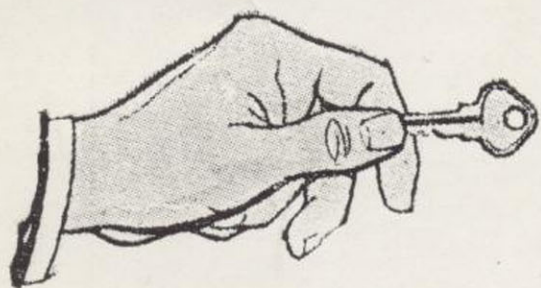
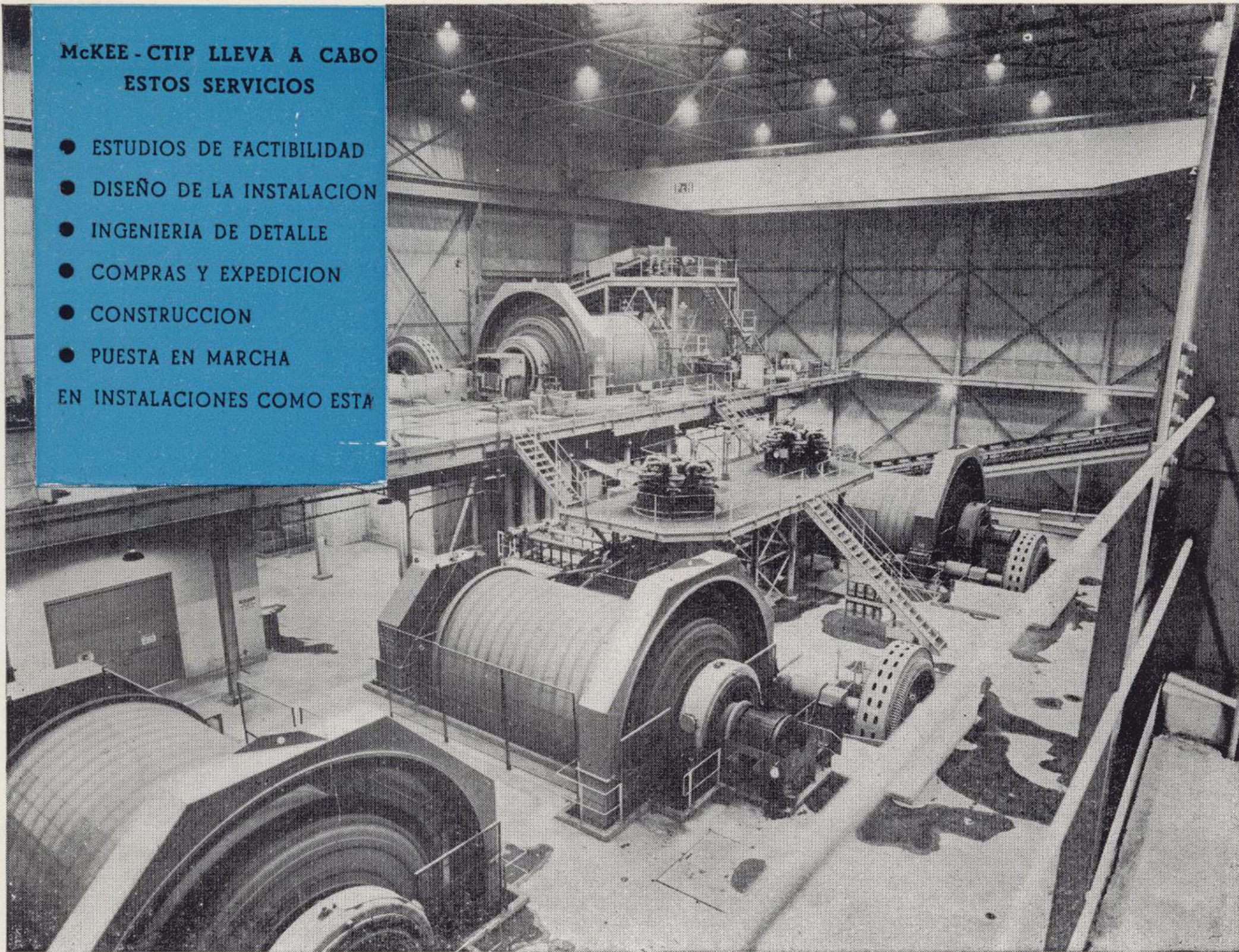


**McKEE - CTIP LLEVA A CABO
ESTOS SERVICIOS**

- ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD
 - DISEÑO DE LA INSTALACION
 - INGENIERIA DE DETALLE
 - COMPRAS Y EXPEDICION
 - CONSTRUCCION
 - PUESTA EN MARCHA
- EN INSTALACIONES COMO ESTA



...y al terminar le entregamos las llaves

**McKEE SIRVE ESTAS
SIETE INDUSTRIAS:**

SIDERURGIA

MINERIA

PETROQUIMICA

ALIMENTACION

METALES NO FERREOS

QUIMICA

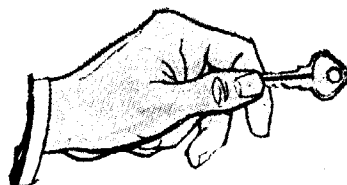
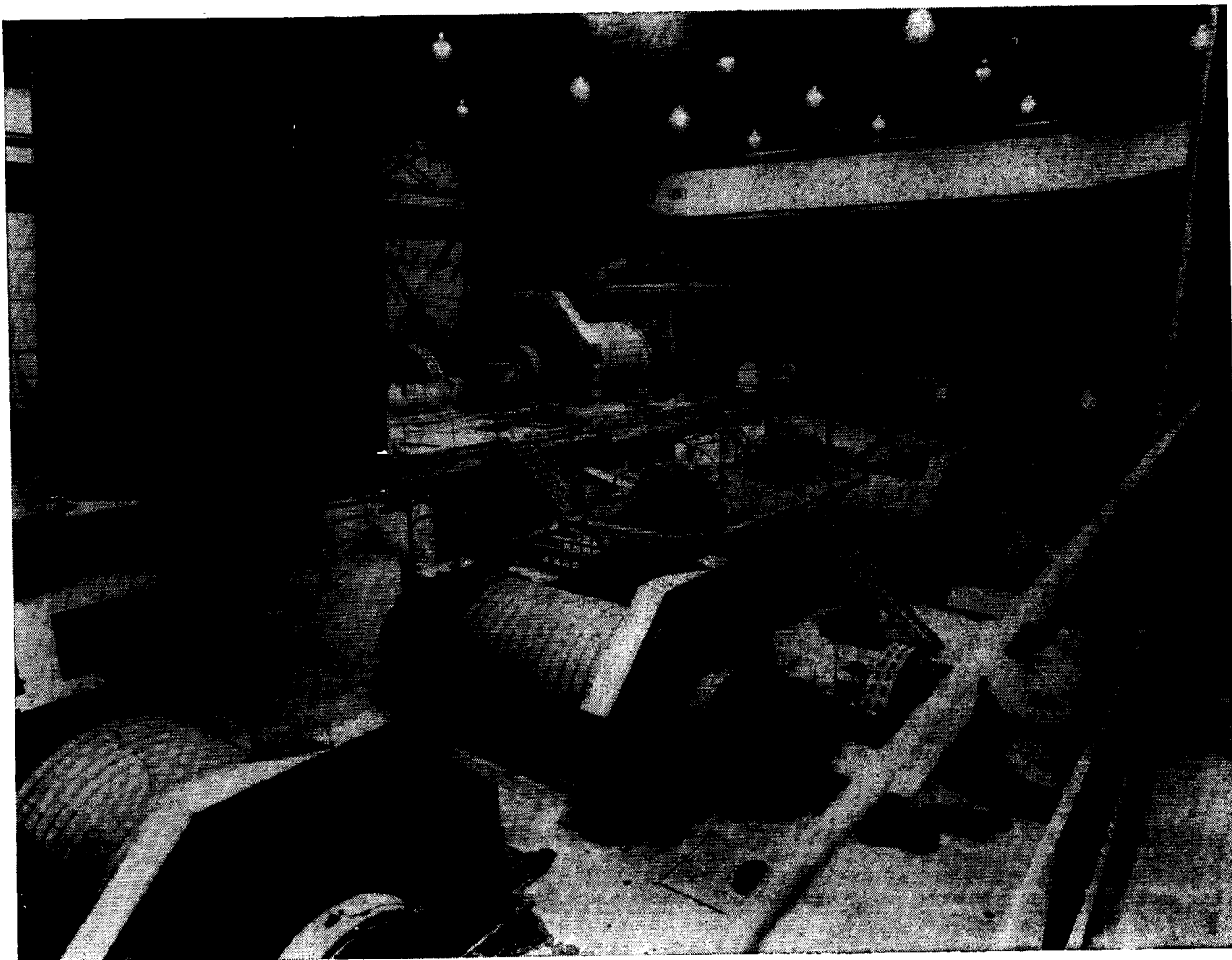
FARMACEUTICA

Cuando todas las fases de su proyecto son ejecutadas por McKEE-CTIP, bajo un contrato llave en mano de responsabilidad única, usted obtiene acción coordinada dentro de una sola organización. No existe duplicación de esfuerzos o de gastos, ni retrasos debidos a múltiples responsabilidades, ni tiempo perdido en negociaciones con numerosos subcontratistas y suministradores.

Los resultados de los servicios de McKEE-CTIP son inmediatos. Cada paso de su proyecto se da de acuerdo con un programa en manos de técnicos expertos. Los equipos de ingeniería, compras y construcción de McKEE-CTIP operan como un mecanismo de precisión para darle resultados eficaces y económicos. Hemos hecho esto muchas veces con compañías como la suya. Podemos hacerlo por usted. Llámenos.

McKEE - CTIP

McKEE-CTIP Ibérica, S. A. - Avda. del Generalísimo, 71 - A - Telef. 270 28 00 - MADRID - 16



...y al terminar le entregamos las llaves

**McKEE SIRVE ESTAS
SIETE INDUSTRIAS:**

SIDERURGIA
MINERIA
PETROQUIMICA
ALIMENTACION
METALES NO FERREOS
QUIMICA
FARMACEUTICA

Cuando todas las fases de su proyecto son ejecutadas por McKEE-CTIP, bajo un contrato llave en mano de responsabilidad única, usted obtiene acción coordinada dentro de una sola organización. No existe duplicación de esfuerzos o de gastos, ni retrasos debidos a múltiples responsabilidades, ni tiempo perdido en negociaciones con numerosos subcontratistas y suministradores.

Los resultados de los servicios de McKEE-CTIP son inmediatos. Cada paso de su proyecto se da de acuerdo con un programa en manos de técnicos expertos. Los equipos de ingeniería, compras y construcción de McKEE-CTIP operan como un mecanismo de precisión para darle resultados eficaces y económicos. Hemos hecho esto muchas veces con compañías como la suya. Podemos hacerlo por usted. Llámenos.

McKEE - CTIP

McKEE-CTIP Ibérica, S. A. - Avda. del Generalísimo, 71 - A - Teléf. 270 28 00 - MADRID - 16



EMPRESA NACIONAL "ADARO"

DE INVESTIGACIONES MINERAS S.A.



ESTUDIOS GEOLOGICOS

INVESTIGACION DE CRIADEROS MINERALES

SONDEOS HASTA DE 4.500 MTS. DE PROFUNDIDAD

**LABORATORIOS DE PETROGRAFIA, METALOGENIA,
MICROPALAEONTOLOGIA, QUIMICO, TESTIGOS,
LIDOS, CEMENTOS, PREPARACION MECANICA
DE LAS MENAS.**

DOMICILIO SOCIAL.— SERRANO Nº 116, MADRID (6). TELEFONO 2-61-79-02

OFICINAS Y LABORATORIOS.— K.12 CARRETERA DE ANDALUCIA.
TELEFONOS 2-37-17-00, 1-2

**PUBLICACIONES ULTIMAMENTE EDITADAS POR EL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

Mapas Geológicos Provinciales a escala 1:100.000.

Isla de Lanzarote

150 pesetas

Isla de Fuerteventura

150 pesetas

Mapa Geológico Nacional 1:50.000.

