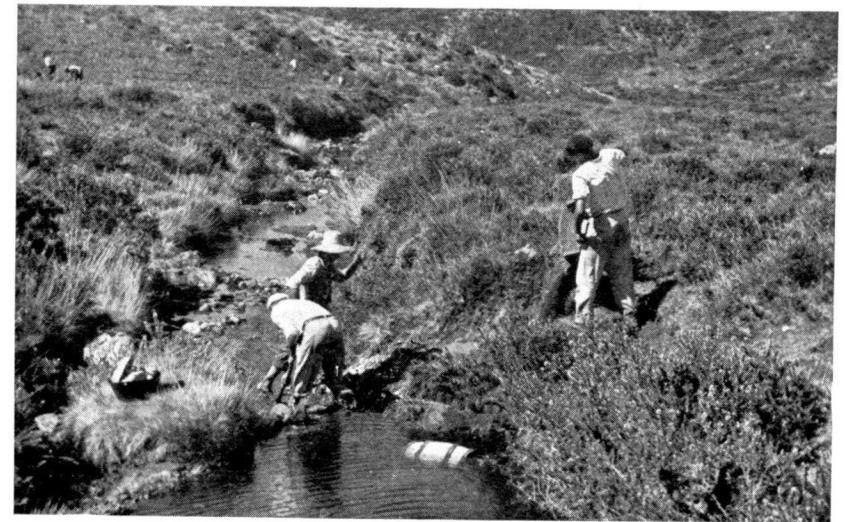


Fig. 10.—Concentración de aluviones en el río Barbanza.



han encontrado en estas playas varios elementos del grupo de las tierras raras, procedentes de las monacitas.

Un elemento interesante de estos arenales es el estaño, el cual ha dado cantidades verdaderamente extraordinarias en las zonas cercanas a la desembocadura del río Goyanes, donde concentrados superiores al 10 por 100 del metal los logra cualquier chiquillo lavando con una lata. Simultáneamente con estos minerales se encuentra el oro, y en las playas donde la ley de los anteriores baja, es frecuente, como nos ha ocurrido en la de Barrañá, encontrar destacadas partículas de oro entre los productos pesados de la batea.

En algunas playas de la provincia de La Coruña no hemos podido identificar el circonio, a pesar del interés puesto, pero en la ría de Arosa lo hemos encontrado, a veces, en los concentrados, en proporciones de hasta el 0,1 por 100. Este metal cada día tiene más importancia para los reactores nucleares térmicos por lo bajo de su sección de captura, así como por ser típico de revestimiento por la elevada resistencia de las aleaciones Zr.-Sn., Zr.-Al. y Zr.-Mo.

El plomo nos fué fácil identificarlo en todas las playas, en algunas ocasiones con concentraciones de 0,01 por 100, el cual no lo consideramos de interés como los anteriores, para efectuar prospecciones geoquímicas, a causa de la gran sensibilidad que tienen nuestras técnicas para este elemento; lo localizamos en varios sitios en proporciones cercanas a la media de la constitución elemental cortical y, además, que por lo que hemos manifestado anteriormente, podríamos contestar fácilmente a la pregunta: ¿es radiogénico una gran parte del plomo de la ría de Arosa?

Hay muchas playas de Galicia que tienen una riqueza

en litio superior a la normal, y esto lo hemos encontrado en la ría a que nos referimos en algunas playas, entre los elementos ligeros de las fracciones no magnéticas, habiendo alcanzado valores de más de 0,1 por 100 de  $\text{Li}_2\text{O}$  en playas como la de Goyanes y la de Carrageiros, situada bastante al E. de aquélla, donde no le llegan los elementos pesados. Este exceso de litio hemos comprobado que procede de espodúmenas litíferas que hemos encontrado en las pegmatitas, y una primera anomalía se encuentra en que en la mayor parte de las obras que hablan de las espodúmenas suelen tratar de su gran alterabilidad, con pérdida del litio y sustitución de éste por el sodio, lo que es mucho más fácil en el caso de la acción de las aguas marinas por su contenido elevado en sodio, pero hemos sacado la impresión de que en general estas espodúmenas gallegas son más resistentes que lo esperado a los efectos del lavado superficial.

El cobre es un elemento encontrado en estas arenas en concentraciones de 0,001 por 100 a 0,0001 por 100, lo que es normal en cualquier punto de la costa; también se pueden considerar normales las de cobalto de 0,0001 por 100 y las de níquel de 0,01 por 100; en cromo existen algunas diferencias, habiendo llegado a valores del orden de 0,1 por 100 en algunos concentrados de la playa de Carrageiros, y en cuanto se refiere al molibdeno, el máximo obtenido en las arenas de este grupo de playas pertenece a la de Castiñeiras, con cerca del 1 por 100.

Algunos elementos que parecía natural se encontrasen en las arenas, no se lograron identificar, de los cuales quizás con concentraciones a partir de cantidades mayores de tierras, pues operábamos en general con unos cuatro kilogramos, se hubiese conseguido reconocer sus líneas en los es-

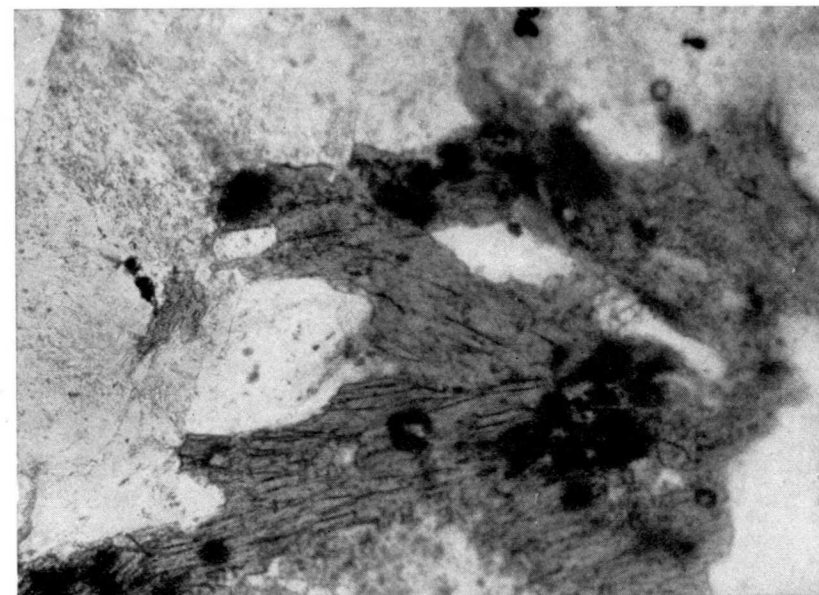


Fig. 11.—Biotita con halos pleocroicos producidos por inclusiones de circón en el granito no orientado de dos micas de Barbanza,  $\times 65$ .

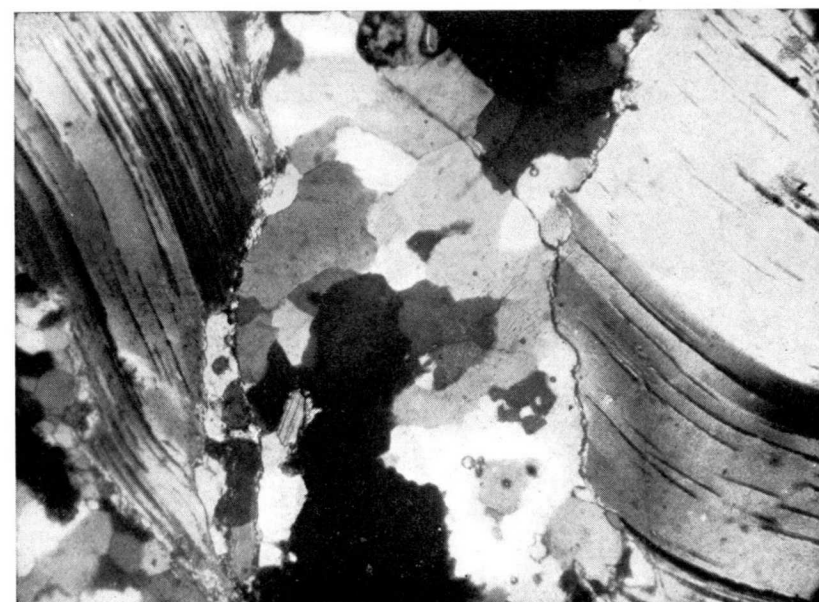


Fig. 12.—Cristal de muscovita doblado y partido, atravesado por filoncillo aplítico compuesto principalmente de cuarzo con algo de albita del dique del W. de Deira,  $\times 65$ .

pectrogramas, tal ocurre con el berilio, dado que en estas pegmatitas y en muchos de los aluviones de los ríos hay considerables cantidades de berilios. Pusimos un interés especial en la identificación del berilio, por sus aplicaciones en ingeniería nuclear, ya que es un metal que igual se le ve empleado en los reactores de neutrones térmicos como material de recubrimiento que como moderador, aunque presenta todavía dificultades su obtención, sobre todo si se desea con fragilidad reducida.

#### V.—ESTUDIO DE LOS DIQUES PEGMATÍTICOS Y DE LOS ALUVIONES

Para el estudio de la mineralización del niobio y tantalato se comenzó por un recorrido en el terreno, con el fin de identificar la zona que podía ser apta geológicamente, apreciándose en seguida que los diques mineralizados están prácticamente limitados a los de pegmatitas encajadas en los esquistos metamórficos en su facies menos compacta, y principalmente en las zonas marginales con el granito de dos micas no orientado, estando situada esta zona reducida al O. del dique felsítico, que va de Pazos de Corroño a la desembocadura del río Corroño en Goyanes. Al Este de este dique, las únicas manifestaciones interesantes son los aluviones del río y los arenales de la playa de Barrañá, que pierden riqueza conforme se alejan de la desembocadura del río Corroño. Los límites N. y O. quedan establecidos por el macizo de granito no orientado de dos micas de Barbanza y el S. por las digitaciones del granito de biotita de grano grueso, prolongaciones del de Cabo Cruz.

Con el fin de facilitar la busca de diques mineralizados, se subdividió esta zona reducida en seis subzonas:

La subzona primera está limitada, aproximadamente, por los lugares de Escobias, Mosquete y Ruñes, con una superficie de 14.500 metros cuadrados, en la que se reconocieron 41 filones, de los cuales solamente 24 dieron resultado positivo. La segunda subzona está situada al S. de la Aldea de Montaña, con 4.000 metros cuadrados, donde se identificaron 10 filones, de ellos seis están mineralizados. Está situada la tercera subzona entre el lugar de Piñeiro y el río de Barbanza, con 23.000 metros cuadrados, se encontraron 68 filones, con resultados positivos en 49, con la particularidad de ser esta subzona la que tiene mejores ejemplares, varios de los cuales se han destinado para las colecciones del Instituto. Al O. del lugar de Sampayo está situada la subzona cuarta, con una superficie de 2.500 metros cuadrados, en la que dieron Nb y Ta tres calicatas de las siete practicadas. La subzona quinta está ubicada 200 metros al NO. de la Aldea de San Isidro, con 3.700 metros cuadrados; en ella se hicieron 21 calicatas, de las cuales 11 correspondieron a filones mineralizados. La sexta y última subzona corresponde a la tomada al O. de la Puebla del Caramiñal; tiene una superficie de 3.000 metros cuadrados; se encontraron en ella 19 filones, pero sólo dos de ellos contenían Nb y Ta.

En el plano adjunto están representados los 166 diques de pegmatitas identificados en las seis subzonas y algunos efectuados fuera de ellas; de todos ellos solamente 101 dieron mineralización de niobio y tántalo, pertenecientes a una superficie reconocida de 50.700 metros cuadrados.

Con el fin de poder apreciar rápidamente el resultado de los desmuestres, se representa en el plano con diferentes símbolos los diques que dan una suma de pentaóxidos superiores a 0,5 gramos/kilogramo de 0,5 a 0,1 y los menores de 0,1 gramo/kilogramo.

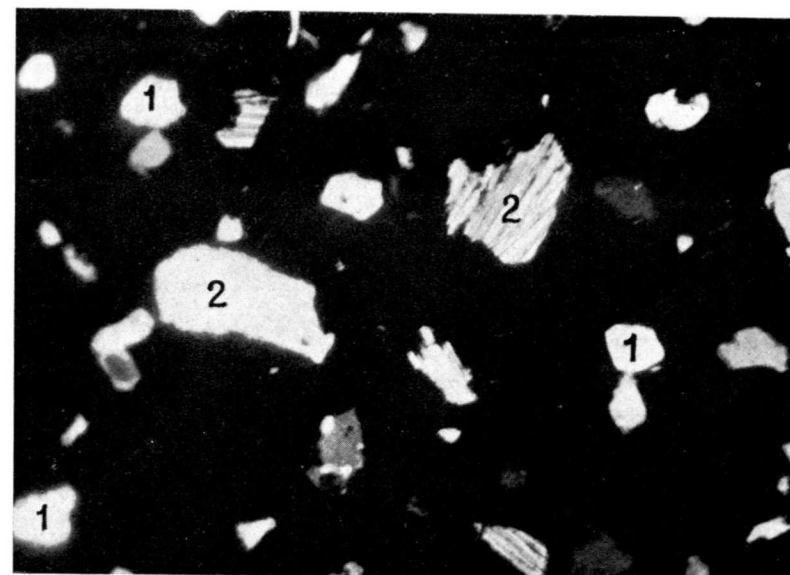


Fig. 13.—Concentrado no magnético de «Forestal»: 1, cuarzo; 2, espodumina.

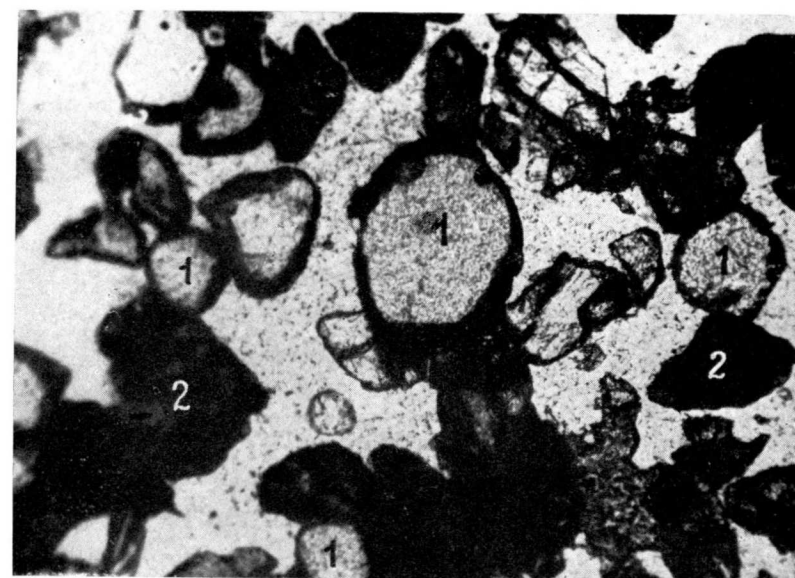


Fig. 14.—Concentrado de «Barrañá»: 1, granates; 2, turmalinas

Para darse una idea del rendimiento de estos filones, en uno de ellos, que hemos denominado «Forestal» por estar en un camino forestal, en la concesión «Florita», se llevaron al laboratorio 20 kilogramos de tierras, tal como salían del arranque, sin concentración previa alguna. Después de molida la muestra a un milímetro, se sometió a una clasificación en tres densidades por medio de una mesa de Wilfley. Los mixtos y estériles están constituidos principalmente de cuarzo, al que acompañan berilos y espodumenas. También se encuentran berilos y espodumenas, pero en menor cantidad, en la fracción más densa. La fracción densa está formada por magnetita, ilmenita, niobita, granates, turmalina y casiterita. En el cuadro general se puede ver la composición elemental de cada una de las subfracciones separadas magnéticamente con intensidades en las bobinas del electroimán de uno, dos, tres, cuatro y cinco amperios. Las subfracciones más ricas en Nb y Ta son las menos magnéticas, o sean las de tres, cuatro y cinco amperios, llegando ésta última a tener una concentración en pentaóxidos del 15,6 por 100 con una recuperación en cada una de estas subfracciones de 7,4 40,6 y 52 por 100 del contenido total de las tierras. La porción no magnética dió 69,2 por 100 de estaño.

Con los análisis de estas diversas fracciones se confirma la apreciación, hecha sobre el terreno, de que las pegmatitas con niobio y tántalo de la zona de Boiro, además de tener en general una cantidad grande de casiterita, contienen cristales muy interesantes de berilo, como los de la fotografía adjunta y de tamaño inferior de turmalina principalmente negra y de espodumena; también se encuentran, pero ya en contacto con los esquistos, principalmente la magnetita, los granates y la ilmenita.

Los primitivos reconocimientos geoquímicos efectuados en la provincia de La Coruña pusieron de manifiesto la importancia que tienen los aluviones, tanto para la minería de los metales clásicos, como del estaño y del volframio, como para los modernos, entre ellos la del niobio y la del tántalo. Por esta razón se efectuaron dos ensayos de aluviones: uno en el propio Barbanza y otro en un cauce antiguo.

El primer demuestre de aluviones, que es el denominado del Barbanza, corresponde a una zona de su cauce, a 1.700 metros al NO. de la Aldea de Piñeiro, en la cual se practicaron 30 pocillos, con profundidades máximas de 3,6 metros y un total de 56 metros. En los pocillos se observaron tres procesos de sedimentación sucesivos, siendo el único mineralizador el correspondiente a la formación inferior, con espesor de unos decímetros, a la cual quizá puede haber pasado algo de su contenido rico, de los dos procesos posteriores, como consecuencia de su densidad mayor. La superficie reconocida es de unos 6.000 metros cuadrados y en zona próxima a filones mineralizados, habiéndose limitado esta zona, tanto en aguas abajo como arriba, por no haberse encontrado mineral en los cinco pocillos siguientes en uno y otro sentido. De estos pocillos sólo se concentraron con batea las muestras de la formación inferior, lavándose 24 metros cúbicos, que dieron un concentrado de 55 kilogramos, o sea algo más de dos kilogramos/metro cuadrado. El tratamiento posterior de estas tierras fué análogo al descrito para el filón «forestal». La fracción densa dió una importante riqueza en estaño, pero en pentaóxidos sólo se llegó a alcanzar un 3,9 por 100 en la subfracción a cuatro amperios, que es la más rica. El valor de los dos pentaóxidos en el concentrado obtenido

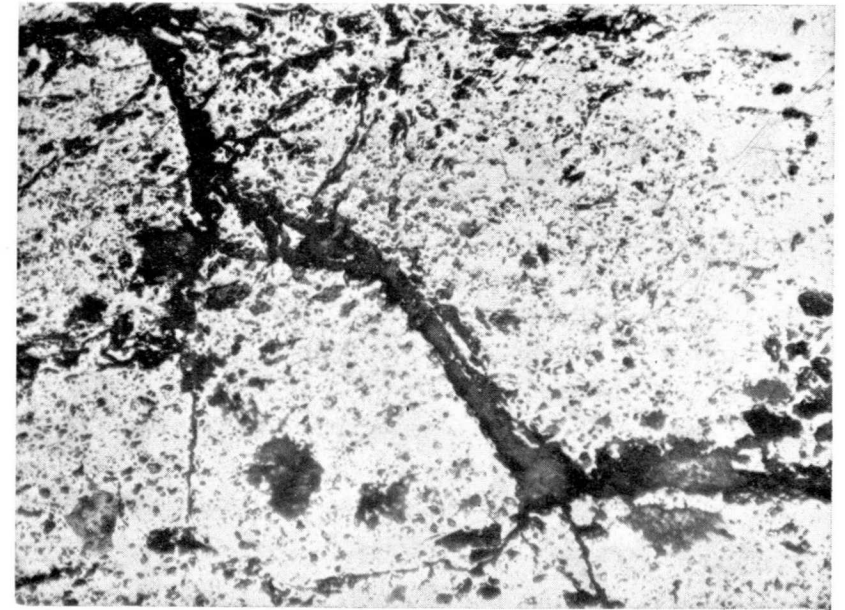


Fig. 15.—Veta de cuarzo en el granito de dos micas de Mosquete.

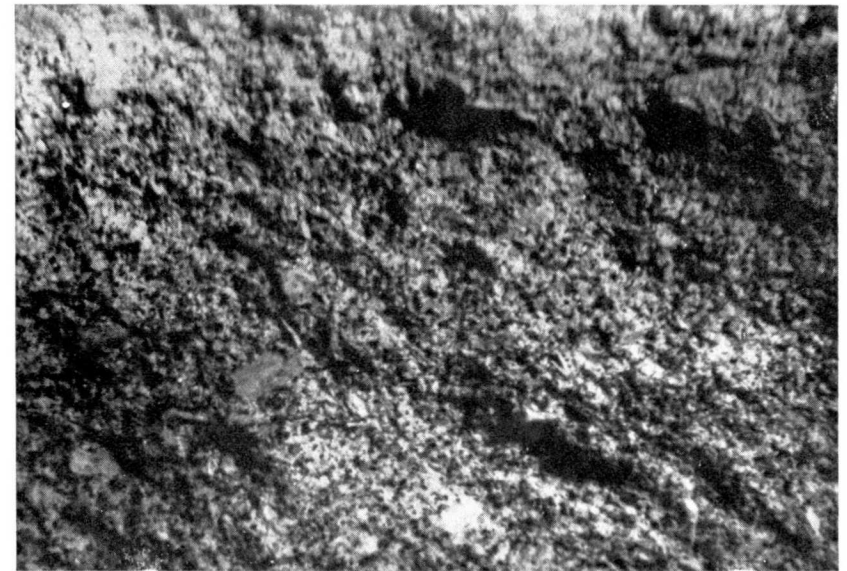


Fig. 16.—Granito con porfiroblastos de Belles de Abajo. No orientado

con batea es de 0,1 gramo/kilogramo, lo que corresponde en las tierras de la formación inferior a una riqueza de 0,0001 gramo/kilogramo.

El segundo demuestre de aluviones es el denominado de Xeniña, en una zona perteneciente a las aguas del arroyo Balao, a 600 metros al SO. de la aldea de Escobias. Se hicieron 30 pozos distribuidos en una superficie de 22.000 metros cuadrados, en los cuales también se identificaron los tres procesos de sedimentación, y la mineralización en el inferior. Los pocillos tuvieron una profundidad máxima de 2,7 metros, con un total de 32 metros. Las tierras obtenidas de la formación inferior fueron 26 metros cúbicos, que dieron un concentrado en batea de 53 kilogramos. De este concentrado en batea se obtuvo en la mesa una fracción densa de casi el 2 por 100, en la que la parte no magnética contiene 69,2 por 100 de estaño y la magnética a cinco amperios 15,6 por 100 de la suma de ambos pentaóxidos de Nb y Ta. En el concentrado de batea se ha determinado una ley de 0,25 gramos/kilogramo, que corresponde al todo uno de la formación inferior de los pocillos de 0,00025 gramos/kilogramo.