Hoja núm. 380 / 1.093 Lobos

100 pesetas

Hoja núm. 384 / 1.114 Istmo de la Pared

100 pesetas

PEDIDOS A

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléfono 234 13 28

MADRID - 3

RESERVADO PARA
LA REVISTA
ECONOMIA INDUSTRIAL

TOMO LXXIX
Fascículo IV
JULIO AGOSTO - 1968

boletín geológico y minero

revista bimestral de geología económica, industrias extractivas y de su beneficio - fundada en 1874 - 4.^a serie

COMISION DE REDACCION

- LMELA SAMPER, Antonio.**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.
- LVARADO ARRILLAGA, Manuel María.**
Instituto Geológico y Minero de España (Geología).
- RANGUREN SABAS, Félix.**
Instituto Geológico y Minero de España.
- ERTRAND Y BERTRAND, Carlos.**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Oviedo.
- ONED SOPENA, José Antonio.**
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Madrid.
- ANTOS FIGUEROLA, José.**
Instituto Geológico y Minero de España.
- RUSAFONT PAIRO, Miguel.**
Facultad de Ciencias de Barcelona.
- OETSCH SUNDHEIM, Jorge.**
Instituto Geológico y Minero de España (Minería).
- ONTBOTE, José María.**
Facultad de Ciencias de Granada.
- USTER CASAS, José María.**
Instituto "Lucas Mallada", de Investigaciones Geológicas.
- ALVEZ CAÑERO, Augusto de.**
Instituto Geológico y Minero de España (Aguas).
- ERNADEZ-PACHECO, Francisco.**
Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- LOPEZ DE AZCONA, Juan Manuel.**
Comisión Nacional de Geología.
- ELENDEZ Y MELENDEZ, Bermudo.**
Universidad de Madrid.
- MINGARRO MARTIN, Francisco.**
Facultad de Ciencias de Madrid.
- MURCIA VIUDAS, Andrés.**
Instituto Nacional de Colonización.
- ORTI SERRANO, Carlos.**
Consejo de Minería y Metalurgia.
- PARGA PONDAL, Isidro.**
Laboratorio Geológico de Lage. Coruña.
- PINTADO FE, Francisco.**
Instituto Nacional del Carbón. Oviedo.
- RIBA ANDERIU, Oriol.**
Universidad de Zaragoza.
- RIOS GARCIA, José María.**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.
- SAENZ GARCIA, Clemente.**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos. Madrid.
- SOLE SABARIS, Luis.**
Instituto Nacional de Geología. Barcelona.
- VIDAL PARDAL, Manuel.**
Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid.
- VIRGILI RODON, Carmina.**
Facultad de Ciencias de Oviedo.

REDACTOR JEFE
J. M. LOPEZ DE AZCONA

INDICE

	PÁGINAS
<i>Geología</i>	
• M. CRUSAFONT PAIRÓ y J. M. ^a GOLPE POSSE: Los nuevos yacimientos de mamíferos del Eoceno español	1
M. CRUSAFONT PAIRÓ y J. M. ^a GOLPE POSSE: <i>Dissacus progressus</i> , nova sp., el primer Creodonto de España.	14
<i>Minería</i>	
F. VÁZQUEZ GUZMÁN: Contribución al estudio de los yacimientos de hierro del Suroeste de España.-(Parte I).	18
<i>Geobiología, Geofísica, Geonucleónica y Geoquímica</i>	
F. ESTEBAN SANTISTEBAN: Investigación hidrogeológica por el método eléctrico en Chipiona y Jerez de la Frontera (Cádiz)	40
<i>Estudio de minerales y rocas</i>	
E. PUGA, J. M. FONTBOTÉ y J. L. MARTÍN VIVALDI: Caracterización petrológica del Tramo de la Caldera en la serie de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)	48
M. MARTÍN CALVO: El filón de Navarredonda (Ávila). Caracteres petrográficos, mineralógicos y metalogénicos.	67
<i>Información</i>	
Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa.—Notas bibliográficas.—Sección informativa de revistas	72

EDITADA POR EL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

RÍOS ROSAS, 23. MADRID-3 (ESPAÑA)

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.

Los derechos de propiedad de los trabajos
publicados en esta obra fueron cedidos por
los autores al Instituto Geológico y Minero de
España.

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Minas de potasa de Cardona, propiedad de la Unión Española de Explosivos, S. A.

Depósito Legal M. 8.279.-1958

TALLERES GRÁFICOS VDA. DE C. BERMEJO.—J. GARCÍA MORATO, 122, TELÉFONO 233 06 19.—MADRID

Los nuevos yacimientos de mamíferos del Eoceno español

por M. CRUSAFONT PAIRO y J. M.^a GOLPE POSSE

RESUMEN

Esta nota está dedicada a la descripción de los diversos yacimientos con Mamíferos fósiles del Eoceno español, la mayoría de los cuales han sido descubiertos en los doce últimos años. En la actualidad, el Eoceno continental de España, que abarca desde la zona de Cuis a la zona de Montmartre, es decir, desde el Cuisiense al Ludense superior, comporta una lista respetable de Mamíferos fósiles, muchos de los cuales están en estudio. Puede decirse que aparte de tres o cuatro especies, el resto constituyen novedades para la fauna paleomastológica española.

ABSTRACT

This note is devoted to the description of all the quarries of Eocene age in Spain. Mostly these sites were discovered in the last twelve years by the authors and associates. At present, the continental Eocene of Spain embraces from the Cuisian-zone to the Montmartre-zone, it is to say, from the Cuisian to the uppermost Ludian, and the list of species are very abundant. Many of the fossils are in study. With the exception of three or four forms, all are novelties for the fossil mammalian fauna of Spain.

1) INTRODUCCIÓN

Aparte de la labor de excavaciones llevadas a cabo en los yacimientos vallesienses de la depresión del Vallés-Penedés, singularmente en los de Can Llobateres y Can Ponsich, a la búsqueda de Póngidos (con un acervo actual de más de 50 ejemplares), bajo la protección económica de la «Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research» y en colaboración con el Naturhistorisches Museum de Bâle, la Cátedra de Paleontología (gracias a las posibilidades económicas derivadas del Fomento a las Investigaciones Universitarias (F. I. U.) y el Instituto Provincial de Paleontología de Sabadell, sedes ambos de la Sección de Paleontología Barcelona-Sabadell del Instituto «Jaime Almera» del C. S. I. C.), han concentrado sus esfuerzos en realizar diversas prospecciones y exploraciones por distintas Cuencas del Eoceno a la búsqueda de Mamíferos fósiles.

En estas exploraciones han participado todos los componentes del Laboratorio de Paleontología,

incluso aquellos que se dedican a otras especialidades distintas de la Paleomastología. Sobre todo en aquellos casos en que se relacionaron niveles continentales y marinos. Algunas veces, hemos contado con la colaboración de la Cátedra de Estratigrafía de nuestra Universidad, así como de otros colegas españoles, singularmente con la Cátedra de Geología de la Universidad de Zaragoza; y, finalmente, han participado también algunos colegas y estudiantes extranjeros, dentro del plan de colaboración internacional, que desde hace años viene manteniendo el Museo de Sabadell (hoy Instituto Provincial).

El Eoceno continental en Cataluña era prácticamente desconocido, si exceptuamos algunas referencias sumarias del Dr. Bataller al yacimiento ludense de Sosís, en la Cuenca de Tremp. Desde hace diez años se caracterizaron distintos niveles del Eoceno continental, atribuidos al Luteciense *sensu lato* en la Sierra de Montllobar (Cuenca de Tremp) y en los tramos lignitosos de Capella, en la Cuenca del Isábena. Posteriormente, se pro-

siguieron las prospecciones en la susodicha Sierra de Montllobar y en Sosis, lográndose en cada caso aumentar considerablemente la lista de las especies de Mamíferos.

Fruto de estas campañas, anteriores a las que aquí nos ocupan, son diversos trabajos aparecidos en el curso de estos diez años. Destaquemos, también, la primera caracterización de niveles continentales en la Cuenca de Ager (Crus. et Ros., 1966) y el primer hallazgo de Prosimios fósiles en Sosis, Capella y Ager (Crus., 1966, a y b).

La nota actual se referirá a las importantes novedades, tanto en hallazgos de nuevos tipos en los yacimientos conocidos, como de nuevos yacimientos en diversas Cuencas, singularmente del ámbito catalán.

2) CUENCAS PREPIRENAICAS

Uno de los resultados más notables obtenidos a través de nuestras campañas de exploración de las cuencas de la zona preaxial pirenaica en estos últimos años, ha sido el de caracterizar la complejidad estratigráfica del paquete paleocenoconceno concordante con los niveles del Garumniense, que corona por todo el ámbito de las formaciones del prepireneo a los tramos marinos del Cretáceo superior. Aparte de la caracterización diferencial de estos niveles del Garumniense, que por lo menos en algunos lugares abarca el Cretáceo terminal y el Paleoceno inferior, según ha referido recientemente con pruebas paleontológicas nuestro alumno D. Miguel de Renzi (1966), debemos hacer hincapié en la existencia de cuñas marinas, o salobres, intercaladas entre los niveles ya relativamente altos de la formación eocena.

Esta constatación pudo establecerse por vez primera, y con seguridad, después de una campaña llevada a cabo en colaboración entre los «vertebristas» firmantes de esta nota y los «invertebristas», señores De Renzi y Clavell: el primero, dedicado al estudio de los Moluscos, sobre todo del Ilerdiense, y el segundo a los Macroforaminíferos, en la *Cuenca del Isábena*. A lo largo del corte, que se extiende desde la base garumniense en Serraduy, hasta los niveles correspondientes a Capella y Laguarres (con todo el conjunto recubierto a trechos por los conglomerados postpirenaicos, datados en su base como del Ludense inferior en Sosis (*Cuenca de Tremp*)), se extienden, de forma obsecuente al trazado de la carretera de Laguarres a Serraduy y más allá (y que tiene que enlazar después del Turbón, en Bonanza, con la carretera de Castejón de Sos a la del túnel de Viella), las capas muy potentes del Paleoceno inferior y el Ilerdiense (y quizás todavía el Cuisien-

se marino), bordeando los pueblos de Puebla de Roda y de Roda de Isábena.

Estos niveles marinos se interrumpen bruscamente por una regresión perfectamente marcada a la altura de la Masía de La Roca, alrededor del kilómetro cinco de la citada carretera. En dirección a Laguarres aparecen episodios costeros y salobres con una fauna, los primeros, de Ostreídos (en algunos casos simbiotizados por el Briozoo *Conopeum reticulum* (Linn. 1767), determinado por el Dr. Salvador Reguant a nuestra intención, y que justamente debuta en el Luteciense), y los segundos con algunos *Potamides*, determinados por el señor De Renzi, preludio de otra pequeña fase regresiva que se concreta en algunos nuevos niveles continentales, a los que siguen nuevos episodios costero-salobres con *Potamides*; y finalmente, se establece la regresión definitiva con la gran potencia del paquete continental, en el que se ubican los yacimientos ya citados de Capella y de Laguarres; el todo, recubierto por los conglomerados que podríamos llamar de Benabarre. De esta interesante constatación, de gran importancia estratigráfica por la complejidad de la serie paleocena-eocena, nunca sospechada en su época por Carez —sobre todo por lo que se refiere al fragmento regresivo del corte—, dimos cuenta en una nota reciente (Crusafont, De Renzi y Clavell, 1966).

Las enseñanzas que nos proporcionó este corte, nos hicieron sospechar la existencia de estos fenómenos regresivos en otros sectores próximos de la formación prepirenaica. Y en efecto, ello fue corroborado por la existencia de niveles costeros y salobres en la vertiente oeste de la Sierra de Montllobar, con fósiles característicos, y por encima de los que reaparecen las capas continentales más modernas, aunque sólo ligeramente, que las de aquella Sierra (cuyos niveles inferiores continentales por la vertiente de la *Cuenca de Tremp*, son de todos modos del Cuisiense). La misma sucesión puede observarse en la *Cuenca del Esera* en donde, después de las series del Ilerdiense marino de Campo, estudiadas por Höttinger, encontramos, en contacto con unos niveles muy abundantes en grandes *Assilina*, niveles concordantes continentales superpuestos, aunque escasos en fósiles, en las cercanías del pueblo de Puebla de Esera y, entre ambos, una capa que registra el inicio de la regresión con otra fauna salobre de *Potamides*.

Se constata que en dirección oeste los niveles marinos se hallan más desarrollados en detrimento de los continentales y parecen desaparecer los episodios de cuñas, según una rápida inspección de una serie paralela al Cinca, desde Grado hasta más allá de Boltaña.

Una seriación semejante puede constatarse en la *Cuenca de Ager*, la que ha ido resultando más compleja a medida que han ido avanzando los estudios estratigráficos en la misma. Si, primeramente, Rosell (1963) había señalado los niveles marinos del Ilerdiense en la sucesión que se apoya por su base en el Garumniense de Les Conclues; más tarde, señalábamos por primera vez los niveles continentales caracterizables a base de Mamíferos fósiles (Crusafont y Rosell, 1966), aunque con unos tramos inexplorados entre la formación más alta conocida en aquella nota y el paquete continental: la primera, correlacionada actualmente con los niveles ipresienses de la *Cuenca de Tremp* por Renzi (1966 b). No obstante, en una de nuestras exploraciones (equipo de «vertebristas»), pudimos observar a escasos metros, por debajo de la formación terrestre, unos niveles claramente salobres con Cerítidos y *Potamides*, que indican el tránsito a la regresión superior.

A) Cuenca de Ager

Desde nuestra nota anterior (Crusafont y Rosell, 1966), se han descubierto, tanto por parte de uno como de otro de los firmantes de aquel trabajo, algunas nuevas localidades, que aumentan considerablemente la lista de yacimientos de esta interesante cuenca premontsequeuse, así como algunos nuevos importantes hallazgos paleomastológicos.

a) Corsà II.

En capas inferiores a las que habíamos explorado anteriormente —después de su localización por el Dr. Rosell—, se descubrieron unos niveles areniscosos de los que proceden algunos importantes restos de Mamíferos fósiles, que como la mayoría de los detallados en esta nota, serán estudiados en otro trabajo, y que comprenden una mandíbula de un *Chasmothelium* (animal joven), unos molares de Paleohípidos, dientes de Crocodílidos, placas de Quelonios, etc. En un nivel ligeramente más alto que fue descubierto por nuestro preparador señor Aris y por el señor Sort, una pieza dentaria del primer Creodonto hallado en España y perteneciente, como nueva especie *progressus*, al género *Dissacus* (Crusafont y Golpe, 1968), algo más evolucionada que el tipo *blayaci* de Stel. del Luteciense del manso Guérin, cerca de Montpellier.

b) Mas de Camperol.