En la zona reconocida de Barbanza, teniendo en cuenta que el espesor de la formación inferior es de 0,3 metros como término medio, la reserva se puede suponer de 360 kilogramos de pentaóxidos, y la correspondiente a la zona de Xeniña de 3.400 kilogramos; no obstante la explotación puede ser interesante si se orienta hacia el estaño y se considera la de estos dos elementos como un subproducto. Según cálculos que hemos efectuado de los diversos aluviones mineralizados en toda la zona reservada por el Estado, la cantidad de suma de pentaóxidos de niobio y tántalo puede llegar a ser del orden de 20.000 kilogramos.

En las playas se efectuaron estudios de posibles reservas, pero no se publican los resultados, por pertenecer, la más interesante, a la concesión de una sociedad, las reservas de ellas son inferiores a las de los aluviones.

#### VI. — TÉCNICA ESPECIAL PARA EL ANÁLISIS DE MINERALES DE NIOBIO Y TÁNTALO

En el análisis de las muestras con la posible existencia de niobio y tántalo, cuando se quiere operar con sensibilidad grande, como ocurre en las investigaciones geoquímicas, es necesario recurrir a excitación por arco y en ella se tiene el inconveniente de que la temperatura de fusión es muy elevada para ambos metales 1.950 y 3.027 grados centígrados y las de ebullición 2.900 y 4.000, respectivamente. Esto da lugar a que aparentemente los espectrogramas sean más ricos en niobio que la realidad y más pobres en tántalo; por ello se tiene que recurrir a una excitación que solvante este retraso del tántalo en las destilaciones fraccionadas, habiendo ideado una de tipo deflagrante que da resultados muy satisfactorios.

Cuando está localizada la mena, e interesa valorar con precisión las leyes en pentaóxidos de niobio y tántalo, lo más indicado es hacer una valoración de ambos por la marcha química clásica que no presenta ninguna dificultad, y una vez aislados los pentaóxidos, valorar espectralmente el contenido de cada uno de ellos; los puntos de fusión son 1.520° para el  $Nb_2O_5$  y 1.470° para el  $Ta_2O_5$ .

La mezcla deflagrante se prepara a terceras partes en peso de carbón pulverizado puro, cinc metálico y clorato potásico espectralmente puros. Preparada la mezcla con esta pureza para el análisis de minerales, se utiliza tam-

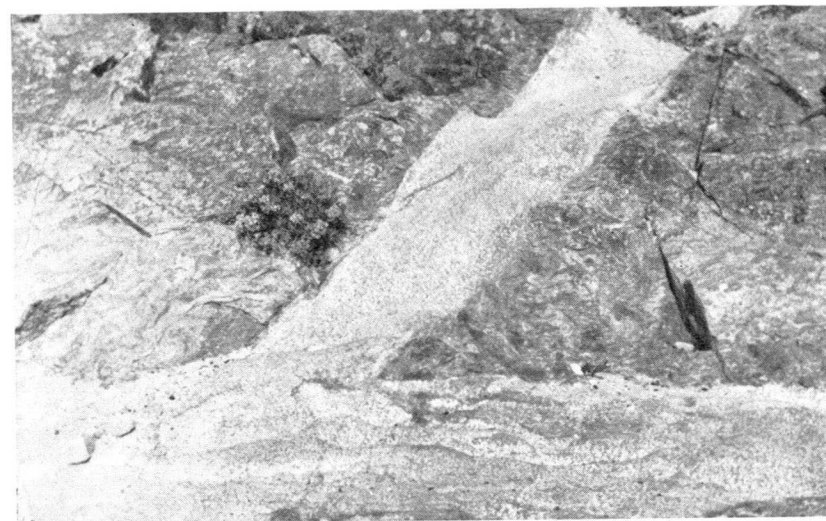


Fig. 17.—Dique aplítico cerca de la playa de Budión.



Fig. 18.—Contacto de esquistos con granito en la carretera de Boiro a La Puebla del Caramiñal.



bién para las valoraciones de Nb y Ta, por no preparar otra, aunque sería suficiente estuviesen exentos de niobio y tántalo los componentes de la mezcla deflagrante. Preparada la mezcla se hace una íntima entre una parte de la muestra a analizar y tres de la mezcla.

CUADRO II

Contenido en  $Ta_2O_5$  y  $Nb_2O_5$  en g/kg. de las diversas muestras

Núm. de las muestras	Valores en g. por kg. de filón		
	Suma de pentaóxidos	$Ta_2O_5$	$Nb_2O_5$
1	0,51	0,04	0,47
2	0,12	0,01	0,11
3	0,31	0,02	0,29
4	0,28	0,01	0,27
5	0,20	0,01	0,25
6	0,37	0,01	0,36
7	0,08	—	0,08
8	0,07	—	0,07
9	0,27	0,01	0,26
10	0,59	0,02	0,57
11	0,16	0,01	0,15
12	0,05	—	0,05
13	0,14	0,02	0,12
14	0,03	—	0,03
15	0,13	0,02	0,11
16	0,12	0,01	0,11
17	0,11	0,01	0,10
18	0,13	0,02	0,11
19	0,11	0,01	0,10
20	0,01	—	0,01
21	0,15	0,03	0,12
22	0,04	—	0,04
23	0,10	0,01	0,09
24	0,01	—	0,01
25	0,02	—	0,02
26	0,10	0,01	0,09
27	0,66	0,02	0,64
28	0,61	0,04	0,57
29	0,30	0,01	0,29
30	0,03	—	0,03
31	0,16	0,01	0,15
32	0,16	0,01	0,15
33	0,01	—	0,01
34	0,33	0,06	0,27
35	0,39	0,03	0,36
36	0,48	0,07	0,41

Núm. de las muestras	Valores en g. por kg. de filón		
	Suma de pentaóxidos	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
37	0,19	0,02	0,17
38	0,34	0,03	0,31
39	0,06	—	0,06
40	0,08	0,01	0,07
41	0,07	0,01	0,06
42	0,10	0,01	0,09
43	0,28	0,03	0,25
44	0,01	—	0,01
45	0,18	0,02	0,15
46	0,77	0,08	0,69
47	0,17	0,02	0,15
48	0,45	0,04	0,41
49	0,55	0,07	0,48
50	0,08	0,01	0,07
51	0,45	0,06	0,39
52	0,41	0,05	0,30
53	0,30	0,04	0,26
54	0,07	0,01	0,06
55	0,42	0,06	0,36
56	0,21	0,03	0,18
57	0,06	0,01	0,05
58	0,12	0,02	0,10
59	0,37	0,04	0,33
60	0,13	0,02	0,11
61	0,05	0,01	0,04
62	0,02	—	0,02
63	0,05	0,01	0,04
64	0,23	0,03	0,20
65	0,02	—	0,02
66	0,01	—	0,01
67	0,26	0,03	0,23
68	0,03	0,01	0,02
69	0,02	—	0,02
70	0,09	0,01	0,08
71	0,30	0,03	0,27
72	0,19	0,02	0,17
73	0,28	0,04	0,24
74	0,06	0,01	0,05
75	0,33	0,05	0,28
76	0,31	0,06	0,25
77	0,20	0,03	0,17
78	0,25	0,04	0,21
79	0,19	0,03	0,16
80	0,44	0,05	0,39
81	0,22	0,03	0,19
82	0,01	—	0,01
83	0,15	0,02	0,13
84	0,24	0,04	0,20
85	0,37	0,04	0,33
86	0,44	0,05	0,39

Núm. de las muestras	Valores en g. por kg. de filón		
	Suma de pentaóxidos	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
87	0,27	0,04	0,23
88	0,01	—	0,01
89	0,09	0,01	0,08
90	0,08	0,01	0,07
91	0,03	0,01	0,02
92	0,03	0,01	0,02
93	0,08	0,01	0,07
94	0,05	0,01	0,04
95	0,06	0,01	0,05
96	0,08	0,01	0,07
97	0,29	0,03	0,26
98	0,19	0,02	0,17
99	0,33	0,03	0,30
100	0,69	0,04	0,65
101	0,03	—	0,03

Como excitación se emplea el arco de corriente continua a una tensión de 110 V. y una intensidad de 15 A., pero con el objeto de que se establezca automáticamente la excitación y perdure hasta la volatización total del Nb y del Ta, se conecta en paralelo con los correspondientes filtros de protección una corriente de alta frecuencia. A los electrodos se les da la forma y dimensiones que constan en el adjunto dibujo, así como la separación indicada de

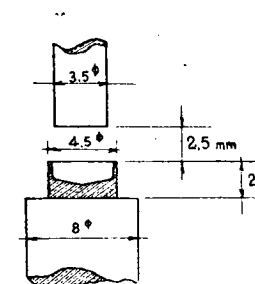


Fig. 1.—Forma y separación de los electrodos para la valoración de Nb y Ta.

2,5 milímetros. El electrodo inferior es el positivo que precisamente alcanza mayor temperatura y facilita la deflagración. La cantidad de muestra empleada es de 0,0075 gramos, o sea de 0,030 gramos después de unida a la mezcla deflagrante. La duración de la emisión es de cinco segundos, por lo cual se conecta la puesta en marcha del circuito de alta frecuencia con un obturador automático graduado para los cinco segundos.

El programa seguido en los análisis fué el siguiente:

1.º Análisis de arenas, concentrados, etc., en los que se supone la existencia de niobio y tántalo; éstos se efectuaron por la técnica espectral deflagrante, indicada anteriormente.

2.º Valoración de pentaóxidos de niobio y tántalo en las muestras que contenían estos elementos. Primero se hizo la valoración de ambos; para ello se funden las muestras con bisulfato potásico y disuelve en solución concentrada de ácido tartárico. En la parte soluble se precipitan el niobio y tántalo con tanino y ácido clorhídrico. Este precipitado, después de calcinado, da la suma de ambos pentaóxidos y por la técnica del arco deflagrante la proporción en que está cada uno en el precipitado.

3.º Valoración de los elementos en los residuos insolubles de las fusiones del apartado anterior. Estas se efectuaron por técnica espectral corriente de excitación por arco con corriente continua.

Hemos de destacar que con la marcha indicada en el apartado 2.º se han podido efectuar valoraciones de pentaóxidos con precisiones del orden del 1 por 100, se ha recurrido a las líneas 3116,365 A° de Nb y 3115,857 A° de Ta que tienen la misma densidad de ennegrecimiento cuando

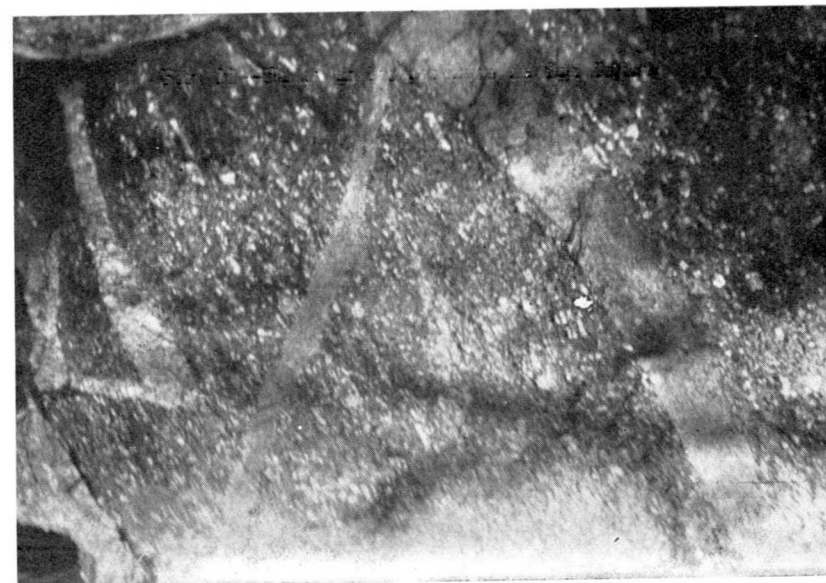


Fig. 19.—Granito con porfiroblastos orientado de Cadarzo.

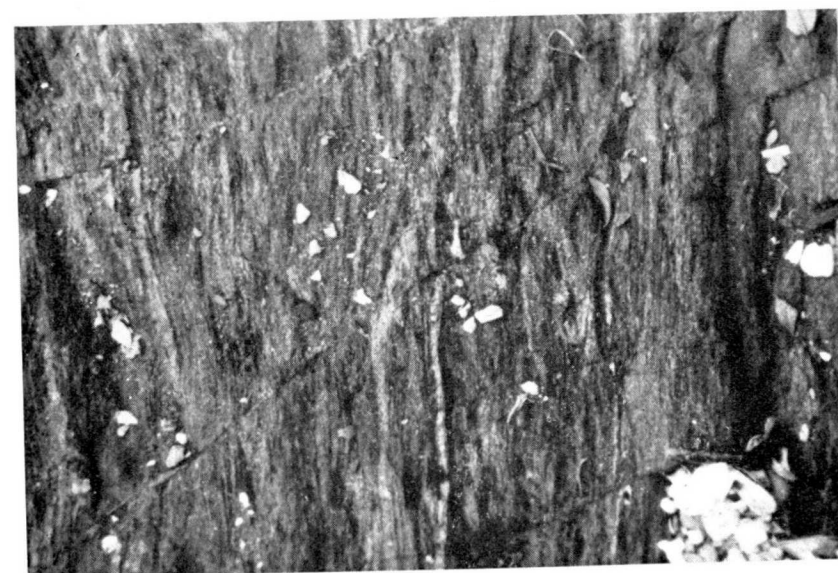


Fig. 20.—Fallas en los esquistos de San Isidro.



ambos pentaóxidos están en relación de 37/13. La curva analítica utilizada para valoraciones del 3 por 100 al 25 por 100 en peso de  $Ta_2O_5$  es la representada en la figura.

Electrodos para análisis de Nb Ta

Curva de valoración de  $Ta_2O_5$  y  $Nb_2O_5$

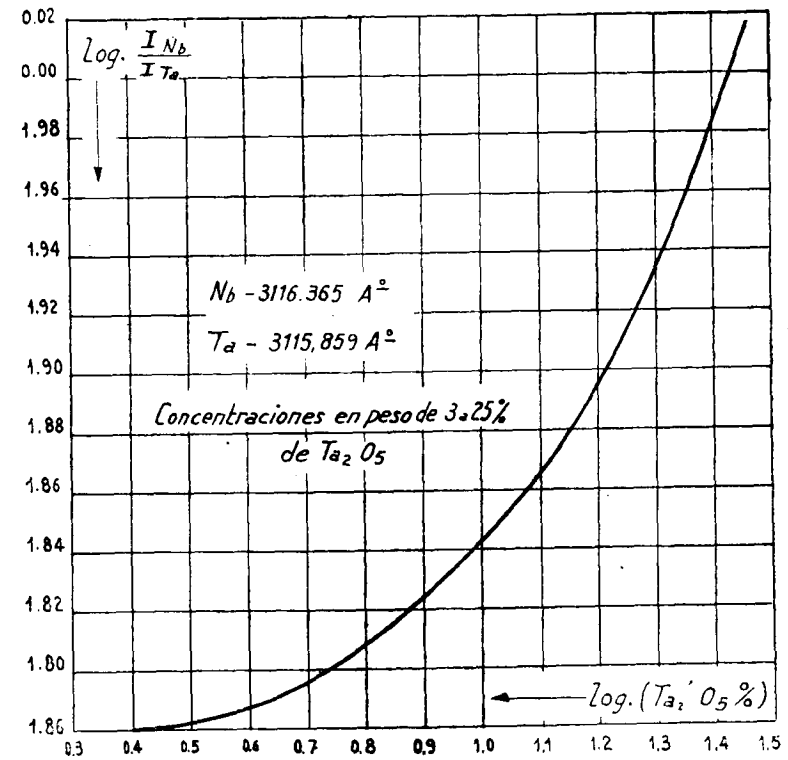


Fig. 2.

VII.—RESULTADO DE LAS VALORACIONES

Las valoraciones obtenidas por los análisis químicos y espectroquímicos se reproducen en tres estadillos: en uno

se da en gramos por kilogramo de filón o de aluvión, el contenido en pentaóxidos de niobio y tántalo en su segunda columna y en las tercera y cuarta los gramos de cada pentaóxido. El objeto de dar así los resultados se debe a que se utilizan de esta manera para la valoración industrial de los criaderos.

En el estadillo tres se da el contenido en tanto por ciento en los concentrados más densos, salvo que tenga alguna indicación específica, de cada uno de los elementos que se han valorado. De otros, como el silicio, aluminio, etcétera, no se efectuaron valoraciones por no aportar datos interesantes.

CUADRO IV

*Contenidos en % de los elementos del grupo de las tierras raras*

Muestra	Ce	Dy	Er	Gd	Ho	La	Nd	Sm	Tu	Tb	Yt
Budión mag											
a 3 a.....	0,05					0,01	0,01				ind.
4 a.....	0,2					0,05	0,05				0,02
5 a.....	0,4					0,1	0,1				0,05
Barrañá mag											
a 3 a.....	0,1	ind.	ind.	ind.	ind.	0,05	0,05	ind.	ind.	ind.	0,02
4 a.....	0,2	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	0,1	0,1	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	0,04
5 a.....	0,1	ind.	ind.	ind.	ind.	0,02	0,02	ind.	ind.	ind.	0,01

En el cuatro se da el resultado del análisis por las técnicas de concentración piroeléctrica, de los elementos del grupo de las tierras raras, en las diversas fracciones de las playas de Barrañá y de Budión con magnetismo a tres, cuatro y cinco amperios, que son en las únicas en que se han identificado. Los valores están en tanto por ciento de cada elemento en las fracciones.

Del estadillo correspondiente a los valores de Nb y Ta se ha sacado la media aritmética de la relación del número de átomos de dichos elementos, y hemos llegado a que

»	»	»	2 A.....	10 <sup>-4</sup>	ind.	10 <sup>-3</sup>	24,0		0,3	
»	»	»	3 A.....	10 <sup>-4</sup>	ind.	10 <sup>-4</sup>	24,3		0,6	
»	»	»	4 A.....	10 <sup>-4</sup>	ind.	10 <sup>-2</sup>	41,1		0,9	
»	»	»	5 A.....	10 <sup>-4</sup>	ind.	10 <sup>-2</sup>	42,2		2,1	
»	»	»	no magnético.....	10 <sup>-4</sup>	ind.	10 <sup>-3</sup>	24,0		3,3	0,1
1			.....		ind.	10 <sup>-4</sup>	24,3		12,4	9,4 0,1
2			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	41,1		13,6	1,0
3			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	42,2		11,8	3,4 0,1
4			.....		ind.	0,1 0,2	46,8		10,3	2,7 0,1
5			.....		ind.	0,3	35,6		12,1	2,1 0,1
6			.....		ind.	0,1 0,2	33,3		10,6	1,5 0,1
7			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	42,9		8,4	5,1 0,1
8			.....		ind.	10 <sup>-4</sup>	40,4		8,7	7,4 0,1
9			.....		ind.	10 <sup>-4</sup>	44,5		6,4	2,5 0,1
10			.....		ind.	10 <sup>-4</sup>	44,5		5,2	1,8 0,1
11			.....		ind.	—	42,5		6,8	2,2 0,1
12			.....		ind.	—	34,9		—	3,9 —
13			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	28,3		0,8	6,5 0,1
14			.....		ind.	—	29,5		—	8,6 —
15			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	33,7		2,8	7,0 0,1
16			.....		ind.	—	28,4		—	5,5 —
17			.....		ind.	0,9	34,6		9,6	5,1 0,1
18			.....		ind.	0,7	32,2		4,3	6,0 0,08
19			.....		ind.	0,1 0,8	40,2		5,7	4,5 0,1
20			.....		ind.	0,2				
21			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	29,3		32,4	
22			.....		ind.	0,3	18,2		13,4	9,1 0,1
23			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	40,3		18,3	2,8 0,1
24			.....		ind.	—	—		12,1	7,8 0,08
25			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	7,2		14,3	1,1 10 <sup>-3</sup>
26			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	18,4		17,8	2,0 0,1
27			.....		ind.	0,1 10 <sup>-2</sup>	36,3		21,2	1,5 0,1
28			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	43,5		14,1	3,5 0,1
29			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	31,5		8,2	1,4 0,1
30			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	17,7		2,1	1,7 0,1
31			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	47,2		6,4	1,8 0,7
32			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	42,4		9,8	5,1 0,09
33			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	1,4		11,0	0,4 —
34			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	45,6		9,4	5,2 0,1
35			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	39,5		7,6	3,8 0,08
36			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	43,9		4,8	9,0 0,06
37			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	39,0		3,1	5,6 0,1
38			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	47,6		6,2	4,8 0,05
39			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	52,2		9,4	3,9 0,05
40			.....		ind.	—	27,1		—	4,5 —
41			.....		ind.	—	37,8		—	4,3 —
42			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	43,1		3,7	4,8 0,06
43			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	44,6		4,7	6,1 0,04
44			.....		ind.	—	37,9		—	5,1 —
45			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	13,6		2,1	2,4 10 <sup>-2</sup>
46			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	35,2		6,3	5,1 0,03
47			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	62,6		0,4	6,4 0,02
48			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	48,3		1,2	5,5 0,04
49			.....		ind.	10 <sup>-4</sup>	43,4		1,3	7,2 0,03
50			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	34,5		1,8	7,7 0,1
51			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	41,3		0,9	8,0 0,08
52			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	43,9		1,3	7,3 0,08
53			.....		ind.	—	40,8		—	7,3 —
54			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	29,1		2,1	5,6 0,07
55			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	43,1		1,3	8,3 0,05
56			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	41,8		1,8	8,1 0,06
57			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	37,3		1,7	8,6 0,04
58			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	36,4		2,4	7,4 0,09
59			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	42,7		1,6	7,4 0,07
60			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	40,6		0,9	6,9 0,08
61			.....		ind.	—	22,2		—	4,5 —
62			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	15,4		2,9	4,3 0,07
63			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	34,1		1,6	8,0 0,04
64			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	41,2		2,4	7,7 0,03
65			.....		ind.	—	23,2		—	7,6 —
66			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	1,7		11,1	0,4 10 <sup>-2</sup>
67			.....		ind.	10 <sup>-2</sup>	44,0		1,6	7,5 0,08
68			.....		ind.	—	28,8		—	6,0 —
69			.....		ind.	—	27,6		—	5,8 —
70			.....		ind.	10 <sup>-3</sup>	42,1		4,9	7,7 0,07