En unos niveles situados a una altura topográfica de unos 30 m. por encima del yacimiento de Les Saleres, ya conocido por nuestra nota anterior, y según indicaciones del geólogo alemán doctor Krusat, de la «Freie Universität» de Berlín, descubrimos un fragmento de mandíbula de *Pachynolophus*, a la que se debe añadir la pieza de *Chasmothelium* que nos fue cedida por el citado geólogo, además de los hallazgos de dientes de Crocodílidos y placas de *Tetudo* y de *Trionyx*.

c) Mò.

De esta localidad proceden solamente algunas placas de Quelonios, que fueron descubiertas por el Dr. Rosell, faltando realizar unas campañas de exploración, en programa.

d) I'et.

La *Cuenca de Ager* rebasa el río Noguera Ribagorzana y al pie de la citada aldea (hoy casi abandonada) y las cercanías del embalse allí existente, el mismo Dr. Rosell encontró algunos restos de Paleohípidos. También tenemos en proyecto realizar exploraciones más minuciosas en esta zona.

* * *

Debemos destacar aquí por su importancia el hallazgo en la localidad de Les Saleres, durante nuestras últimas campañas, de varios ejemplares pertenecientes a un Prosimio, que constituye un nuevo género que fue bautizado por el primero de los firmantes (Crusafont, 1966 a y b), con el nombre de *Agerina* (tipo *A. roselli* Crus.)

Después de los ya abundantes reconocimientos realizados en esta Cuenca, parece probable que puedan señalarse dos niveles diferentes con Mamíferos fósiles; ambos en margas de color amarillento, separadas por una espesa capa de areniscas grises, muchas veces ocráceas, por causa de la frecuencia de gruesos nódulos limoníticos, y que en algunos casos (localidades de Sant Pere Màrtir y pueblo de La Ametlla), contienen también una cierta abundancia de restos. Parece ser que las capas inferiores sean de un Cuisiense franco, zona de Cuis, mientras que las superiores podrían pertenecer a una transición al Luteciense, zona de Argenton, aproximadamente.

B) *Cuenca de Tremp* (= *Cuenca del Noguera Pallaresa*)

En realidad, no podemos en este caso concreto hablar del hallazgo de nuevas localidades, sino referirnos al descubrimiento de algunas interesantes novedades que, en su día, una vez determinadas de una manera precisa en su totalidad, enriquecerán considerablemente las listas de especies de la Sierra de Montllobar.

Parece ser que es en esta seriación, la más oriental del conjunto de Cuencas preaxiales, donde la formación continental debuta en tiempos más antiguos, dado que las primeras hiladas terrestres —que se superponen a las facies terminales de la formación marina con sus episodios costeros (con *Ostraea* cfr. *multicostata* Deshayes) de margas muy azules, y salobres de color amarillento con *Batillaria supracincta* (Cossmann), *Tympnotonus montsechanus* (Vidal), *Potamides* (*Ptychopotamides*) cfr. *cinctus* (Lamarck), formas descubiertas por nosotros y determinadas por el señor De Renzi—, parecen poder atribuirse al Ipreiense superior o Cuisiense, zona de Cuis. Esto, por el hecho de que los Condilartros de la Sierra de Montllobar (excepción hecha del *Phenacodus* cfr. *teilhardi* Simpson, hallado más alto), se concentran en estas capas inferiores: *Phenacodus villatae* Crus., *Almogaver condali* cfr. Crus. et Vill., y el interesantísimo y nuevo género de Faroxiclénido *Spaniella* (tipo *S. carczi*), descrito muy recientemente (Crusafont y Russell, 1966). Estos hallazgos se han realizado en las localidades del Barranc de Forals y en la Torre de Moro. En esta última, el alumno del Prof. Tobien, de la Universidad de Mainz, señor Malec, que está trabajando para su diploma en la región del Pont de Montanyana, descubrió un *Lophiaspis*, lo que corrobora la edad cuisense de estos tramos inferiores; también un fragmento de maxilar de *Chasmothorium* probablemente *Ch. cartieri* Rut.

En la localidad del Puerto de San Miquel, el equipo de vertebristas descubrió nuevos e interesantes hallazgos: el segundo de nosotros, una doble mandíbula de un *Lophiodon* de pequeña talla, afín a *L. leptorynchus* Dep. y *L. remensis* Lemoine y de su misma talla. Además, el primero de nosotros, dos fragmentos de mandíbulas de Paleohípidos y el señor Martínez un fragmento de maxilar de un Crocodílido, que según el doctor Berg, de Mainz, al cual aludiremos después, es afín al género *Asiatosuchus*.

En las cercanías del Mas de Faro, o sea, hacia el kilómetro cinco de la carretera del Pont de Montanyana a Tremp, se han localizado nuevos interesantes restos, entre ellos un camino de *Chas-*

motherium, descubierto por el señor Sánchez, ayudante en nuestras exploraciones, y un astrágalo de un probable *Pachynolophus duvali* Pom., hallado por el señor Malec, así como restos de Quelonios.

C) *Cuenca del Noguera Ribagorzana*

(Vertiente occidental de la Sierra de Montllobar)

Dado el buzamiento aproximadamente SW. de las capas que forman el macizo de Montllobar —si es cierto que vamos subiendo por la serie desde el Garumniense de Tremp hacia los primeros niveles continentales (considerados según se dijo, como cuisenses) del Barranc de Forals y de la Torre de Montllobar, o del Moro, hasta la máxima cota del collado de Sant Miquel—, el descenso hacia el Pont de Montanyana, siendo como es en declive poco marcado, continúa haciéndonos elevar en la serie, y así paralelamente a lo que dijimos sobre lo observado en la zona del Isábena, encontramos cerca de aquel pueblo y a partir del kilómetro dos, algunas capas de naturaleza costera con abundantes Ostreídos, que llegan hasta los mismos aledaños de las últimas casas del Pont. Por encima de estos niveles costeros reaparecen las hiladas continentales, cuya edad debe de ser algo superior a las de los niveles más ampliamente representados en Montllobar (Luteciense inferior y medio).

Así, la serie de yacimientos a los que nos vamos a referir muy sumariamente aquí, descubiertos por el citado señor Malec, de Mainz, y que él detallará en su diploma, deben de ser como mínimo del Luteciense superior, aunque es posible que se llegue hasta el tránsito con el Bartoniense, según una primera impresión sacada del análisis de los interesantes Mamíferos fósiles por él recogidos. Aquí se trata sólo de realizar una enumeración de las nuevas localidades fosilíferas por su interés estratigráfico, sin pretender en modo alguno llegar a una precisa determinación de los fósiles y solamente fundamentar, en lo posible, los hechos diferenciales de orden cronológico que puedan interesar, aunque no ocultamos la provisionalidad de nuestras aseveraciones.

a) *Central Eléctrica* (Pont de Montanyana).

Esta localidad ha proporcionado algunos restos óseos indeterminables por el momento, y un fragmento de maxilar con M⁻¹-M⁻³ de un *Pachynolophus* de talla pequeña (Cfr. *P. duvali*, Pom.).

b) *Santes Creus, Este* (Pont de Montanyana).

Algunos restos dentarios inferiores y superiores pertenecen a un *Pachynolophus* de talla mayor que la de *P. duvali* Pom., y que por ello parece afín a *P. cesserasicus* Gerv., que es la forma típica, según parece, de estos niveles más altos de la formación. El hecho de encontrarse aquí una forma típica del nivel de La Livinière en Francia, no nos puede extrañar dada su situación en la serie, y nos confirma una posible edad Luteciense terminal o Bartoniense para estas localidades, hasta ahora descubiertas en la parte más meridional de la serie, incluso en la Cuenca del Noguera Ribagorzana. Otros niveles continentales existen más al Norte, en dirección a Sopeira, en los que no desesperamos encontrar restos de Mamíferos más antiguos.

c) *Santes Creus, Norte* (Pont de Montanyana).

Proceden de este yacimiento algunos restos óseos, entre ellos un astrágalo de un Paleohípido de talla relativamente pequeña, y un fragmento de mandíbula, con el último molar, de un pequeño *Cebochoerus*.

d) *Torre de Baró* (Pont de Montanyana).

El yacimiento más rico de entre los descubiertos por el señor Malec, es el que encabeza este apartado, y de él proceden diversos géneros y especies interesantes, representadas por huesos, molares y fragmentos de mandíbulas y maxilares. Es muy abundante la especie afín al *Pachynolophus cesserasicus* Gerv., de la que se posee incluso un astrágalo sensiblemente mayor que el correspondiente al *P. duvali* Pom. Las otras formas y por orden de abundancia pertenecen a los géneros *Chasmothorium* y *Lophiodon* (este último de talla pequeña siempre, como parece ser «normal» en nuestros yacimientos del Eoceno medio, con la única excepción del *L. rhinoceros* Rut. de Capella. Fue hallado también un premolar inferior, que parece poder atribuirse a un Creodonto de talla media, aunque indeterminable.

D) *Cuenca del Isábena*

Según se dijo ya en la introducción de esta nota, los componentes del Laboratorio de Paleontología de la Universidad han concentrado su atención en estos últimos tiempos a la Cuenca del

Isábena, de la que se conocían solamente, dentro de los niveles continentales, los términos más altos de la formación con los yacimientos citados por nosotros repetidas veces de Capella y Laguarres (minas de lignito, abandonadas). Como indicio había que mencionar también el hallazgo por parte del Dr. Reille, de Montpellier, de unos restos óseos indeterminados cerca de la mina, también abandonada, de Cagigar, ubicada asimismo, en la parte superior de la seriación que aquí nos ocupa. Ya hemos hablado más arriba del interés de las alternancias repetidas con progresivo dominio de las fases regresivas a partir del kilómetro 5 de la carretera de Laguarres a Sarraduy, a la altura de la Masía de La Roca. Los primeros niveles ya francamente terrestres aparecen en este lugar coronando el gran paquete paleoceno-eoceno marino, asentado sobre el Garumniense rojo de Sarraduy. Es en esta Cuenca donde tenemos la mayor abundancia de hitos paleontológicos, por lo que se refiere a faunas terrestres, a partir de los tramos inaugurales de La Roca.

Las campañas aplicadas a la exploración de esta Cuenca han sido numerosas, participando en ellas, no sólo los especialistas de Vertebrados e Invertebrados de nuestro Laboratorio, sino algunos de nuestros colegas extranjeros.

En dos ocasiones nos acompañó el Prof. Tobien, junto con sus estudiantes de Mainz, señores Boy y Malec; también lo hizo éste último en una de nuestras campañas; en otra, llevada a cabo por los señores Aris y Sort, participaron los estudiantes alumnos del Prof. Hürzeler, señores Engesser (B. y U.) y el señor Kaufmann. En la mayoría de las excavaciones realizadas participó nuestro ayudante en los trabajos de exploración, señor Sánchez, el cual tuvo una parte muy activa en el descubrimiento del mejor de nuestros yacimientos de Mamíferos eocenos, el que se dará a conocer aquí como de La Boixedat. Los yacimientos aquí nombrados se dan por el orden cronológico de su hallazgo.

a) *La Roca* (Montoku).

Las capas fosilíferas correspondientes a esta localidad están constituidas por unas margas arenosas rojas en su base y más amarillentas en su parte superior, que se apoyan sobre una cornisa areniscosa dura de color gris; en estas capas se encontraron restos correspondientes a un *Pachynolophus* cfr. *duvali* Pom. y otros, tanto óseos como dentarios, de un *Chasmothorium*, probablemente *Ch. cartieri* Rut. En una capa superior de arenisca azulada oscura aparecieron abundantes restos teñidos de color rojo marcado, per-

tenecientes a Crocodrilidos y Quelonios, así como un molar de *Chasmothorium*. Estas capas no han sido seguidas en toda su extensión, y es posible que proporcionen nuevos yacimientos más hacia el NE. Por todas partes aparecen conchas de Ostreidos, caídas de una capa superior que marca el episodio costero de que hablábamos al principio de esta nota y por encima del cual se hallan los niveles salobres con *Potamides*, que con alternancias de capas continentales se repiten más hacia el S. hasta la definitiva deposición de los sedimentos terrestres, consecuencia última de la regresión.

b) *El Pueyo*.

Enfrente de la casa de campo de La Roca y encima de una superficie estructural del Eoceno continental, se encuentra la pequeña agrupación rural llamada El Pueyo. Al pie del pequeño acantilado rocoso y en capas, que se pueden corresponder aproximadamente a las de La Roca, hallamos un cierto número de formas de Mamíferos fósiles pertenecientes a los géneros, tan prolijamente enumerados ya, *Pachynolophus* y *Chasmothorium*, pero además otros atribuibles a un *Propalcotherium*, posiblemente *P. parvulum* Laur. y a un *Mixtotherium*, afín a *M. gresslii* Rut. También escasa representación de *Lophiodon* de talla pequeña y las inevitables vértebras de Crocodrilidos y placas de Quelonios.

c) *Las Badias*.