# RELACIÓN DE LAS CALICATAS EFECTUADAS

# DIQUES RECONOCIDOS EN LA ZONA DE BOIRO

1000 metros

Nº DE LAS MUESTRAS	RUMBOS VERDADEROS	BUZAMIENTOS	POTENCIA MTRS.	SUMA DE PENTÁGONOS G / KG DE FILÓN
1	30°	35° N.O.	2,90	0,51
2	40°	50° N.O.	0,40	0,12
3	30°	30° N.O.	1,70	0,31
4	70°	40° N.O.	2,30	0,28
5	70°	25° S.O.	2,40	0,26
6	60°	30° S.O.	1,40	0,37
7	20°	30° S.O.	0,70	0,08
8	70°	30° N.O.	3,00	0,07
9	70°	40° N.O.	6,00	0,27
10	20°	70° N.O.	1,50	0,59
11	80°	45° N.O.	2,70	0,16
12	90°	30° N.O.	2,00	0,05
13	20°	30° N.O.	0,40	0,14
14	80°	50° S.O.	1,70	0,03
15	150°	50° S.O.	0,40	0,13
16	70°	50° S.O.	1,00	0,12
17	110°	60° S.O.	0,80	0,11
18	110°	50° S.O.	0,35	0,13
19	70°	60° S.O.	0,30	0,11
20	90°	60° S.O.	0,60	0,01
21	130°	40° S.O.	0,40	0,15
22	90°	60° S.O.	0,50	0,04
23	90°	40° S.O.	0,70	0,10
24	130°	60° S.O.	0,60	0,01
25	90°	45° S.O.	0,60	0,02
26	90°	40° S.O.	0,80	0,10
27	90°	40° S.O.	0,50	0,66
28	90°	45° S.O.	0,40	0,61
29	90°	50° S.O.	0,40	0,30
30	90°	60° S.O.	0,60	0,03
31	50°	50° S.O.	0,20	0,16
32	110°	50° S.O.	0,90	0,16
33	40°	60° S.O.	0,30	0,31
34	75°	50° S.O.	0,25	0,33
35	100°	60° S.O.	0,80	0,39
36	100°	50° S.O.	1,50	0,48
37	95°	60° S.O.	0,60	0,19
38	150°	60° S.O.	0,70	0,34
39	70°	50° S.O.	0,90	0,06
40	70°	50° S.O.	0,25	0,07
41	110°	40° S.O.	0,50	0,10
42	70°	40° S.O.	0,60	0,28
43	70°	40° S.O.	0,60	0,01
44				
45	110°	70° S.O.	0,30	0,18
46	110°	66° S.O.	0,60	0,77
47	150°	50° S.O.	0,45	0,17
48	145°	40° S.O.	0,60	0,45
49	50°	80° N.O.	0,25	0,55
50	130°	50° S.O.	0,30	0,08
51	50°	70° S.O.	0,35	0,45
52	70°	70° S.O.	0,35	0,41
53	110°	40° S.O.	0,35	0,30
54	70°	45° S.O.	0,40	0,07
55	50°	60° S.O.	2,70	0,42
56	66	70° S.O.	2,10	0,21
57	70	70° S.O.	1,50	0,06
58	88	50° S.O.	0,15	0,12
59	90	55° S.O.	2,10	0,37
60	110	60° S.O.	0,25	0,13
61	90	40° S.O.	0,80	0,05
62	110	70° S.O.	0,30	0,02
63	30	40° S.O.	0,10	0,05
64	110	60° S.O.	0,90	0,23
65	70	70° S.O.	0,25	0,02
66	150	60° S.O.	1,30	0,01
67	150	50° S.O.	3,00	0,26
68	90	70° S.O.	1,00	0,03
69	90	65° S.O.	0,40	0,02
70	130	60° S.O.	0,30	0,09
71	70	70° S.O.	1,40	0,30
72	50	55° S.O.	0,90	0,19
73	70	70° S.O.	0,90	0,28
74	70	60° S.O.	2,50	0,06
75	70	80° S.O.	2,00	0,33
76	70	70° S.O.	0,70	0,31
77	70	70° S.O.	0,80	0,20
78	70	70° S.O.	0,90	0,25
79	50	88° N.O.	0,60	0,19
80	50	70° S.O.	0,90	0,44
81	70	70° S.O.	0,90	0,22
82	90	45° S.O.	0,60	0,01
83	90	45° S.O.	0,70	0,15
84	70	70° S.O.	0,35	0,24
85	70	55° S.O.	0,60	0,37
86	90	75° S.O.	0,90	0,44
87	70	70° S.O.	1,30	0,27
88	50	30° S.O.	10,00	0,01
89	50	30° S.O.	10,00	0,09
90	50	30° S.O.	10,00	0,08
91	130	50° S.O.	3,30	0,03
92	110	45° S.O.	0,70	0,03
93	110	55° S.O.	0,70	0,08
94	30	45° S.O.	0,60	0,05
95	90	65° S.O.	2,40	0,06
96	110	60° S.O.	0,90	0,08
97	50	60° S.O.	4,50	0,29
98	110	50° S.O.	0,30	0,19
99	110	60° S.O.	1,00	0,33
100	150	30° S.O.	1,00	0,69
101	150	45° S.O.	3,00	0,03

- △ ≤ 0,10
- DE 0,10 A 0,50
- ① ≥ 0,50

○ Pucillos de reconocimiento en aluviones



en la formación de Boiro están en la de 14,7. Por considerarlo de interés se da un cuadro con los valores de los investigadores más acreditados en esta rama de la geoquí-

CUADRO V  
Valores deducidos por diversos investigadores para la relación atómica Nb/Ta

Autor	Año	Atomos Si = 10 <sup>6</sup>		Relación atómica $\frac{Nb}{Ta}$
		Nb	Ta	
Goldsmidt.....	1937	6,9	0,40	17,2
Brown.....	1949	0,9	0,31	2,9
Urey.....	1954	0,8	0,32	2,5
Suess y Urey.....	1956	1,00	0,065	15,4
Comba y L. de Azcona	1955	—	—	13,8

mica, en el cual se pueden apreciar que este valor es concordante con el primitivo de Goldsmidt y con el publicado estos días por Suess y Urey.

Se efectuaron varias valoraciones de uranio en los concentrados más ricos y en los ejemplares seleccionados de niobitas puras; en los primeros el contenido medio en uranio es de 0,06 por 100 y en los segundos 0,09 por 100. Con el fin de situar este uranio, se hicieron preparaciones nucleares para obtener las correspondientes impresiones fotográficas y se ha comprobado que menos de la cuarta parte del uranio está formando concentraciones y el resto de los átomos forman parte de las celdillas elementales de las niobitas, como se aprecia en las microfotografías adjuntas.

### VIII.—CONCLUSIONES

1.ª Se ha comprobado la existencia en la zona de Boiro de una cantidad importante de niobitas, tanto en los





# INVESTIGACION DE NIOBIO Y TANTALO EN LA ZONA DE BOIRO (CORUÑA)

ESCALA 1:50.000



-  GRANITO DE BIOTITA
-  GRANITO DE BIOTITA PORFIROIDE
-  GRANITO DE DOS MICAS
-  GRANITO GNEISICO DE DOS MICAS
-  GRANITO GNEISICO DE DOS MICAS CON PORFIROIDES
-  ESQUISTOS COMPACTOS
-  ESQUISTOS
-  GNEISES
-  F DIQUES DE FELSITAS
-  A DIQUES DE APLITAS
-  RESERVA DEL ESTADO
-  ZONA GRAFITOSA

enales de las playas, como en los aluviones y los diques pegmatíticos, éstos con irregularidades grandes en la mineralización.

2.ª En sitios no citados anteriormente se ha evidenciado que los diques pegmatíticos tienen buenos ejemplares de berilos y espodumenas.

3.ª En los arenales de dos playas, una dentro de la serva investigada y en otra cercana, se han encontrado cantidades importantes de monacitas ricas en torio y en elementos del grupo lantánido.

4.ª La relación en átomos del niobio a los de tántalo, en la zona de Boiro, es de 14,7.

5.ª La riqueza en uranio de estas niobitas es, como promedio medio, de 0,08 por 100.

#### 5.—COLABORADORES QUE HAN CONTRIBUÍDO A LA REALIZACIÓN DE ESTOS RECONOCIMIENTOS

Las colaboraciones que se han tenido para la realización de este trabajo son las siguientes:

Los trabajos de prospección y reconocimiento se efectuaron por el Ingeniero Jefe de Prospecciones Mineras, Comba, por el Ingeniero López de Azcona y el Ayudante Arcía Peña.

Los análisis químicos los efectuó el Prof. Menéndez Ujet y los espectroquímicos el Ingeniero López de Azcona, y realizada la separación de minerales en los laboratorios por el Ingeniero Fernández Recerril. Los estudios micrográficos por el Prof. Baselga y las mediciones radiactivas por el Prof. López de Azcona y el alumno de la Escuela de Minas, López García. Las microfotografías fueron obtenidas por el Ingeniero Marín de la Bárcena.

#### ERRATAS ADVERTIDAS

Entre págs. 150-151, fig. 13, donde dice espodumina, debe decir espodumena.

En pág. 161, cuadro V, donde dice 13,8, debe decir 14,7.

**Noticias**

#### *Centrales nucleoelectricas en Francia.*

La «Electricité de France» ha programado la construcción de reactores nucleares de uranio y grafito. El primero empezará a funcionar a finales de 1959 con una potencia de 60.000 kilowatios, y el segundo, de mayor potencia, será terminado en el año 1961.

La mencionada sociedad se ha asociado con la Comisión Francesa de Energía Atómica con el objeto de obtener 3.000 kilowatios iniciales en su reactor G. 1, y una potencia de 25.000 kilowatios netos de cada uno de sus reactores G. 1 y G. 2.

#### *Aplicaciones del circonio.*

En países de tanta importancia industrial como Estados Unidos, Japón, Alemania, Rusia y Gran Bretaña, se están estudiando nuevos perfeccionamientos en la mineralurgia del circonio, con vistas a nuevas aplicaciones. Entre éstas figura, desde la utilización en los reactores nucleares hasta su empleo en los plásticos resistentes al calor, sin olvidar el empleo en la sustitución de los huesos en cirugía por su inanición química y resistencia elevada a la corrosión.

#### *Contestaciones de España a la oferta de uranio enriquecido norteamericano.*

1. —¿Está interesada España en la importancia de uranio enriquecido?

—Sí.

2. —¿Está interesada España en la importancia de uranio enriquecido de Estados Unidos?

—Sí, pero con ciertas reservas mientras no se disponga de detalles más concretos de la oferta.

3. —¿Qué necesidades se prevén para el año próximo? ¿Y para los próximos cinco años? ¿Y para los próximos diez años?

—1957, nada; 1961, quizá 60.000 kilowatios de energía nuclear instalada; 1966, 1.000.000 de kilowatios de energía nuclear instalada.

4. —¿Le interesa más al país la compra o el alquiler del uranio enriquecido?

—La compra.

5. —¿Desea el país realizar su propio ciclo de reutilización?

—Sí, o también mediante un acuerdo con países contiguos.

6. —¿Aceptaría el país el que la exclusiva americana en cuanto al proceso de reutilización fuera condición indispensable para la obtención de uranio enriquecido?

—Sin decidir; tales condiciones se consideran como rigurosas.

7. —¿Qué grado de enriquecimiento de uranio se desea?

—Lo más alto posible, hasta 90 por 100.

8. —¿Qué se ha hecho o se piensa hacer para obtener el uranio norteamericano?

—Hasta ahora nada.

9. —¿Qué otras reacciones hay ante la oferta norteamericana de uranio?

—Se la considera como un importante paso hacia adelante en el desarrollo de reactores para producción de energía, pero algo inconcreta en cuanto a cantidad y grado de enriquecimiento. No podemos hacer planes mientras no sepamos la cantidad por año y por país que Estados Unidos está dispuesto a dar. Por lo tanto, esperamos una declaración más precisa y detallada.