Siguiendo la misma formación hacia el Este, vamos recorriendo los tramos de arcillas rojas, que en algunos puntos presentan algunos restos, aunque generalmente escasos. Como es norma, los puntos de referencia son los «pockets», con restos de Quelonios y Crocodrilidos. En cuanto a Mamíferos fueron descubiertos materiales dentarios atribuidos por el momento a un *Pachynolophus* cfr. *duvali* Pom.; otros a un *Mixtotherium* cfr. *gresslii* Rut., a *Propalcotherium* sp., y a *Chasmothorium* (un canino incompleto). Estas capas han resultado ser poco fértiles.

d) *Güell*.

Esta localidad fue descubierta, con las dos siguientes, por nuestros ayudantes en el Laboratorio de Sabadell señores Aris y Sort, durante una larga campaña llevada a cabo en el verano de 1966. Las formas descubiertas son las típicas de estos

niveles, que en general presentan una fauna relativamente monótona: Un *Pachynolophus* cfr. *duvali* Pom., un *Chasmothorium* sp. y un *Lophiodon* talla *remensis-leptorhynchus*. La novedad más importante fue el hallazgo de un fragmento de mandíbula con dos molares de un Prosimio, todavía indeterminado y que no fue dado a conocer en nuestro (M. C. P.) trabajo del Coloquio de París, 1966. También fueron hallados restos de Crocodrilidos y de Quelonios.

e) *Montderoda*.

Esta localidad sólo ha proporcionado un resto de Mamífero, aunque de gran interés paleontológico: otro fragmento de mandíbula, con dos molares, de un Prosimio inédito que parece ser el mismo que ha sido hallado en la localidad anterior. No hay que decir, que no faltan restos de Crocodrilidos y de Quelonios.

f) *Casa Picantón*.

Proceden de las cercanías de esta casa de campo algunos interesantes restos de Mamíferos, entre ellos el *Lophiodon* de pequeña talla, tan abundante y típico de nuestros yacimientos lutecienses. También se hallaron restos dentarios de *Chasmothorium* y un fragmento de mandíbula, con un molar, de un Prosimio (inédito), que parece poder atribuirse al mismo nuevo género *Agerina*, de la localidad de Les Saleres, en la Cuenca de Ager; lo que puede ayudar a la correlación entre ambas Cuencas, además de lo que viene haciendo últimamente el señor De Renzi con los Moluscos.

g) *La Boixedat*.

El más importante de los yacimientos lutecienses, no sólo de la Cuenca del Isábena, sino hasta el presente de todas las cuencas preaxiales y aún de España, es el que hemos llamado de La Boixedat, situado a medio kilómetro al SE. de la ruralía de El Pueyo, en una capa de margas azules-negruczas muy localizada, pero que ha resultado riquísima en restos de Vertebrados. Si bien es cierto que la fauna es relativamente monótona, varias de las especies se hallan muy bien representadas. En primer lugar se destaca un *Lophiodon* de la talla *remensis-leptorhynchus*, probablemente más cercano a esta última especie de Deperet por la casi igualdad en tamaño del P³ y P⁴, superiores y aún quizás por una más marcada molariza-

ción del P², asimismo superior. Fueron hallados varios fragmentos de maxilares con algunas series dentarias superiores; restos de cráneo, mandíbulas inferiores, regiones ante-sinfisarias con los incisivos; varias piezas dentarias sueltas y algunos huesos. Algunos caracteres muy especiales, tales como el curioso perfil inferior de la rama mandibular con una apófisis muy marcada, hacia debajo, de la rama ascendente y la estrechez del M³ superior, entre otros, pueden hacer pensar en la posibilidad de que se trate de una nueva especie, lo que se verá cuando se haga el estudio definitivo de toda la fauna indicada en este trabajo.

Aunque mal representado, se encuentra también entre la fauna de este yacimiento otro *Lophiodon* de gran talla, por un canino que correspondería al tamaño de la pieza homóloga en *L. isselense* Cuv.

También está prolijamente representado un *Pachynolophus* de la talla del *P. duvali* Pom., con varias mandíbulas y fragmentos y algunas series superiores, así como algunos huesos. Menos numerosos son los restos de *Chasmothorium* que podrán atribuirse a una de las dos especies *minimum* (Fisch.) o *Ch. cartieri* Rut. Las demás formas son escasas: un *Propalcotherium* sp., mandíbula muy completa de un Creodonto del género *Sinopa* y un premolar de otro de pequeña talla.

Destaca en este yacimiento la abundancia de pinzas y caparazones de Decápodos, los cuales se hallan también en el yacimiento de El Pueyo, en donde se recogieron además unas semillas de Ulmácea. Entre los otros grupos de Vertebrados, destacamos la enorme abundancia de vértebras y dientes, así como algunos fragmentos de cráneos y mandíbulas de Crocodrilidos, probablemente atribuibles a más de un género. Los Quelonios son asimismo numerosos y de varias tallas. El señor Aris ha reconstruido en el Laboratorio un ejemplar casi completo, sobre todo por la parte del peto, que mide unos 50 centímetros de largo por 35 de ancho.

* * *

Todos estos yacimientos parecen poder atribuirse con bastante verosimilitud al Luteciense, sin que por el momento podamos precisar la zona correspondiente. Los demás de la Cuenca son más altos en la serie y se hallan en los depósitos continentales representativos ya de la plena regresión; es decir, en posición más elevada que las cuñas de que hemos hablado anteriormente. Enumeramos a continuación las localidades a las cuales nos referimos,

h) *Torreabad*.

Con este nombre designamos una localidad situada cerca de la carretera de Benabarre a Graus, por Laguarres, a la altura del pueblo de Torreabad. Los fósiles aparecen en unas capas azuladas grisáceas, intercaladas entre las arcillas rojas. Este yacimiento está situado pocos metros por encima de unos niveles, que en las cercanías de Soler proporcionaron al señor De Renzi algunos ejemplares de *Potamides*, de modo que esta localidad está mucho más cercana de las cuñas superiores de los niveles de La Boixedat que las otras tres que nos quedan por enumerar. El yacimiento ha proporcionado abundantes restos de Reptiles, como Crocodrilidos y Quelonios, con numerosas placas de *Trionyx*. Los Mamíferos están representados por los géneros *Lophiodon* (talla *remensis-leptorhynchus*) y *Chasmothorium*.

La edad de este yacimiento, aunque los elementos de juicio sean escasos, por su situación relativa entre los de La Boixedat y los que vamos a enumerar, podría ser Luteciense superior o tránsito del medio al superior.

i) *Cagigar*.

Más arriba, hemos hecho referencia al hallazgo por Reille de unos fragmentos óseos cerca de una mina de lignito abandonada en las proximidades de este pueblo. Nos falta por hacer una inspección en la zona.

j) *Capella*.

De este yacimiento, que hemos atribuido ya en trabajos anteriores a la zona de Castres, nos ocupamos (M. C. P.) extensamente en una nota de 1958, describiendo la fauna hasta entonces conocida. Posteriormente, se han descubierto nuevas e interesantes formas, que serán dadas a conocer en su momento y que pertenecen al grupo de los Paleohípidos; sin embargo, lo más destacable ha sido el hallazgo de dos nuevos Prosimios, que han sido descritos recientemente por el primero de nosotros (Crus., 1966) como dos nuevos géneros: *Arisella* (tipo *A. capellae*) y *Pivetonia* (tipo *P. isabena*).

k) *Laguarres*.

Este yacimiento puede considerarse inédito. La fauna que de él procede fue obtenida por Harten-

berger, en una campaña de lavado de los residuos de una mina de lignito abandonada, situada más arriba del pueblo de Laguarres. Consisten en algos Teridómidos y escasos molares de Insectívoros leptictidos. El Dr. Thaler, que ha estudiado aquellos roedores, se inclina por una edad Bartonense inferior para este yacimiento, que se dará a conocer en una nota próxima.

E) *Cuenca del Esera*

Poco avanzados se hallan nuestras exploraciones por esta Cuenca dentro del programa general de reconocimiento de los niveles continentales de la zona preaxial pirenaica. Por el momento, sólo hemos explorado en los escasos afloramientos que se hallan al Norte de Graus, a la derecha de la carretera a Benasque y en las cercanías de La Puebla de Esera, en los cuales encontramos solamente algunos restos óseos indeterminables. Sin embargo, el paquete continental se halla ampliamente desarrollado en la margen derecha del río Esera y pide una exploración minuciosa que ni tan sólo hemos empezado. Ya dijimos más arriba que por debajo de los niveles continentales a que aludimos anteriormente, se hallaban unos débiles niveles salobres con Ceritidos y *Potamides*, e inmediatamente más abajo un notable yacimiento de Nummulítidos, que han sido estudiados por el señor Clavell, quien atribuye esta localidad al Biarritzciense.

F) *Cuenca del Cinca*

Nuestro conocimiento de la serie ubicada en esta Cuenca se reduce a una excursión, realizada desde El Grado a Boltaña, por lo que se refiere a los niveles continentales; los señores De Renzi y Clavell recorrieron los tramos marinos situados al norte de esta última población en dirección al Valle de Ordesa, con recolección de abundante material, que está en vías de estudio.

Desde El Grado hacia el N., la carretera, después de haber cortado un buen espesor de los conglomerados discordantes suprayacentes, discurre obsecuentemente por los niveles continentales del Eoceno hasta el contacto con las primeras hiladas marinas a la salida del pueblo de Escamilla. La serie continental parece disminuir de potencia en dirección E.-O., a través de las Cuencas estudiadas, en beneficio de la serie marina. En esta excursión no pudo localizarse ningún yacimiento de mamíferos, pero es de esperar que en sucesivas exploraciones salgan a la luz.

3) CUENCAS CENTRALES CATALANAS

A) *Cuenca del Bages*

Paralelamente a nuestras campañas por las Cuencas preaxiales pirenaicas, nuestro Laboratorio emprendió una sistemática exploración por la

PISO	ZONA	AGER	TREMP	NOG.-RIB.	ISABENA	ESERA	CINCA
Lud. sup.	Montmartre	—	—	—	—	—	—
Lud. inf.	Euzet	—	Sosis	—	—	—	—
Bart. sup. orogénesis	—	—	—	—	—	—	—
Bart. inf.	—	—	—	—	—	—	—
Lut. sup.	Castres	Can Camp	—	Pont. Mont.	Cap. Lag.	—	—
		Corsá I, etc.	Montll.	Mas Faro	Torrelab.	—	—
	Issel	Corsá II	Montll.	—	La Roca, El Pueyo, Güell	Pueb. Es.	—
Lut. med.	—	Les Sal,	Montll.	—	Boixedat, etc.	—	—
	Argenton	—	Montll.	—	—	—	—
Lut. inf.	—	—	Montll.	—	—	—	—
Cuisiense	Cuis	MARINO	Bar. Forals. Torre Moro	MARINO	Las Badias	MARINO	MARINO
Ilerdiense	—	MARINO	MARINO	MARINO	MARINO	MARINO	MARINO

Cuenca del Bages, de la cual sólo se conocía como hito importante —sobre todo para la datación de las Cuencas salino-potásicas de Cardona-Suria-Balsareny— el yacimiento descrito hace años por nosotros (M. C. P.) de la Costa de la Vila en Sampedor (Crus., Masachs y Vill, 1954), con la asociación *Paleotherium magnum*, Cuv., *Plagiolophus annectens* (Owen), junto con Quelonios, algún diente de Crocodílido y el conspicuo *Melanoides albigensis*, asociación que nos databa el yacimiento como del Ludiense más alto, o zona de Montmartre, con lo que de rechazo se rechazaban las formaciones potásicas como del Eoceno por ser inferiores a las capas de este yacimiento, en contra de la opinión, generalmente aceptada, de ser oligocenas. Desde el descubrimiento de esta localidad, nos habíamos empeñado en recorrer la zona en vista a la localización de nuevos yacimientos, lo que ha sido posible en estos últimos dos años, con la caracterización de algunas localidades inéditas, aunque todas ellas bastante pobres en Mamíferos fósiles. Las localidades a las que nos referimos, son las siguientes:

a) *Artés (Can Magrans).*

La escasez de Mamíferos fósiles en las capas grises intercaladas dentro de la serie roja, dada la abundancia de placas de Quelonios, es casi desesperante. Uno de nosotros (J. G. P.), tuvo la suerte de encontrar una serie superior completa de un Teridómido, que el Dr. Thaler, de Montpeller, con el que trabajamos en colaboración, determinó provisionalmente como *Adelomys* sp., gran abundancia según se ha dicho, de placas de Testudínidos y Trionícidos y diversos ejemplares del *Limnaca*, *Planorbis* y el inevitable *Melanoides albigensis* Noul., tan abundante en toda la Cuenca.

b) *Sallent (Pueblo).*

En los alrededores de Sallent, continúan aflorando los mismos terrenos y capas, que se corresponden, *grosso modo*, con las de los yacimientos anteriores. A pesar de las pesquisas llevadas a cabo por nuestro alumno señor Pazos, y de una exploración realizada por el equipo del Laboratorio, sólo pudieron ser encontradas algunas placas de Quelonios, entre ellas de *Trionyx* y fragmentos escasos de esmalte, naturalmente indeterminables.

c) *Balsareny (Pueblo).*

En los alrededores del pueblo de Balsareny y en las capas homólogas, encontramos sólo ejemplares re-

lativamente abundantes del *Melanoides albigensis*, que parece ser conspicuo en esta Cuenca. En las colecciones del Instituto Geológico y Minero de España, existe una magnífica mandíbula de *Paleotherium magnum* Cuv., que pone como localidad Balsareny, y según parece fue entregada a nuestro malogrado antecesor en la Cátedra doctor J. R. Bataller, Pb., por algún ingeniero de los que dirigen las explotaciones potásicas ubicadas cerca de esta localidad.

d) *Balsareny (Carretera de Fodina).*

Al lado mismo de la carretera, que conduce a la fábrica de este nombre, desde Balsareny, encontramos fragmentos de varios molares de *Paleotherium magnum* Cuv., y un fragmento de molar de un Teridómido indeterminable. Estas capas son muy pobres, como lo es el resto de la formación hasta donde ha sido explorado por nosotros.

e) *Callús.*

De esta localidad tenemos noticias del hallazgo de algunos restos óseos, que nos fueron comunicadas por el geólogo alemán señor Wagner; existe por nuestra parte el proyecto de visitar el lugar exacto de estos hallazgos para intentar encontrar restos determinables.

f) *Riera de Tordell (carretera de Balsareny a Suria).*

Al lado de la riera de este nombre se encontró un premolar inferior de *Paleotherium magnum* Cuv., unos restos de un Mamífero de talla pequeña e indeterminado, placas craneales de un Crocodílido y restos de espaldar de Quelonios: Testudínidos y Trionícidos, así como el *Melanoides albigensis*.

g) *Arinyó.*

Las pesquisas practicadas en las capas grises de esta localidad, sólo proporcionaron hasta ahora algunas placas de Quelonios y diversos ejemplares del *Melanoides albigensis* Noul.