(De «Nucleonics», Abril, 1952, pág. 20A)

#### *Uranio en los lignitos de los Estados Unidos.*

En Dakota occidental existen unos yacimientos de lignito que contiene uranio y que son objeto de una reciente colaboración entre la C. E. A. y la industria privada. Por el momento, estos lignitos uraníferos no pueden ser tratados económicamente utilizando las técnicas metalúrgicas ordinarias que suelen aplicarse a los minerales que se presentan en forma de roca. Según la C. E. A., la National Lead Co. ha realizado considerables trabajos de investigación en el laboratorio que posee en Winchester, Massachusetts, encaminados a desarrollar un proceso económico para recuperar el U a partir del lignito. En el mes de marzo, la C. E. A. llegó a establecer acuerdos con una empresa mixta —formada por la Ohio Oil y Arthur E. Pew, Jr., de Filadelfia— en los que se garantizaba que la C. E. A. compraría los concentrados de U obtenidos a partir de lignito. El grupo Ohio Oil-Pew terminará sus trabajos de desarrollo dentro de seis meses. Ha contratado los servicios de la Catalytic Construction Co. para construir una instalación experimental, de financiación privada, en la Escuela de Minas de Colorado. Si los resultados son satisfactorios, el grupo Ohio Oil-Pew obtendrá un contrato de la C. E. A. para el sumi-

nistro de concentrados de U, y construirá instalaciones en escala ordinaria que podrán estar funcionando para el otoño de 1957. Según la C. E. A., el contenido medio en U del lignito de Dakota puede oscilar entre 0,2 y 0,4 por 100. El mínimo en uranio que acepta la C. E. A. es 0,1 por 100. El proyecto promete duplicar la actual producción nacional de U, con lo que EE. UU. alcanzaría la autarquía en este sector. La información compilada por la C. E. A. está a disposición de cuantos grupos estén interesados en el tratamiento de los lignitos uraníferos.

#### *El uranio chileno.*

La C. E. A. chilena está organizando una compañía para explotar los criaderos de mineral de uranio con leyes de 0,2-0,3 por 100 de las cercanías de Copiapó. También está estudiando la posibilidad de construir una instalación de concentración —valorada en 30 M. de \$— para minerales radiactivos. Han ofrecido ayuda económica sociedades norteamericanas, canadienses y alemanas.

#### *La producción de circonio en los Estados Unidos.*

Las compras anuales de circonio apto para reactores que realiza la C. E. A. aumentarán de las 200.000 lbs. anuales a 2.825.000 lbs., conforme a un vasto plan que supone la inversión de 14 M. de \$ por año. Tres compañías (de entre 12 licitadores) han obtenido contratos por cinco años, y construirán nuevas fábricas a sus propias expensas. La National Distillers Corp. suministrará 1.000.000 de lbs. de esponja al año a 4,53 \$/lb. (el precio actual es 12,05 \$/lb.) y utilizará procesos de reducción por sodio en una fábrica con capacidad para 1,5 M. de lbs. por año que completará en Ashtabula, Ohio, hacia julio de 1957. El medio millón de libras restantes quedará disponible para la industria. Aunque no muy conocida hasta ahora por el papel desempeñado en la industria de la nucleónica, la U. S. Industrial Chemicals (división o departamento de la Distillers) es un importante abastecedor de sodio puro para sistemas de enfriamiento por metales puros; ha trabajado intensamente sobre la reducción del titanio y piensa concursar para el programa de suministro de berilio a la C. E. A. La segunda compañía ha sido la National Research Corp. NRC Metals Division, que suministrará 700.000 lbs./año a razón de 6,50 \$/lb., de su nueva fábrica cerca de Pensacola, Florida, utilizando un nuevo proceso de purificación por amoníaco y ácido nítrico. La tercera es la Carborundum Metals Co., que hasta ahora era el único abastecedor, que suministrará otras 500.000 lbs/año a 7,72 \$/lb. de su nueva fábrica de Parkersburg, además de ampliar la capacidad de su actual fábrica de Akron, Nueva York, en la que aplica

El proceso Kroll y obtiene 200.000 lbs/año, que ahora pasan a ser 325.000. Finalmente, 300.000 lbs/año procederán de la fábrica experimental del Bureau of Mines de Albany, Oregón, que había sido clausurada y será puesta de nuevo en funcionamiento por la Wah Chang Corp. de Nueva York. Además, 200.000 lbs. se comprarán al Japón en 1956 y 1957 para llenar la falta hasta que las nuevas fábricas empiecen a funcionar a últimos de 1957.

*La baja del cinc.*

Después de dos años en que el precio del cinc ha subido continuamente en el mercado estadounidense, actualmente se ha hecho perceptiblemente más débil. En realidad, cabe esperar después de veintisiete meses una primera reducción real en el precio, a no ser que se origine un cambio inesperado de las tendencias actuales existentes.

El pasado año el consumo del cinc en los Estados Unidos aumentó en un 22 por 100, de 884.000 toneladas a 1.079.000, correspondiendo el mayor incremento, un 43 por 100, a la fundición, que pasó de 275.000 toneladas a 392.000. Como entre un 60 a un 70 por 100 de toda la fundición de cinc es utilizada en la industria automovilística, a esta industria correspondió el pasado año casi la mitad del aumento total en el consumo.

*Asociación Sismológica y de Física del interior de la Tierra.*

Con motivo de la XI Asamblea de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional que se reunirá en Toronto (Canadá) del 3 al 14 de septiembre de 1957, ha preparado el siguiente temario la Asociación de Sismología y de Física del Interior de la Tierra:

- a) ¿Qué nos puede enseñar la gravimetría sobre la estructura profunda del Globo y debajo de la superficie de compensación?
- b) La formación y la historia subsecuente de un geosinclinal.
- c) La hipótesis de las corrientes de convección en el manto terrestre.
- d) El flujo térmico.
- e) Sismos y corrientes de turbulencias
- f) La plataforma continental.
- g) Las raíces de las montañas.
- h) La interpretación físico química del magma: estado y composición del magma; definición de la corteza y de su substrato
- i) Geonocrología y radiactividad.

Simultáneamente se organizarán los siguientes simposium:

- a) Condición y focos de los seísmos; estudio de los planos de fallas.
- b) Sismicidad, magnitud y energía.
- c) Curvas de duración de las trayectorias, variación de las velocidades de propagación y estructura interna del Globo.

d) Estructura de la corteza debajo de los continentes y océanos; ondas superficiales.

e) Estudios sísmicos en la Antártida y Antártida en el curso del Año Geofísico.

*Las reservas petrolíferas aproximadas mundiales.*

Diariamente se efectúan nuevos descubrimientos o se comprueban mayores extensiones de los actuales campos petrolíferos.

Al hacer el cálculo de las reservas tan sólo se tiene en cuenta las «recuperables», y no la cantidad total de petróleo, ya que no es posible extraer todo el petróleo de un campo petrolífero, dado que parte se adhiere a la roca, otra parte está completamente bloqueada por la tierra, pudiendo extraer tan sólo un promedio de alrededor de un 30 por 100 del petróleo. Sin embargo, continuamente se están mejorando las técnicas para incrementar la cantidad de petróleo que puede extraerse del depósito, con lo que aumentan las reservas comprobadas.

	Millones de toneladas
Estados Unidos .....	4.610
Canadá .....	370
Venezuela .....	1.685
Otros países del Hemisferio Occidental .....	490
Europa Occidental .....	190
Oriente Medio .....	16.835
Indias Orientales .....	380
Rusia y Europa Occidental .....	1.470
Otros países del Hemisferio Oriental .....	25
	26.055

*El torio en los reactores nucleares.*

Va a construirse en Indian Point, cerca de la ciudad de New York, el primer reactor estadounidense con torio como combustible básico. Será puesto en marcha para 1960.

La instalación, que será construida por la Consolidated Edison Company, de Nueva York, costará \$ 55 millones. Podrá producir 140.000 kilowatios de electricidad y será del tipo de agua pesada; usará torio, que puede ser convertido en U-233, escindible mediante bombardeo con un neutrón de U-235.

El reactor tendrá un núcleo muy enriquecido de uranio-235 y torio. Se espera consuma alrededor de 155 kilogramos de uranio anuales.

## NOTICIAS

---

Otro nuevo factor de la instalación de Indian Point es que llevará un calentador que quemará petróleo, y que elevará el vapor producido a la temperatura de 1.000° Fahrenheit, produciendo 96.000 kilovatios adicionales de electricidad.

En lo que al coste de la energía atómica respecta, Mr. Gordon R. Ilne, calculó que unos 9 millones por kilowatio-hora de energía atómica cuestan como 7,5 millones de las instalaciones a vapor.

### *Producción de acero en los países de la C. E. C. A.*

La producción de acero bruto, durante los cinco primeros meses de 56, ha sido la siguiente en los países de la C. E. C. A.: 9.359.000 toneladas en Alemania, contra 8.492.000 toneladas durante el período correspondiente en 1955; 5.533.000 toneladas en Francia, contra 5.278.000; 352.000 en Bélgica, contra 2.438.000; 2.352.000 toneladas en Italia, contra 2.179.000; 1.407.000 toneladas en Luxemburgo, contra 1.281.000; 348.000 toneladas en Sarre, contra 1.248.000, y 426.000 toneladas en los Países Bajos, contra 391.000.

La producción global de la C. E. C. A. ascendió a 23.027.000 toneladas, contra 21.307.000, lo que representa un incremento del 8 por 100 en el año.

Notas informativas

*Hoja núm. 876 Fuente de Cantos.*

La Hoja de Fuente de Cantos ocupa un país de gran uniformidad geológica, pudiendo decirse, no teniendo en cuenta detalles que el mapa queda dividido en dos fundamentales conjuntos, el oriental, casi exclusivamente formado por el extenso pizarral cambriano, en general muy metamorfizado, replegado intensamente en régimen isoclinal arrumbado según la dirección hercínica e interrumpido hacia sus zonas centrales por una gran masa de calizas acadienses que por metamorfismo han pasado a constituir rocas marmóreas y ya cerca del contacto con los granitos en sus zonas del noroeste, por horizontes cuarcitosos en dos bandas, una a lo largo del Ventoso y otra ya en las inmediaciones del contacto con las masas graníticas de la porción Sur Occidental. En estos parajes aparecen también algunos horizontes de conglomerados que nos indican la existencia de un cambriano de base.

Tal zona, exclusivamente paleozoica, es la mayor; el resto, hacia el O y SO., está formado casi en su totalidad por un complejo de rocas graníticas, dominando los granitos de variados tipos, pero acompañados de tipos sieníticos, dioríticos gábricos y diques, y pequeñas masas de diabasas y pórfidos diabásicos.

Como detalle debe señalarse, hacia las zonas centrales del Norte, la presencia de una gran masa de areniscas grises muy metamorfizadas, de gran homogeneidad y de tonalidades grises, que por ahora las incluimos en un carbonífero inferior, quizá Namuriense. En el ángulo Noreste aparecen restos del Terciario continental, que en los alrededores de Bienvenida constituyen una formación estructural oligo-miocena, que alcanza potencia de 8 a 12 metros.

Es interesante en esta Hoja la presencia de un frente de migmatización que afecta a una ancha faja de pizarras cambrianas, que previamente metamorfizadas, han pasado a ser típicos migmatitas. Sigue tal banda paralela por la depresión del Ardila, que en cierto modo en estas zonas va separando el dominio del Paleozoico del extenso berrocal granítico.

La técnica del conjunto sedimentario siempre intensamente metamorfiado es típicamente hercínica, quedando, en general, muy levantada, sensiblemente vertical y arrumbada monótona y muy continuadamente hacia el Noroeste, siendo su vergencia hacia el batolito granítico o sea al Suroeste.



Esta estructura ha sido arrasada en realidad hasta sus raíces, por diversos y prolongados ciclos de erosión, de los cuales el último ha podido ser datado como post-pontense. En estas zonas la penillanura de tal proceso derivada se conserva en amplios espacios muy bien, pero, en general, es que está bastante rejuvenecida por la acción erosiva fluvial de los ríos Ardila, Bodión y Alaján, que por intermedio del primero vierten en el Guadiana, y por el Viar y Viarejo, que se encaminan hacia el Guadalquivir. Entre ambas cuencas, existe la divisoria de aguas que se establece dentro de esta Hoja de Fuente de Cantos, divisoria que es anormal, pues no sigue determinados relieves, sino que rebasándolos hacia el N., se ha establecido a través de llanos y países de sencilla topografía. Tal fenómeno es debido a un proceso de sucesivas capturas fluviales que por acción erosiva remontante ha llevado a cabo la red fluvial del Guadalquivir a expensas de la del Guadiana, siendo el Viar el cauce prototipo de tales fenómenos hidrofiográficos.

Domina, pues, en este país una topografía sencilla, que a veces está representada por extensas llanuras, en las que siendo el pizarral el que domina, hace que los campos sean monótonos y más el haber desaparecido en tales zonas la arboleda y constituido tierras abiertas, explotadas casi exclusivamente en régimen cerealístico.

Los campos que se extienden alrededor de Fuente de Cantos reflejan tal carácter, y muy especialmente los situados hacia el Sur, a lo largo de la carretera general de Sevilla.

El campo granítico es mucho más ameno y en cierto modo ofrece mayor variedad de paisaje. Está casi en su totalidad cubierto por dehesas de pasto, con viejo arbolado de encinas y alcornoques. En estas zonas los valles de los ríos llegan a ser en determinadas zonas pintorescos, pues no sólo el relieve general y de detalle es complejo, sino que la variedad de la arboleda, presta al campo, en comparación con la soledad del pizarral, agradable y peculiar ambiente.

Esta zona granítica es ganadera y a lo largo de los principales cauces se asientan las mejores dehesas, abundando en ellos los caseríos, siendo algunos de importancia cierta.

Así, pues, el país en cierto modo está compensado, especialmente los campos de Valencia del Ventoso, donde los campos cerealísticos, los plantíos de olivos y viñas, y la dehesa de pastos y arboleda dan gran variedad agro-pecuaria al país.

Cinco núcleos de población quedan incluidos en la Hoja. Hacia el centro Fuente de Cantos, que es el núcleo principal, hacia el Oeste Valencia del Ventoso, que también es núcleo de cierta importancia.

En los campos terciarios del NE. queda el pueblo de Bienvenida, localizado en pleno plantío de viñas y olivos, y diversos frutales, con buena campiña también cerealística.

Hacia el borde N. queda la aldea de Calzadilla de los Barros, de pequeña importancia y en campos abiertos cerealísticos, y en el borde N.

del mapa y hacia el ángulo NW. aparece Atalaya, que es en realidad una aldeucha localizada en pizarral muy metamorfiada y en parajes quebrados, dominando desde el N. el valle de la Rivera de Alajar.

Todos estos núcleos de población están bien comunicados entre sí, mediante red de carreteras y caminos vecinales que los unen a la carretera general de Sevilla con la capital, Badajoz, mediante la de Zafra a Huelva.

Las zonas occidentales de la Hoja están recorridas por la línea férrea de ancho normal de Zafra a Huelva, línea de fuerte perfil y de trazado a veces complejo. No obstante también es vía de comunicación que relaciona fácilmente estos núcleos de población con el puerto de Huelva, y con el pequeño centro comercial de Zafra.

Se inicia en esta Hoja, por un lado, la minería de plomo, que ha de alcanzar importancia, más hacia el E. en los campos de Arzuaga por el otro la del cobre, que hacia Huelva o sea hacia el S. ha de alcanzar igualmente gran desarrollo.

Así, en las minas antiguamente explotadas de Baldío de las Pilas, casi en el borde S. del mapa y junto al Km. 32 de la carretera de Fuente de Cantos a Segura de León, en pleno campo granítico, y las del Aguilar y del Nogalito, situadas en el pizarral metamórfico al E. de la citada carretera, se han explotado filoncillos de galena, labores que no fueron de importancia en la primera mina, pero que alcanzaron cierto desarrollo en las otras dos.

En las minas de La Hinchota y la del Risco, al S. y cerca de Fuente de Cantos, se explotaron minerales de cobre, siendo las labores especialmente en la primera de cierta importancia. Hoy todas están paradas.

Hacia el cortijo de Sesmo, en el cerro de este nombre hay calicatas en la cumbre que explotaron determinados depósitos de grafito, sin duda de origen metamórfico, pues tales depósitos están en zonas pizarrosas que han sufrido muy intenso metamorfismo.

Los filoncillos de plomo y cobre se relacionan con diques de rocas sieníticas y filoncillos de cuarzo. La primera se arrumba, en general, hacia el N., la otra corre más o menos de SW. a NE., éstas son las que han dado fundamentalmente origen a los criaderos metálicos.

Si comparamos la Hoja geológica a escala 1:50.000, recientemente levantada, con el antiguo mapa a escala 1:40.000, podremos observar que el manchón granítico se reduce mucho, quedando situado más hacia el O., ocupando en el mapa que ahora se ha levantado todo el ángulo SO. de la Hoja, pero no es posible diferenciar, dentro del batólito, un manchón diorítico, pues tal hecho no sucede, sino que las dioritas, no frecuentes en la masa eruptiva, forman manchones irregulares de pequeño tamaño, y repartidas en general en toda la zona Norte de dicha masa de rocas granudas.

En relación con el cambriano, hay que indicar que ahora casi a la totalidad del resto del mapa, pues no existen zonas representativas del

Estrato-Cristalino, pues tal formación no es ni más ni menos que la base del cambriano, metamorfozada y migmatizada, debido a lo cual ofrece aspecto o facies estrato-cristalina, pero sin corresponder al Arcaico.

En la mancha cambriana se han señalado en el nuevo mapa los conjuntos cuarcitosos, las masas de conglomerados de la misma edad y el gran manchón de calizas. También se ha diferenciado el conjunto arenoso que atribuimos por ahora al Carbonífero inferior.

La mancha miocena se reduce, quedando sólo localizada en el ángulo NE. del mapa, en los alrededores de Bienvenida. En estas zonas desaparece el manchón de rocas graníticas, pues no existe y si penetra una pequeña masa de calizas cambrianas correspondientes a la alineación de la Sierra caliza cambriana de Bienvenida.

Así, pues, cambian bastante el aspecto del mapa, habiéndose dado más detalle a las diferentes formaciones, pues se han tenido en cuenta los diferentes niveles litológicos.

#### Hoja núm. 877. Llerena.

Es carácter especial de la Hoja de Llerena, considerada en su conjunto, el mostrar dos zonas o comarcas de características fisiográficas diferentes, separadas por una alineación de serratas bastantes pronunciadas y seguidas que, en general, se arrumban de NW. a SE. Esta diferencia, muy bien marcada en cuanto a los rasgos fisiográficos, no corresponde con las características geológicas, que son en todo el país muy homogéneas, si bien determinados conjuntos litológicos al dominar den peculiar carácter al relieve y al aspecto en general de los campos de la Hoja, que constituyen amplia penillanura muy poco modificada, pizarrosocaliza al N. y NE., con amplio berrocal granítico hacia esta última zona; un país quebrado y movido por rejuvenecimiento de la penillanura en este caso exclusivamente pizarrosa al S. y SE. y un conjunto de serratas, como ya se ha indicado, cuyo relieve es debido fundamentalmente a la presencia de extensos y potentes conjuntos calizos.

Así, pues, aunque el país es monótono por sus rasgos geológicos, no lo es tanto por sus características fisiográficas y en especial por su relieve.

Geológicamente el dominio en estos campos es casi exclusivamente del Paleozoico inferior, siendo el Cambriano con sus masas de pizarras y calizas el que ocupa incomparablemente mayor extensión. Sobre el pizarral cambriano y dando origen a alargada banda pizarrosa, limitado por masas de cuarcitas, destaca un sinclinal siluriano que rompe así la monotonía de los pizarrales del cambriano superior.

En determinadas zonas y siempre ocupando depresiones en el dominio del cambriano, destacan restos de la formación carbonífera, que más que por el relieve y el paisaje, destaca por su peculiar litología. De estas

manchas, y no siendo las más extensas, debe citarse la que da origen a la cuenca de Fuente del Arco, donde ya desde hace muchos años se explotan depósitos de carbón que en nuestros días en realidad están ya prácticamente agotados, pero que si industrialmente no pueden esperarse ya mucho de ellos, si por su edad geológicamente son depósitos de alto interés, pues corresponden a un Estelamiense relativamente alto, permite tener ideas claras sobre la orogenia hercínica que afectó intensamente a estas zonas.

Las otras manchas estériles corresponden a niveles más bajos y, en general, representan a un Namuriense. Tal es lo que sucede hacia Casas de Reina y zonas meridionales de Llerena y por los lados situados al NW. de la sierra de Bienvenida.

La litología de este carbonífero es muy variada, dominando las areniscas y grawackas, las pizarras hojosas y hacia la base, conglomerados poligénicos que por sus características son locales y formados a expensas de los materiales rocosos inmediatos a la actual localización de estos depósitos carboníferos.

Hacia el ángulo NE. existen amplios llanos que dan origen a masas terciarias, siendo sin duda restos de una mayor extensión de esta cobertura terciaria que alcanza en esta dirección sus avanzadas más meridionales, cubriendo y fosilizando a la vieja penillanura fraguada sobre el paleozoico, en este caso constituido por el pizarral cambriano.

Finalmente, y rompiendo la monotonía de estos campos y hacia el E. y NE. de la Hoja, cerca pero al S. de Ahillones, destaca un berrocal granítico no muy típico y que corresponde sin duda a una masa de rocas graníticas de anateria.

La tectónica que afectó a todo este país es exclusivamente hercínica, habiendo quedado arrumbadas las diferentes formaciones, así como sus diversas masas litológicas que en realidad dan origen a un típico régimen isoclinal con vergencia al SW. en toda la zona meridional del mapa y, al contrario, en las zonas septentrionales vergencia no muy acusada, pero que parece divergir de las zonas ocupadas por los potentes masas calizas e ir a apoyarse tanto hacia los afloramientos graníticos que quedan más hacia el SW. en dirección al granito de Pallarés, como hacia el NE., donde la avanzada más próxima del campo eruptiva es el manchón granítico, situado al S. de Ahillones dentro ya del mapa.

Típica y clara discordancia se aprecia entre los conjuntos inferiores, especialmente del cambriano y los integrados por el carbonífero terreno este que ha venido a ocupar sinclinales estrechas y a veces falladas, donde han podido escapar a las intensas acciones erosivas estos conjuntos carboníferos, restos de una mayor extensión alcanzada por tales depósitos.

De acuerdo con las características más topográficas que litológicas del carbonífero, restos de una mayor extensión alcanzada por tales depósitos. del S. y SE., quebradas y con desniveles acusados, dominan las dehesas de pastos y arbolado, a veces con vieja arboleda y con la peculiar belleza

de tal masa forestal. Al N. y NW., en el dominio de la arrasada penillanura, son los campos abiertos cerealísticos los que dominan, sólo interrumpidos allí donde existen manantiales, lugares donde surge la huerta que en realidad son verdaderos oasis en medio de la seca llanura. Cerca de los núcleos de población a veces existe plantío de olivos y viñas, pero éste domina en los quebrados relieves calizos que vienen así al menos en amplios espacios a dar origen así a las terceras zonas, en orden agrícola, la de los plantíos de relativa gran riqueza.

De este modo, domina la ganadería en el país quebrado, la agricultura de tierras abiertas cerealistas en los llanos y el plantío casi exclusivamente de olivos en grandes zonas del conjunto serrano.