* * *

El escaso conjunto de formas hallado en las diversas localidades más arriba indicadas, nos in-

clina a considerar a los niveles grises intercalados en la formación roja al Ludense superior-transición al Oligoceno; es decir, a la zona de Montmartre. Dado el buzamiento aproximadamente al sur de esta formación, consideramos que será posible un día localizar algunos yacimientos de edad más antigua en dirección a Berga. En las cercanías de esta población aparece la que nosotros llamamos «arenisca de Montllóbar», ausente por completo en los niveles superiores de que hemos hablado.

Entre las localidades que falta explorar más a fondo, se encuentran algunas situadas en los alrededores de la villa de Suria, en donde hace ya algunos años descubrimos en unas capas calcáreas, superiores a los depósitos salinos, algunos huesos indeterminables. Por otra parte, el mismo geólogo señor Wagner, nos ha dado indicaciones de otras localizaciones en este mismo lugar, que habrá que explorar.

B) Cuenca del Moió

El tipo de formación eocena de la vecina Cuenca de Moió es muy semejante a la del Bages, por lo menos en lo que se refiere al paquete sedimentario más visible, en el que existe una secuencia de arcillas más o menos sammíticas de color rojo, con algunas hiladas grisáceas. Por el momento, estas capas parecen ser poco fértiles, aunque es verdad que nuestras exploraciones no han sido hasta el presente muy abundantes. Una sola localidad ha proporcionado algunos escasos restos, por lo demás poco sustanciosos. En cambio, en las capas más altas de la formación, que por otra parte forma una cierta unidad con el Eoceno de la plana de Vic, coronando las series marinas de aquella depresión, hemos explotado un yacimiento de la máxima importancia, según se dirá a continuación. Las localidades a las que nos referimos, son las siguientes:

a) *Colluspina (Torremagra)*.

Esta localidad se halla ubicada en los niveles rojo-grisáceos de la formación continental inferior, la que se halla en inmediato contacto con los niveles marinos, y corresponde por su litofacies a la Cuenca del Bages. En los alrededores de la Torremagra, después de minuciosa búsqueda, sólo pudimos encontrar placas de Quelonios, *Testudo* y *Trionyx* y algunos dientes de Crocodílicos.

b) *Colluspina (Sant Cugat de Gavadons)*.

De esta localidad habíamos tenido noticias por una publicación esencialmente dedicada a unas formaciones y a una fauna salobre superior a los tramos marinos de la plana de Vic, firmada por el señor Ferrer, de esta última ciudad, y en la que se citaba como procedente de una localidad contigua a la ermita de San Cugat, el género *Trechomys*, que por cierto no ha aparecido durante nuestras campañas de exploración. Dada la importancia de este pequeño, pero notabilísimo yacimiento, se practicaron lavados y tamizados de tierras y varias excavaciones en las que intervinieron la señora Plana y el señor Sánchez. Aunque tenemos en proyecto una nota dedicada especialmente a este yacimiento, señalamos aquí algunos de los caracteres de su fauna. Destaca la gran abundancia de fragmentos de mandíbulas y maxilares, así como molares sueltos de diversos Teridómidos, pertenecientes a los géneros *Isoptychus* y *Pseudotimomys*, con algunas posibles especies nuevas y además un nuevo género descrito por Thaler (1966), con el nuevo nombre de *Pairomys* (tipo *P. crusafonti*), que presenta extrañas convergencias con los Escurávidos americanos. También son abundantes los Marsupiales del género comprehensivo *Peratherium*, junto con algún escaso Insectívoro. La fauna de Mamíferos restante comprende esencialmente algunos Suiformes (Paleodeontos), Tilópodos y Primates. De los primeros existe un nuevo género, que será descrito en la tesis del segundo de los firmantes y más o menos afín a *Cebochoerus*. Los Tilópodos están representados por dos especies diferentes del género *Dichodon* (*D. cervinum* Owen y *D. cf. frohnstettensi* Mey). En cuanto a los primates están representados por dos formas terminales: *Microchoerus ornatus* Wood y un *Necrolemur*, que sería la forma más moderna conocida de este género. Existen también algunos restos de Carnívoros, todavía indeterminables por falta de elementos característicos. No dejan de faltar las placas de Quelonios y los Crocodílicos, representados por millares de piezas.

De acuerdo con nuestros puntos de vista, corroborados oralmente por nuestro querido colega profesor Oriol Riba, la edad de este yacimiento es ligeramente más moderna que la de los yacimientos del Bages, y debe de situarse en un Latorfiense superior; es decir, en la parte más alta de la zona de Montmartre.

4) CUENCA DEL DUERO

Los terrenos eocenos, tan extendidos en la región oeste de España en relación con las forma-

ciones portuguesas de esta misma época, no han sido pródigos en hallazgos de Mamíferos fósiles. Una publicación del paleontólogo francés Roman, fechada en 1923 y publicada en Madrid (Roman, 1923), empieza literalmente con esta frase: «Hasta hoy los hallazgos de Mamíferos en el Eoceno de España han sido extremadamente raros». Esta aseveración se ve desmentida al cabo de los años por la nota presente, mediante la cual añadimos una enorme cantidad de yacimientos al catálogo general del Eoceno español. Antes de nuestros trabajos existían sólo los precedentes citados por Gervais en 1859; los datos a que nos vamos a referir ahora, debidos a Roman en 1923; el yacimiento, todavía hoy inédito, de Llamaquique en la ciudad de Oviedo (1), y algunos escasos datos referidos al de Sosis (Cuenca de Tremp), al que no nos hemos referido aquí, a pesar de haber aumentado la lista faunística de una manera muy considerable; sobre todo gracias a las técnicas de lavado y tamizado, destacan los hallazgos de tres Prosimios descritos en nuestro trabajo (M. C. P.) de 1966.

Por lo que se refiere a la Cuenca que nos ocupa, Roman describe de la localidad de Corrales, situada a veinte kilómetros de Zamora en dirección a Salamanca, las dos especies *Lophiodon iselense* Cuv. y *Chasmothorium minimum* (Fisch.), representadas por escasos restos y que le hacen atribuir a la localidad una edad correspondiente «a la parte superior del Luteciense medio». En este mismo trabajo Roman da cuenta de las determinaciones llevadas a cabo por Gaudry sobre unos ejemplares, que le fueron entregados por Miquel, de unos restos procedentes de las areniscas de la ribera del río Tormes, frente a la estación de San Morales y explotadas en Aceña de la Fuente. Estas piezas, que parecen perdidas, fueron atribuidas a las especies *Plagiolophus minor* y *Xiphodon gracile*, las cuales por sí solas, y como ya indica el mismo Roman, no pueden asegurarnos una época precisa, ya que pueden extenderse desde el Bartonense al Sanoisiense, por sus tallas.

En año 1957, el primero de los firmantes con su colaborador el Prof. Truyols, realizaron una exploración por las zonas de Zamora y Salamanca, y publicaron una nota sobre los resultados obteni-

(1) La fauna de este yacimiento está siendo estudiada en la actualidad por el primero de los firmantes en colaboración con el Sr. REMY, del Laboratorio de Paleontología de Vertebrados de Montpellier, sobre todo por lo que se refiere a los abundantes restos (entre ellos cráneos enteros) de Paleohípidos de géneros afines a *Palaeotherium* y *Plagiolophus*. Otros restos son de Marsupiales, que estudiaremos con el Prof. TOBIEN, de Mainz, mientras que los Suiformes entrarán en la tesis ya indicada.

dos. Además de descubrir un metápedo de *Paleotherium medium* Cuv. en la zona, tuvieron la impresión de que los yacimientos de la región de Zamora deberían corresponder al Luteciense, mientras que los de Salamanca (en los alrededores de cuya capital descubrieron algunos yacimientos nuevos, entre los que destaca el de La Flecha, en las cercanías de Aldealengua), serían quizá Ludenses.

Dada la importancia de este Eoceno occidental de España, últimamente los componentes de nuestro Laboratorio hemos empezado un programa de revisión de estas formaciones. Lo más importante de nuestros resultados hasta el presente, ha sido el hallazgo de unos niveles grisáceos intercalados en las arcillas amarillentas de la zona de Zamora, con abundancia de restos fósiles.

A) Zona de Zamora

A la entrada misma del pueblo de Sanzoles, por la carretera de Zamora a Moraleja del Vino, detectamos por primera vez en el Eoceno occidental de España un biotopo de gran interés paleobiológico, incluido en unas arcillas arenosas de color grisáceo claro, que por lo visto tienen una extensión considerable dentro de la formación típicamente continental de color amarronado de esta zona. El biotopo incluido en el citado tramo de arcillas grises es de carácter limnico, como lo demuestra la gran cantidad de restos atribuibles a Teleosteos y a Anfibios. Dentro de esta fauna se hallan también restos dentarios de Crocodílicos y como rarísima excepción, hasta el presente, algunos fragmentos óseos y de molares de Mamíferos indeterminables. Es posible que existan también entre los innumerables restos recogidos, fragmentos de huesos de Aves acuáticas. En el mismo pueblo de Sanzoles pueden verse superpuestas las capas típicamente continentales de color amarillento, en las que encontramos una placa craneana de un Crocodílido.

La formación lacustre a que estamos aludiendo, siempre rica en fósiles, se extiende, por lo menos según nuestros conocimientos actuales, desde Sanzoles hasta cerca del pueblo de Bamba. En nuestras exploraciones localizamos otro nuevo yacimiento en la carretera a Zamora a un kilómetro aproximadamente de Sanzoles, así como otro riquísimo al pie de un altozano, cerca de Bamba, y en el cual parece demostrarse que el régimen lagunar se repitió por lo menos tres veces en el curso del Luteciense, habida cuenta de las tres intercalaciones grises dentro de las margas amarillas, que en la cima del altozano están coronadas por calizas. En las capas continentales pudimos recoger

placas de Quelonios (por otra parte, también presentes en las capas grises), y algunos fragmentos de huesos de Mamíferos indeterminables.

Nuestra intención es continuar la exploración de esta zona tan interesante, para ver si se pueden determinar los límites de la formación limnica, en los cuales sería más probable el hallazgo de Mamíferos fósiles, así como llevar a cabo diversos lavados y tamizados de tierras de esta formación con el objeto de recuperar los posibles restos de este grupo. De todos modos, el hallazgo de este biotopo es sensacional y absolutamente inédito en toda España.

B) Zona de Salamanca

Después de nuestra excursión a Zamora, visitamos la formación continental que bordea el Tormes, singularmente en el lugar llamado La Flecha, en donde el señor Martínez y la señorita Farnés tuvieron la suerte de encontrar un cráneo casi entero de un Crocodílido de talla pequeña, que está siendo restaurado en el Laboratorio de Sabadell; un nuevo diente de otro Crocodílido, éste de talla grande, *Pristichampus rollinatti* (decimos nuevo, porque en la excursión del año 1957, con el Prof. Truyols, habíamos (M. C. P.) encontrado otros tres); un canino probablemente de Paleohípido y un fragmento bastante considerable de un Quelonio.

Quedan por explorar los yacimientos, que podríamos considerar clásicos, como los de San Morales en esta zona de Salamanca, y el de Corrales y otros en la de Zamora.

* * *

Con la mención del yacimiento ludiense (zona de Euzet, probablemente) de Huérmece del Cerro, hemos hecho una revisión actual de nuestros conocimientos acerca del Eoceno continental español. En una visita reciente a esta localidad se descubrieron algunas interesantes novedades, entre ellas otro molde endocraneano, quizá de un Anoplotérido, así como algunas vértebras caudales de gran tamaño.