Seis núcleos de población quedan situados en el dominio de esta Hoja. El principal es Llerena, con 8.217 habitantes. Centro con cierta industria en relación con las actividades agrícolas y el tráfico, así como con industria derivada de la agricultura. Más hacia el NW. queda Villagarcía de la Torre, de 3.379 habitantes, pueblo típicamente agropecuario, lo mismo que Ahillones, que queda hacia el ángulo NE. de la Hoja y cuenta con 3.197 vecinos.

En la serranía o en los límites de ella están situados los núcleos de población de Reina y Trasierra y en el borde, pero ya en el llano, Casas de Reina.

Los tres pueblos con 903, 1.218 y 1.108 habitantes respectivamente son núcleos típicamente agropecuarios. Debe citarse además como principal la Hacienda de Cantagallo, que surge magníficamente como ejemplo de lo que es una gran explotación ganadera y agrícola de estas zonas del Sur de Badajoz. Cuenta con 56 vecinos.

Existe una cierta minería en la región, fundamentalmente cobriza, teniendo buenos filones de carbonatos de cobre, criaderos que están en relación con fallas más o menos orientadas al NW. En realidad, estas pequeñas minas están agotadas y sólo la denominada El Carpio, situada al N. de Villagarcía de la Torre en pleno pizarral, tiene sus instalaciones totalmente arruinadas. En la mina de El Carpio se suspendieron las labores en noviembre de 1954.

En la actualidad se siguen explotando los carbones de la mina hullera de Fuente del Arco, pero la única capa con que cuenta, muy somera, estrecha y sucia, puede decirse que está ya agotada, pudiendo por ello darse como acabada esta cuenca. Las otras manchas carboníferas sólo muy circunstancialmente, pues los mazos de carbón son discontinuos, muy desiguales, por lo que la cuenca, muy pobre, ofrece malas condiciones de explotación.

Existe también una rústica industria de cales que explota el calerizo cambriano, así como terreros corrientes, cuyos materiales son empleados para tejas y ladrillos.

En resumen, la Hoja de Llerena queda enclavada en pleno dominio del paleozoico inferior de Extremadura, afectado por la orogenia hercínica, siendo accidentes de importancia cierta la presencia de determinados filones calizos y de plomo, así como los manchones carboníferos, de los que se explota el de Fuente del Arco y la presencia o afloramiento de determinadas rocas grandes del tipo de los granitos y sienitas, masa que forma el basamento profundo de la comarca.

## Notas bibliográficas

## CRIADEROS

GEFFROY, J. et SARCIA, J. A.: *Contribution a l'étude des pechblendes françaises*. C. E. A., núm. 380, 1955.

Los autores recopilan los caracteres y las maneras de presentarse la uranita y la pechblenda según los datos bibliográficos actuales.

Exponen los hechos que—solamente desde el punto de vista mineralógico—destacan del estudio mineralógico y calcográfico de las pechblendas francesas y de sus satélites. Distinguen de la pechblenda tipo una facies negra oxidada, correspondiente probablemente a una neoformación, y una facies parapechblenda, que es considerada como una sobreoxidación de la pechblenda propiamente dicha. Dan varios datos precisos sobre las modificaciones de las gangas (fluorina, cuarzo, etc.).

Estudian detenidamente las paragénesis y las sucesiones en los distritos uraníferos franceses: Divisiones de Limousin, de Grury, de Lachaux y de Vendée, indicios del macizo central del Sur y de los Vosgos (a propósito de los cuales es tratada la cuestión de los materiales carbonosos uraníferos).

La conclusión constituye una tentativa de clasificación de los filones uraníferos franceses. Estos, de tipo epitermal dominan, son pobres en minerales satélites. Tres tipos de formaciones se distinguen: tipo de pechblenda masiva (dominante en Limousin); tipo silicio (dominante en Lachaux); tipo fluoruro (dominante en Grury). Todos estos yacimientos, como en Portugal, recortan los granitos y son muy diferentes de las formaciones uraníferas con Ni, Co, Bi, Ag, U de la Europa Central. Los autores exponen algunas ideas de la formación de la pechblenda e intentan hacer destacar para el conjunto herciniano europeo un reparto particular de tipo paragenético.—L. F.

## PROSPECCION RADIATIVA

BARBEZIER, J.: *Equipement électronique utilise dans la recherche géologique en profondeur par méthodes radioactives*. C. E. A., núm. 328, 1954.

Describe los aparatos utilizados en prospecciones radiactivas y llega a la siguiente conclusión. Los métodos de testificación radiactiva presenta las ventajas siguientes: las medidas pueden ser hechas antes y después

del entubado; pueden ser hechas en los sondeos que tengan uno o varios entubados, vacíos o llenos, y cualquiera que sea la mezcla.

La temperatura, la presión hidrostática y la resistibilidad del relleno del sondeo no producen efectos sobre los resultados.

Las posibilidades ofrecidas a la geofísica por las testificaciones radiactivas se espera sean muy amplias.

Estos métodos relativamente recientes se esperan sean mejorados cada día, tanto desde el punto de vista de los aparatos, como de los métodos de utilización e interpretación.—L. F.

## INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En este Instituto, fundado en el año 1849, existen laboratorios donde se estudian, analizan y ensayan, rocas, menas, minerales, aguas, combustibles, tierras coloidales y productos metalúrgicos e industriales. También se efectúan determinaciones espectroquímicas, químicas y de constantes físicas, estructuras cristalinas y mediciones de radiactividad, así como separación y concentración de menas por sus diversas técnicas, y ensayos industriales de las mismas.

Tanto para investigación como para fines docentes, se preparan colecciones de ejemplares y también se realizan clasificaciones de rocas, minerales y fósiles.

Los estudios y prospecciones geofísicas se efectúan por métodos eléctricos, sísmicos, magnéticos, gravimétricos y radiactivos.

Se ejecutan estudios e informes geológicos así como investigaciones de criaderos y asesoramientos para la explotación de los mismos.

Se redactan proyectos de alumbramientos de aguas subterráneas y se proporcionan toda clase de asesoramientos para la ejecución de los mismos.

Con destino a Entidades y particulares se ejecutan toda clase de trabajos relacionados con las especialidades del Instituto.

LISTA DE PRECIOS DE LAS PUBLICACIONES  
DEL INSTITUTO

	Ptas.
<b>BOLETINES</b>	
Boletines, cada tomo, hasta el 56 .....	40
Idem, id., desde el tomo 57 .....	70
Agotados, 1 a 25, 38, 39, 41 a 45, 48, 50, 56.	
<b>NOTAS Y COMUNICACIONES</b>	
Notas y Comunicaciones, números del 1 al 12, cada uno .....	20
Idem, id., desde el número 13, cada uno .....	30
Agotados números 1, 8 y 10.	
<b>MEMORIAS</b>	
<b>GEOFÍSICA.</b>	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas Tomo 1.º .....	240
Idem, id. Tomo 2.º .....	240
Idem, id. Tomo 3.º .....	240
Idem, id. Tomo 4.º .....	300
Idem, id. Tomo 5.º .....	150
<b>CRADEROS DE HIERRO.</b>	
Hierros de Murcia .....	40
Idem de Asturias .....	40
Idem de Guadalajara y Teruel (agotado) .....	
Idem de Galicia, Tomo 2.º (1.º agotado) .....	40
Idem de Galicia, Tomo 3.º (dos fascículos cada uno) .....	40
Idem de Almería y Granada (3 volúmenes, 1.º y 2.º agotados), cada volumen .....	40
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba .....	65
<b>VARIOS.</b>	
Estudio petrográfico de la serranía de Ronda .....	45
Monografía de las melanopsis .....	45

	Ptas.
Conchas bivalvas de agua dulce .....	60
Memoria del Uranio .....	30
El petróleo .....	50
Cuenca del Alto Tajo. Alcalá de Henares .....	40
La cordillera del Rif (dos volúmenes de texto, uno de láminas) ..	150
Reservas mundiales de piritas (dos volúmenes) .....	75
Reservas mundiales de fosfatos (dos volúmenes) .....	75
Estudio metalogénico de la Sierra de Cartagena (agotado).	
Libro Jubilar (tomo I y II, cada uno) .....	75
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955) publicadas por el Instituto Geológico y Minero de España .....	25

**GUÍAS GEOLÓGICAS.**

Estrecho de Gibraltar .....	40
Los platinos de la serranía de Ronda .....	40
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés) .....	40
Sierra Morena-Sierra Nevada .....	40
Terciario continental de Burgos .....	20
Minas de Almadén (francés) .....	20
Isla de Mallorca .....	20
Sierra de Guadarrama .....	20
Aranjuez .....	20
Asturias (sólo en francés) .....	40
Sierra Morena-Llanura Bética .....	20
Despeñaperros .....	20
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla .....	40
Idem id. Madrid-Irún .....	40

**BOLETINES DE SONDEOS.**

Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo .....	15
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem .....	15
Tomo 3.º (fasc. 1.º) .....	25

**MAPA GEOLOGICO**

**CARTOGRAFÍA.**

Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado) .....	75
Idem id., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955 .....	250

	Ptas.
Idem íd., hojas sueltas, cada hoja ... ..	100
Idem íd., escala 1:400.000 (cada hoja) ... ..	20
Idem íd., nueva edición (cada hoja) ... ..	30
Mapa provincial de Barcelona, escala 1:200.000 ... ..	50
Idem íd., de Lérida, a 1:200.000 ... ..	50
Idem íd., de Cádiz, a 1:200.000 ... ..	50
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000 ... ..	20
Atlas estratigráfico de la cuenca hullera asturiana ... ..	75
Mapa de Guinea, escala 1:400.000 ... ..	15
Mapa Manantiales Minero-Medicinales de España, a 1:1.500.000... ..	40
Mapa Geológico y Minero de España, escala 1:2.500.000 ... ..	10
Idem íd., escala 1:1.500.000 (agotado).	
Idem Vulcanológico ... ..	40

## MEMORIAS.

Explicación Mapa Geológico, tomo 1.º, escala 1:1.000.000 ... ..	65
Idem íd., explicación tomo 2.º ... ..	75
Explicación del Mapa Geológico de España, por don Lucas Mallada, escala 1:400.000 (agotados los volúmenes 4.º, 5.º y 6.º) ... ..	45
Memoria provincial de Lérida ... ..	50
Memoria y Hoja provincial de Lérida, juntas ... ..	90
Memorias del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000 ... ..	18
Memorias y Hoja, escala 1:50.000, juntas ... ..	35
Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico 1:50.000, Gijón-Oviedo ... ..	30

PARA LAS LIBRERÍAS.—Estas publicaciones se mandan a provincias, enviando por anticipado su importe por Giro Postal, más gastos de correo.

Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 % de descuento, que deberán descontar al hacer el envío de su importe por Giro Postal.

## INDICE

	PÁGS.
Dos especies fósiles nuevas en las provincias de Valencia y Alicante, por E. DUPUY DE LÔME y J. DE LA REVILLA ... ..	3
Notas glaciológicas, por ANTONIO DUE ROJO, S. I. ... ..	11
Manganesos y hierros de la provincia de Badajoz, por MANUEL PASTOR MENDIVIL y JORGE DOETSCH ... ..	31
Investigación de niobio y tántalo en la segunda zona reservada de la provincia de La Coruña, por ANTONIO COMBA SIGÜENZA y JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA ... ..	135
Noticias ... ..	163
Notas informativas ... ..	171
Notas bibliográficas:	
Criaderos ... ..	188
Prospección radiactiva ... ..	183
Instituto Geológico y Minero de España ... ..	185