Por otra parte, en el trabajo dedicado a este yacimiento, publicado por uno de nosotros (M. C. P.), en colaboración con los Prof. Meléndez y Truyols, dábamos cuenta de las novedades respecto del Eoceno español hasta aquel año (1960). También se incluyeron las novedades correspondientes en el trabajo publicado con el profesor Truyols en 1964, y presentado al Coloquio Internacional sobre el Paleógeno, celebrado en Burdeos.

Fara terminar, digamos que las diversas y abundantes faunas descubiertas en los yacimientos, de los cuales hemos hecho referencia, serán estudiadas en equipo internacional, como es norma de esta Cátedra y del Museo de Sabadell. Así los Roedores corresponden al Prof. Thaler, de la Universidad de Montpellier; los Paleohípidos al señor Remy, de Nimes; los Insectívoros y Marsupiales, al primero de nosotros en colaboración con el Prof. Tobien, de la Universidad de Mainz; los Suiformes, por el segundo firmante de esta nota, mientras que el primero se reserva el estudio de los Prosimios y Creodontos y el Dr. Berg, de Mainz, los Crocodílicos. También ha intervenido el Dr. Russell, y es probable la colaboración de otros especialistas para otros de los grupos representados.

Barcelona-Sabadell, 11 diciembre de 1966.

BIBLIOGRAFÍA

- CRUSAUFONT PAIRÓ, M.: *Los Mamíferos del Luteciense superior de Capella (Huesca)*. «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 50, Madrid, 1958.
- : *Los Mamíferos, y en especial los Primates del Eoceno prepirenaico*. «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 78, Madrid, 1965.
- : a) *Sur quelques Prosimiens de l'Eocene de la zone preaxial pyrenaique et un essai provisoire de Réclassification*. «Colloque du C. N. R. S.», junio, 1966, Paris.
- : b) *On some new Prosimians of the european Eocene and an attempt of Reclassification of the Suborder*. Congreso Internacional «Primatological Society», Frankfurt am Main, julio, 1966.
- y GOLPE POSSE, J. M.: *Dissacus progressus* nov. sp., el primer Creodonto de España. «Inst. Geol. y Min. de España (en prensa).
- y ROSSEL SANUY, J.: *Primera datación de los tramos superiores del Eoceno continental de la Cuenca de Ager (Provincia de Lérida)*. «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 83 Madrid, 1966.
- et RUSSELL, D. E.: *Un nouveau paroxylaenine de l'Eocene d'Espagne*. «Bull. Mus. Hist. Nat. Paris». T. 38. N.º 4. Paris, 1967.
- y TRUYOLS SANTONJA, J.: *Algunas precisiones sobre la edad y extensión del Paleógeno en las provincias de Salamanca y Zamora*. «Curs. y Conf. del Institut. «Lucas Mallada», fasc. IV, Madrid, 1957.
- *Les Mammifères fossiles dans l'estratigraphie du Paléocène continental du bassin de l'Ebre*. Coll. sur le Paléogène, Bordeaux, 1962, «Mem. Bur. Géol. et Min», núm. 28, Paris, 1964.
- DE RENZI, M. y CLAVIERA, E.: *Un corte estratigráfico, modelo del Garummiense Paleoceno-Eoceno en la*

- Cuenca preaxial del Isábena*. «Acta Geol. Hispánica», núm. 5. Barcelona, 1966.
- HARTENBERGER, J. L. et THALER, L.: *Sur des nouveaux restes de Mammifères du gisement eocène supérieur de Sosis, au nord de Tremp (Lérida, Espagne)*. «C. R. Acad. Sci. Paris». T. CCLVII, Paris, 1963.
- MELÉNDEZ, B. y TRUYOLS, J.: *El yacimiento de Vertebrados de Huérmece del Cerro (Guadalajara) y su significado cronoestratigráfico*. «Estudios Geológicos». Volumen XVI. Madrid, 1960.
- VILLALTA, J. y TRUYOLS, J.: *Caracterización del Eoceno continental en la Cuenca de Tremp y edad de la orogénesis pirenaica*. «Actes II Congrès Int. Etud. Pirénéennes. Louchon-Pau». T. II, Toulouse, 1956.
- DE RENZI, M.: a) *El problema del límite entre el Secundario y Terciario en las proximidades de Serraduy, en el Valle del Isábena (provincia de Huesca)*. «Acta Geol. Hispánica», año II, núm. 1. Barcelona, 1967.
- : b) *Nota sobre la estratigrafía del Paleoceno superior marino de la Cuenca de Tremp, basada en las faunas*

- de Moluscos*. «Inst. Inv. Geol. Dip. Barcelone», vol. XXI. Barcelona, 1967.
- GERVAIS, P.: *Zoologie et Paléontologie françaises*. 2.ª edic. Paris, 1858.
- MASACHS, V., CRUSAUFONT, M. y VILLALTA, J.: *Sur l'âge du gisement potasique de la Catalogne*. «C. R. Somm. Soc. Géol. de France. núm. 13, Paris, 1954.
- ROMAN, F.: *Algunos dientes de Lofiodontidos descubiertos en España*. «Com. Invest. Paleont. y Prehist.». Mem. n.º 1966.
- THALER, L.: a) *Les Rongeurs fossiles du Bas-Languedoc dans leurs rapports avec l'histoire de faunes et la stratigraphie du Tertiaire d'Europe*. «Mem. Mus. Nat. Hist. Nat.», Serc. c. T. T. XVII, Paris, 1966.
- : b) *Pairomys crusafonti* nov. gen. nov. sp., rongeur énigmatique de l'Oligocène inférieur d'Espagne. «C. R. Somm. Soc. Geol. de France, fasc. IV, Paris, 1966.
- VILLALTA, J. y ROSSELL, J.: *Nota sobre la estratigrafía del Eoceno en el extremo W. del Valle de Ager (Prov. de Lérida)*. «Est. Geológicos», vol. XIX, Madrid, 1963.

Recibido 6 III 67.

Dissacus progressus, nova sp., el primer Creodonto de España

por M. CRUSAFONT PAIRO y J. M.^a GOLPE POSSE

RESUMEN

Se describe el primer Creodonto de España, procedente del Eoceno prepirenaico, que al mismo tiempo constituye una nueva especie del género *Dissacus*, afín al *D. blayaci* Stehl. de la «ferme» Guerin cerca de Montpellier.

ABSTRACT

There is described the first Creodont of the Spanish fossil mammalian fauna, proceeding from the Eocene of the preaxial basin in the pyreneic mountains (lower Lutetian?). At the same time, it is a new species of *Dissacus* with affinities in relationship with *D. blayaci* Stehl. from the «ferme» Guerin near Montpellier (upper Lutetian).

INTRODUCCIÓN

Muy recientemente, uno de nosotros (M. C.), en colaboración con el Dr. Juan Rosell (Crusafont y Rosell, 1966), dio a conocer, por primera vez, la presencia de Mamíferos fósiles en las capas del Cuisiense y del Luteciense medio-superior de la pequeña cuenca de Ager, caracterizando así también por métodos paleontológicos seguros, una serie de niveles continentales en esta pequeña depresión transversal entre los dos Nogueras de la zona premontsequense.

Todavía más recientemente, el primer firmante de esta nota presentó al Coloquio del C. N. R. S. en París, una comunicación acerca de los Prosimios del Eoceno preaxial pirenaico y de la región de Montpellier (Euzet, Fons y Robiac) de entre los cuales se citaba un nuevo género (*Agerina*) de la cuenca que nos ocupa (Crusafont, 1966). Si en el primero de los citados trabajos se daban unas listas de especies numeradas por yacimientos (que han aumentado posteriormente gracias a nuevas exploraciones realizadas por nosotros y por el Dr. Rosell), en el segundo se incluía una relación general de los Mamíferos de la cuenca de Ager.

Durante una campaña de exploraciones que, a

instancias del Instituto Provincial de Paleontología en Sabadell, realizaron en la cuenca los señores Arís y Sort, colaboradores del mismo, el primero de ellos llevó a cabo el notable descubrimiento que nos ocupa y que se refiere al primer Creodonto hallado en España hasta el presente, pues anteriormente sólo se había citado, en una lista de especies del yacimiento ludiense de Sosis, sin descripción (Crusafont, 1965), la especie *Miacis exilis* que muchos autores, entre ellos Piveteau (1961), integran ya dentro de los Carnívoros Fisípedos. En la actualidad tenemos otra forma en estudio procedente del nuevo yacimiento luteciense de La Boixedat, descubierto por nosotros hace algunos meses en la cuenca del Isábena y que podrá ser, quizás, atribuido al género *Sinopa*.

Antes de emprender la descripción de la pieza que es objeto de la presente nota, damos a continuación una lista de las especies hasta el presente caracterizadas en la depresión de Ager, por más que existan todavía algunas más que están en estudio:

Peratherium sp.
Didélfido indeterminado.
Dissacus progressus nova sp.

Cynocictis sp.
?Propalaeotherium parvulum Laur.
Lophiotherium pygmaeum Dep.
Pachynolophus cf. *duvali*.
Paleotérido indeterminado.
Lophiodon leptorhynchus Dep.
Chasmotherium minimum (Fisch.).
Dichobune langi Rut.
Haplobunodon mülleri Rut.
Cebochoerus suillus Stehl.
Pseudamphimeryx Pict. et Humb.
Agerina roselli Crus.

Esta lista, según se ha dicho, es provisional, pero por el momento parece que pueden ya señalarse dos niveles fosilíferos en las capas continentales de la depresión. Este hecho puede ser constatado en diversos lugares, pero es perfectamente claro en las cercanías de la Ametlla, en donde el nivel en el que se ubica el yacimiento que hemos llamado de Les Saleres (localidad XIII en el trabajo ya citado, Crusafont y Rosell, 1966), es considerablemente inferior (unos 100 m.) al de Can Camperol que fue descubierto por el geólogo alemán Krusat, de Berlín, y quien nos lo comunicó amablemente. Indiquemos, sin embargo, que los materiales fósiles hasta ahora descubiertos no son suficientes como para poder establecer hasta el presente hechos diferenciales en la composición de las oritocenosis de ambos niveles, lo que creemos será factible en un futuro próximo. En cuanto a la edad de estas formaciones, ya dijimos al principio que oscilaba entre un Cuisiense y un Luteciense medio-superior, lo que abarca las zonas de Cuis, Argenton y seguramente Issel, según el intento bioestratigráfico llevado a cabo recientemente por Thaler (1965).

DESCRIPCIÓN

El Creodonto objeto de la presente nota procede de la localidad II en los alrededores de Corsá y fue hallado en los niveles altos de la serie continental, lo que precisamente habrá de tenerse en cuenta en el momento de su determinación específica. Pertenece a la superfamilia de los Mesonychoidea de Osborn (1910), equivalente a los Acroodios de Mathew (1909), que comprenden una sola familia *Mesonychidae*, Cope, 187. El hallazgo consiste en una sola pieza, pero extraordinariamente característica y que no presenta ninguna dificultad para su atribución al género *Dissacus* Cope, 1881.

De entre todas las especies de este género, sólo puede ser comparada a la más moderna, el *Dissacus blayaci* Strehlin, descrita por este autor, de la casa de campo Guerin, en las cercanías de Montpellier y en las colecciones de cuya Uni-

versidad se guarda el tipo, de un molde del cual hemos podido disponer gracias a la amabilidad de nuestro querido colega Dr. Thaler. En primer lugar, y por tratarse de una sola pieza dentaria, nuestra dificultad previa fue la de determi-

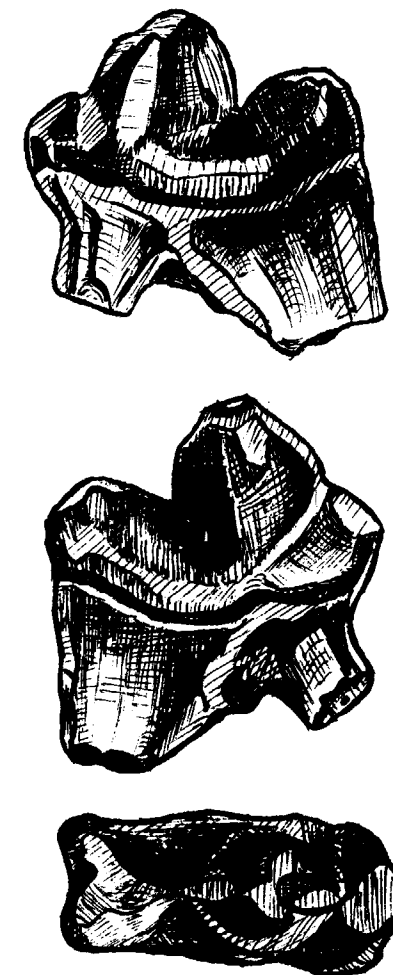


Fig. 1.—*Dissacus progressus* nova sp. P₄ inferior a doble tamaño. Eoceno (Luteciense). Corsá (Cuenca de Ager). Col. Inst. Prov. de Paleontología de Sabadell.

nar su exacta situación en la serie mandibular. No obstante, los caracteres observados sobre el ejemplar, o mejor dicho, algunos de ellos, abonan para su atribución a un P. 4. En efecto, el paracónido «crestifome», es robusto como lo es en la pieza del *D. blayaci* y como es general en todas las especies de este género; más robusto que la misma punta en los molares posteriores. También, el protocónido, menos fuerte por compensación, se muestra fuertemente inclinado hacia atrás como es típico del género de Cope.

En una discusión de principio entre los autores de esta nota, nos habíamos inclinado hacia la idea de considerar que el animal de Ager era la misma especie que la de Montpellier. No obstante, una serie de consideraciones no nos permite sustentar ahora este criterio. En efecto, la talla del animal aquí considerado es considerablemente mayor que la de la especie de Stehlin. La longitud de la pieza por nosotros estudiada es de 23,5 milímetros, por sólo 19 mm. en la citada especie. Por ello es de suponer que la serie F 4-M 2 mediría más de 70 mm. en nuestra aforma, siendo así que en aquélla sólo alcanza 58 mm. Por otra parte, esta mayor talla quizás podría ser debida a una mayor modernidad de la especie de Ager, aunque este extremo no puede ser demostrado. El yacimiento de la «ferme Guerin» está considerado como del Luteciense más o menos superior, aunque esta edad no está perfectamente demostrada, es decir, no establecida con absoluta precisión en relación con la zonación propuesta por Thaler, puesto que con el Creodonto considerado se hallaron restos atribuibles a sólo dos especies, un *Plagiolophus* sp. y un *Lophiaspis occitanicus* Cuv., que fueron señaladas por Roman y Gennevaux en 1907 y por Deperet en 1910. La asociación, por lo tanto, puede abarcar varias zonas del Luteciense. En cuanto a las capas de donde procede el *Dissacus* de Ager, ya hemos dicho que son las más altas de la formación continental y podrían ser del tránsito de la zona de Issel a la de Castres, es decir, en el límite con el llamado Bartoniense. Existe, pues, un margen para sospechar, por lo menos, que la especie de Ager sea más moderna que la de Montpellier, de cuya localidad, según comunicación oral del Dr. Thaler, no se han encontrado más fósiles hasta la actualidad.

Existen otras razones, aparte de la talla y la posible situación estratigráfica más alta para creer en la mayor modernidad del Creodonto de Ager. Parece que esta pieza —indiscutiblemente un P4, dada la inclinación hacia atrás del protocónido— está más molarizada que en la especie de Stehlin, como lo demuestra el hecho de la existencia de las dos aristas que parten divergentemente hacia atrás a partir del hipocónido, la interna de las cuales presenta un entocónido vestigial. Esta estructura del talónido, por otra parte relativamente corto, corresponde a la de los molares en *D. blayaci* y la arista o cresta póstero-externa está bien marcada y no casi borrada como en el P4 de la especie de Stehlin. Por otra parte, nuestra especie es más moderna en el sentido de la presencia de un metacónico reducido a su mínima expresión. En el Tratado de Piveteau (1961), se incluye un gráfico indicando la progresiva desaparición del metacónido desde *Dissacus*, por

Pachyaena hasta *Mesonyx*. El estadio de la pieza aquí considerada rebasa en la reducción el de *Dissacus* para entrar casi en el de *Pachyaena*. Los restantes caracteres, no obstante, convienen perfectamente con los del género indicado anteriormente.

Por todas las razones antedichas, creemos que el animal de Ager debe ser considerado como una nueva especie del género *Dissacus*, la más modernizada de las conocidas hasta la fecha. La diferencia de talla —dadas las demás características diferenciales—, no puede considerarse como debida a la variabilidad individual o sexual de la especie de Stehlin. El nuevo nombre específico propuesto, *Dissacus progressus*, hace referencia a la mayor modernidad de nuestra forma.

DISTRIBUCIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL GÉNERO «DISSACUS»

Dentro de los Mesonychoidea existen una serie de géneros que van aumentando la talla desde los considerados pequeños como *Microcladodon* Scott, 1892 del Paleoceno medio de América del Norte, y *Dissacus* (ya se verá lo que se dice más adelante con respecto de la talla de este género), hasta el gigante de los representantes de la superfamilia, *Andrewsarchus* Osborn, 1924, del Eoceno superior de Mongolia, el más grande de los Creodontos y de todos los Fisípedos (1). En el «Traité» de Piveteau, tantas veces citado (1961), leemos que el género *Dissacus* es de la talla de una zorra. Pero hay que distinguir entre las diferentes especies escalonadas a lo largo del tiempo, según se enumerarán a continuación. En efecto, la talla del P4 oscila desde unos 10-11 milímetros en el *D. europæus* Lemoine, hasta los 23,5 en la especie de Ager, la cual pasaría del tamaño de un perro corriente y se acercaría a la de un lobo, por lo menos por lo que hace referencia a su cráneo.

Las especies del género aquí considerado se extienden desde el Paleoceno de América del Norte y de Europa hasta el Luteciense-Bartoniense del Viejo Mundo, en donde sobrevivieron en estos últimos tiempos del Eoceno. Todas las especies paleocenas, *Dissacus navajovius* Cope (que se extiende con pocas variaciones desde el Torrejonense hasta el Wasatchiense inferior con una subes-

(1) Otro tipo gigante está representado por el género *Honadon*, intermedio entre *Pachyaena* y *Andrewsarchus*, descrito por CHOW MINCHEN del Eoceno superior de Honan, en China (CHOW, 1965). Por otra parte, este mismo autor junto con YOUNG (1962) ha probado la existencia de un *Dissacus* de pequeña talla, sin descripción específica, en los «red-beds» de Nauschur, también en China.

BIBLIOGRAFÍA

pecie *D. n. longacvus* Matthew) con marcadas afinidades con el *D. europæus* Lemoine, 1891 del Paleoceno de Cernay, en Francia, así como el *D. filholi* Lemoine del Ypresiense superior de Epernay, son formas de pequeña talla. En cambio, *D. saurognathus* Wortman del Torrejonense de América del Norte se acerca a la del *D. blayaci*, aún siendo más antigua, pero presenta, como es lógico, caracteres primitivos. También la especie *D. praenuntius* Matthew de la formación del Wassach, es una forma mayor que el *D. europæus*, pero no llega ni de mucho a la talla del *D. blayaci*. Según Rusell (1964), el *D. gaudryi* Lemoine del Taneciense de Cernay, debe ser considerado sinónimo de *D. europæus*.

En relación con las ideas expresadas por Piveteau en su «Traité» (1961), debemos indicar que, a nuestro parecer, la evolución de las especies del género *Dissacus* no muestra dos caminos distintos sino que, al mismo tiempo que va desapareciendo el metacónido (más evidente en los P4 de las especies consideradas por Teilhard, 1920, que en la forma de Ager), se tiende a una más marcada homeodontia por progresiva molarización de los premolares. En este aspecto, nuestro *Dissacus progressus* muestra el grado más avanzado de evolución de la línea de este grupo de Mesoníquidos, y se puede considerar como un fin de *phylum* del género aquí discutido. Nuestro distinguido colega Dr. Rusell, en su estudio sobre la fauna de Cernay, se refiere ampliamente a la línea de los *Dissacus*, pero se detiene en la forma eocena *D. filholi* sin entrar en la consideración del *D. blayaci* de Stehlin. Habrá que añadir, a continuación del *phylum*, la especie que aquí se ha descrito, la cual, según se dijo, parece ser aún mayor y más evolucionada en el sentido de la molarización del P4 y, por lo tanto, de la homeodontia, así como en el de la reducción del metacónido, que la especie del Luteciense de Francia (Montpellier).

Notas: Agradecemos en lo mucho que vale la colaboración prestada por el estudiante de Paleontología en Basilea, señor Burkard Engesser por el dibujo de la pieza descrita en esta nota.

Este trabajo se ha realizado gracias a la Ayuda para el Fomento de la Investigación Universitaria, concedido por el Ministerio de Educación y Ciencia.

- CHOW MINCHEN, C.: *Mesonychids from the Eocene of Honan*. «Vertebrate Palaeontica», vol. IX, núm. 3. Peking, 1965.
- COPE, E. D.: *On the supposed Carnivora of the Eocene of the Rocky Mountains*. «Proc. Acad. Nat. Sci. Phila.», Filadelfia, 1875.
- — *On the genera of Creodonta*. «Proc. Amer. Phil. Soc.», vol. 19, 1880.
- CRUSAFONT PAIRÓ, M.: *Los Mamíferos y en especial los Primates del Eoceno pirenaico*. «Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.», Núm. 78, Madrid, 1965.
- — *Sur quelques Prosimiens de l'Eocène de la zone préaxiale pyrénéenne et un essai provisoire de réclassification*. «Col. C. N. R. S.», 1966 (prêtirage).
- y ROSELL, J.: *Primera datación de los tramos superiores del Eoceno continental de la cuenca de Ager (provincia de Lérida)*. «Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.», núm. 83, Madrid, 1966.
- DEPERET, CH.: *Etudes sur la famille des Lophiodontidés*. «Bull. Soc. Géol. France» (4), X, Paris, 1910.
- MATTHEW, W. D.: *The Carnivora and Insectivora of the Bridger Basin, middle Eocene*. «Mem. Amer. Mus. Nat. Hist.», vol. IX, pt. 6, New York, 1909.
- OSBORN, H. F.: *Andrewsarchus, giant Mesonychid of Mongolia*. «Amer. Mus. Nov.», núm. 146, New York, 1924.
- PIVETEAU, J.: «Traité de Paléontologie.» Tome VI, vol. 1, Masson et Cie. Edit. Paris, 1961.
- ROMÁN, F. et GENNEVAUX, M.: *Note sur un nouveau gisement de Mammifères eocènes aux environs de Montpellier*. «Bull. Soc. Géol. France» (4), VII, Paris, 1907.
- RUSSELL, D. E.: *Les Mammifères paléocènes d'Europe*. «Mem. Mus. Nat. Hist. Nat.», Nouv. Sér. Sér. C. Tome XIII, Paris, 1964.
- STEHLIN, H. G.: *Une espèce lutétienne de Dissacus*. «Bull. Soc. Géol. France», Séanc. 17 Mai., Paris, 1926.
- TEILHARD DE CHARDIN, P.: *Les Mammifères de l'Eocène inférieur français et leurs gisements*. «Annales Paléontolog.», vol. X, Paris, 1920.
- THALER, L.: *Une échelle de zones biochronologiques pour les Mammifères du Tertiaire d'Europe*. «C. R. Som. Soc. Géol. France.», fasc. 4, Paris, 1965.
- YOUNG, C. C. and CHOW, M. C.: *Some reptilian fossils on the red-beds of Kiangtung and Chepiang*. «Vertebrata Palaeontica», vol. VI, núm. 2. Peking, 1962.

Recibido 4-NI 66.

Contribución al estudio de los yacimientos de hierro del Suroeste de España. -(Parte I)

por F. VAZQUEZ GUZMAN (*)

RESUMEN

El conocimiento del marco geológico en que se encuadra un criadero es factor fundamental para el estudio de su génesis; a ello se dirige esencialmente este trabajo, al mismo tiempo que aportamos nuestra hipótesis sobre el origen de las magnetitas de la región en base al conocimiento adquirido. Se resalta la relación entre magnetitas, calizas y rocas graníticas.

Se datan como devonianos terrenos tradicionalmente considerados como silurianos y algunas áreas que se han citado como correspondientes a un Terciario lacustre, se dan como pertenecientes al Cuaternario.

Se pone de manifiesto, por último, la existencia de dos deformaciones principales y posiblemente simultáneas, junto con un movimiento secundario que origina pliegues de distinta naturaleza.

Una segunda parte tratará del estudio microscópico de las rocas de la región, realizado por Lucas Amado Cueto.

SUMMARY

The knowledge of the geology of the ample surroundings of an orebody is a fundamental factor for the study of its genesis. This is the first purpose of this work. At the same time we bring out our hypothesis about the magnetite's origin in this region according to the knowledge that we have obtained. We outlook specially the relation between the magnetites, limestones and dolomites, and granitic rocks.

Some sediments considered traditionally as being silurian and some areas which were cited as corresponding to tertiary sediments have been dated as being devonian and quaternary sediments, respectively.

We outlook lastly, the occurrence of two principales and possibly simultaneous deformations together with a secondary movement which origins folds of different constitution.

A second part of this work will treat the microscopic study of the regional rocks.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico y Minero de España inició en octubre de 1965 una investigación de menas de hierro en el territorio nacional. Por diversas razones, entre las que destacan las de tipo económico y un mejor y fácil beneficio de las menas,

(*) Doctor Ingeniero de Minas del I. G. y M. de España.

NOTA.—El mapa y cortes geológicos a que se hace referencia en este trabajo corresponden a la Hoja núm. 918, Santa Olalla del Cala, del Mapa Geológico de España, actualmente en prensa.

se centró dicha investigación en el Suroeste de la Península, donde se esperaba encontrar nuevos criaderos de magnetita.

Uno de los problemas fundamentales a resolver era el conocimiento de las características geológicas en que se enmarcan los yacimientos minerales de la zona, su posible génesis, etc. En consecuencia, se inició el estudio del territorio de la Hoja número 918, escala 1/50.000, Santa Olalla del Cala, donde existe un gran criadero de magnetita, con objeto de obtener un amplio conocimiento geológico de la región que sirviera como punto de partida para el posterior estudio de todo el Suroeste.

Necesariamente habrán de seguir nuevos trabajos a escala más detallada, estudios metalogénicos, etc., pero creemos haber conseguido con el presente trabajo una buena base para iniciar la resolución de los numerosos problemas que evidentemente existen.

Nuestro agradecimiento a todos cuantos nos ayudaron a la consecución de nuestro objetivo: intentar centrar en su correspondiente marco geológico la importante minería de hierro que se asienta en el Suroeste del solar hispano.

ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Se ha conseguido reunir una extensa bibliografía relacionada con los problemas geológicos y mineros del área a que pertenece la Hoja número 918, y a continuación resumimos la que trata cuestiones concretas de la zona.

Lan, en 1857, repara ya en la existencia de calizas mineralizadas entre Cala y Cazalla, que relaciona con las de Llerena, y de «dioritas o pórfidos dioríticos» en Minas de Cala, señalando su probable relación con la masa piritocuprífera, que se explotaba en aquel entonces, pero haciendo notar algunas particularidades que la distinguían de las restantes masas de piratas de la región.

En 1869, Verneuil señala la existencia de terrenos silurianos en la provincia de Huelva.

Ingunza realiza, en 1886, un informe sobre el estado de las minas de Cala.

En la segunda mitad del siglo pasado, año 1887, aparece el voluminoso e ingente trabajo geológico-minero de Gonzalo y Tarín, que siguió a un bosquejo geológico de la provincia realizado en 1878. Quien conozca la accidentada topografía del distrito minero, la irregularidad de los contactos entre las distintas unidades, las dificultades geológicas intrínsecas a la zona, e imagine los medios técnicos de trabajo en aquella época, los de transporte, dificultades de accesos, alojamientos, etcétera, no puede dejar de rendir tributo de admiración a la vocación geológica y al espíritu de trabajo del hombre que recorrió, paso a paso, la provincia de Huelva y estudió con cariño sus problemas mineros.

Limitándonos a nuestra zona de trabajo y a grandes rasgos, Gonzalo y Tarín distingue el Estrato Cristalino, el Cambriano y el Siluriano, a los que asigna áreas de las que algunas han permanecido con tal datación hasta nuestro estudio.

Según Akerman, 1899, la magnetita del yacimiento de Cala se ha generado por piro metamorfismo de la piritita.

Vidal, en 1910, incluye a Cala y Teuler entre los yacimientos de hierro de España, cuyo estudio está bastante completo. En Cala, la hematites par-

da e hierro magnético forman masas de filones en una roca diabásica, encajada entre el granito y las calizas y dolomías cambrianas. Los óxidos de hierro están reemplazados en profundidad por piritita ferro-cuprífera. En Teuler, el hierro magnético con un poco de oligisto y hematites parda se presenta en filones de contacto, en una roca diabásica encajada entre el granito y las calizas y dolomías cambrianas.

Para Hereza, 1926, las manifestaciones de hierros magnéticos y hematites están en relación con rocas ácidas y básicas.

Balzola hace, en 1930, un estudio económico de Minas de Cala.

En 1935, realiza Quiring un amplio informe sobre las minas de Cala, analizando su posible génesis, su tectónica, sistema de explotación adecuado, etc. En su criterio, «aunque el impreciso conocimiento de conexiones geológicas dificulta el formar juicio sobre la génesis, la sucesión y yuxtaposición de las capas hacen verosímil que originariamente se haya tratado en Cala y Teuler de un tipo de criadero similar a los que se encuentran en Alemania, en la comarca de Lahn-Dill y Harz, y en España, el Cerro de Hierro, en San Nicolás. En consecuencia, no puede ser dudoso que las rocas pertenezcan al Devoniano medio y superior». Existen minerales primarios, piro metamórficos e hidrotermales. La magnetita proviene de un mineral singenético primario (por piro metamorfismo de hematites roja) en capas concordantes e intercaladas con «keratophyrschalteln» (toba diabásica).

En 1937, Lotze, junto con Henke, descubren los primeros restos de trilobites pertenecientes al Cambriano inferior de la zona. Posteriormente, 1945, presenta la Meseta Ibérica como un geanticlinal y discute las ideas de Staub sobre su estructura, en razón a nuevas observaciones de campo, enumerando los problemas más importantes pendientes de resolución. En ulteriores publicaciones, 1951-1966, estudia la estratigrafía del Precambriano y Cambriano junto con su tectónica, considerando la presencia de las fases sárdica, bretónica, y posiblemente sudética.

Trabajos realizados en Cala, 1937, por Schneider, dieron por resultado la confirmación de la existencia de sedimentos cambrianos, silurianos y devonianos. Más tarde, 1941, realizó un detallado estudio de la estratigrafía del Cambriano de Cala, clasificando el matrimonio Richter los restos fósiles recogidos en este trabajo. En 1951, el hallazgo por este autor de una fauna de Braquiópodos y Trilobites del Ems, en una formación de grauwacas y arcillas apizarradas, permitió ratificar la existencia del Devoniano en la zona.

En 1945, Meseguer, Prieto, Roso y Pérez Re-

godón, indican la presencia de sienitas en Cala e Higuera de la Sierra.

Alía Medina, en 1963, da como posible Carbonífero la formación de pizarras y areniscas del Oeste de Santa Olalla del Cala. Para el plegamiento da régimen isoclinal dominante con vergencia S.-SO.

Pinedo Vara, 1963, en su magnífico trabajo sobre las piritas onubenses, estudia el grupo Sultana-San Rafael, como mina de sulfuros de cobre. A las minas de Cala las considera como criaderos de sulfuros de cobre, ya inactivas, y como «grandes minas de hierro», puntualizando que tanto éstas como las de Teuler, se encuentran en el contacto entre los granitos y calizas.

Bard, en 1964, inicia una serie de estudios estratigráficos y tectónicos, que contribuyen notablemente al conocimiento de la región.

Con ocasión de un estudio sobre los criaderos de magnetita de la Hoja de Burguillos del Cerro, en 1964, Rebollo afirma que las concentraciones, tanto de hierro como de cobalto, uranio, cerio y lantano, han sido producidas por un fenómeno de metasomatismo de las calizas cambrianas por la roca granítica y aprecia, como fenómeno general en todo el país, la presencia de roca piroxenítica, formando una de las saibandas del mineral; incluso la piroxenita es radiactiva además.

Gutiérrez y Hernández Enrile, 1965, estudian los conjuntos paleozoicos del Norte de la provincia de Huelva y citan la presencia de un Terciario lacustre continental en Zufre.

ESTRATIGRAFÍA

La zona objeto del presente estudio comprende el Cambriano, Siluriano, Devoniano y Cuaternario.

No se tienen en cuenta la mayoría de los acarrees fluviales cuaternarios formados en las márgenes de las riberas y arroyos, ni las pequeñas áreas de erosión que evidentemente existen.

El Cambriano

Los sedimentos cambrianos se distribuyen según dos bandas de dirección aproximada, Noroeste-Sureste, a Norte y Sur de la Hoja, que han sido reconocidas de antiguo.

a) *Georgiense*

Los terrenos más inferiores de la serie se presentan en el núcleo del anticlinal que forma la banda Sur en Los Llanos, Cerro La Golondrina, La Umbría, etc. En la base se sitúan cuarcitas o

areniscas en tránsito a cuarcitas y pizarras con una acusado metamorfismo, a las que siguen grauvacas. A pesar de ser una zona poco apta para el estudio de la secuencia puede darse, para este conjunto detrítico, un espesor no inferior a los 200 metros. Esta formación correspondería a la «serie de los Bonales», de Schneider.



Foto 1.—Cambriano. Pizarras tipo Kramenzel con sus típicas oquedades producidas por la disolución de nódulos calizos; en este caso las oquedades marcan el rumbo de las capas. Rivera de Hierro junto a la Sierra de los Castillejos.



Foto 2.—Cambriano. Pizarras tipo Kramenzel con oquedades marcando el buzamiento. Rivera de Hierro junto a la Sierra de los Castillejos.

A las grauvacas siguen, con una potencia aproximada de 800 metros, alternancias de areniscas feldespáticas con pizarras arcillosas y violáceas junto con arcillas que engloban nódulos calizos, que al descomponerse dan una típica y característica estructura Kramenzel. Sobre el origen de estos nódulos calizos existen diversos criterios; por

ejemplo, mientras Born los supone originados por transformación tectónica de lechos calizos, Schindewolf postula para las «Kramenzelkalke» una formación singenética: carbonato y arcilla fueron sedimentados juntos, pero los carbonatos se concentraron sobre restos de organismos. En el antiguo ferrocarril minero de Cala a San Juan de Aznalfarache, antes de llegar al kilómetro 2, hemos podido observar que los bancos de grauvacas y areniscas tienen, por lo general, de 0,5 a 1 metro de potencia, y que su deposición con las pizarras se asemeja al «tipo flysch». Las relaciones entre

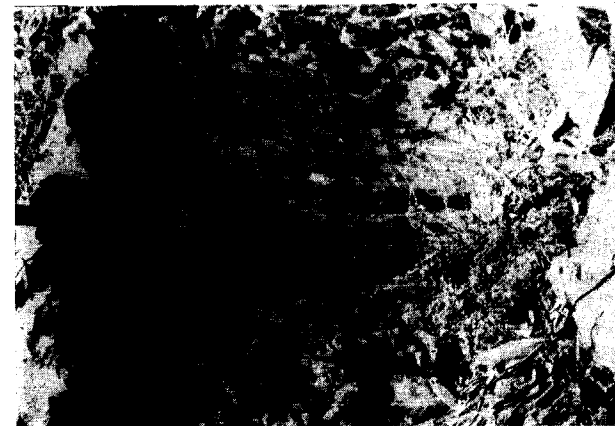


Foto 3.—Cambriano. Lechos con «pseudo ripple-mark». Sobre el kilómetro 1,850, aproximadamente, del antiguo ferrocarril minero de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache.

estratificación y pizarrosidad son claras y puede estudiarse la posición estratigráfica de esta formación respecto de las calizas que afloran en las Sierras de Javata y del Castillejo. En lechos de grauvacas de esta formación hemos reconocido, en la superficie de la capa, surcos o canales más o menos paralelos, que consideramos como «pseudo ripple-mark». Hacemos corresponder estos sedimentos con los de la «serie de Arroyomolinos», de Schneider, que junto con la anteriormente citada, constituyen el Georgiense inferior.

A techo de los sedimentos anteriores se sitúan calizas de variada composición y facies que pueden llegar a tener una potencia superior a los 300 metros. Las hay arcillosas, silíceas, microcristalinas, dolomíticas, de color blanco, gris, rojizo, etc.; meteorizan en color marrón, que las hace infundibles. Generalmente, ocupan las cumbres de las sierras, y la tierra de labor que originan es dedicada al olivo. Su cartografía es facilitada por la foto aérea en la que destacan morfológicamente.

En el Suroeste de la Hoja ocupan los flancos Norte y Sur de un anticlinal, aflorando en las Sierras de Mari Mateo, Drago, Santa Bárbara,

Zorrero, Parralejo, etc. Según Bard existe una discordancia entre estas calizas y la formación subyacente. La falla Zufre-Santa Olalla las desplaza a la Sierra de Fuente de Ibáñez, desde donde siguen hacia el Este, introduciéndose en la vecina Hoja de Almadén de la Plata, aunque de una manera discontinua.

En la parte Norte de la Hoja, las calizas aparecen unas veces aflorando aisladamente entre sedimentos del Georgiense y otras formando parte de estructuras más amplias como en el sinclinal de Herrería (arroyo que corre inmediatamente al Norte de Minas de Cala).

Su datación no ha podido ser efectuada directamente, ya que no se han encontrado fósiles en ellas. Al yacer bajo pizarras con fauna del Georgiense superior, es necesario considerarlas como pertenecientes al Cambriano inferior. Sin embargo, por razones paleontológicas, Meléndez y Mingarro sitúan los biohermios de Arqueociátidos, en la zona de Alanis, en el paso del Georgiense al Acadiense, considerándolos en niveles superiores a las pizarras con trilobites del Georgiense superior, contra la opinión de los autores que anteriormente estudian aquella zona y sin dar razones de tipo estructural que avalen tal posición estratigráfica.

Presentan estas calizas el gran interés de que en relación con ellas se encuentran las minas de Cala y Teuler, pero de ellas hablaremos al estudiar las rocas graníticas existentes en la región. Por otra parte, se explotan canteras de caliza para suministro de algunas obras públicas que actualmente se ejecutan en la región.

En el mismo nivel anterior, a su techo, existe un volcanismo básico que se inicia con material piroclástico, del que tenemos evidencia merced a dos pequeñas coladas situadas, una en la zona de Villagrano, y otra al Norte de El Casero, que es cortada por la carretera de Higuera de la Sierra a la Estación de la Junta, cerca del kilómetro 6. Lotze sitúa las manifestaciones volcánicas en la parte superior del Georgiense, asociadas a estratos arcillosos y arenosos; Texeira, al estudiar el Cambriano de Portugal, en una formación de pizarras y grauvacas; y Fabriés, en el mismo nivel de las calizas y en otros dos más inferiores.

Este volcanismo podría indicar un período de inestabilidad que motivara ligeros movimientos, a consecuencia de los cuales se produjera una discordancia con los sedimentos depositados posteriormente, tal como señala Bard. Nosotros no hemos podido encontrar otros signos que indicaran la citada discordancia.

A techo de las calizas anteriores se presentan, en la zona Norte, pizarras arcillosas violáceas, grises y tipo Kramenzel, con potencia de unos 300 metros, en las que Lotze y Henke encontraron

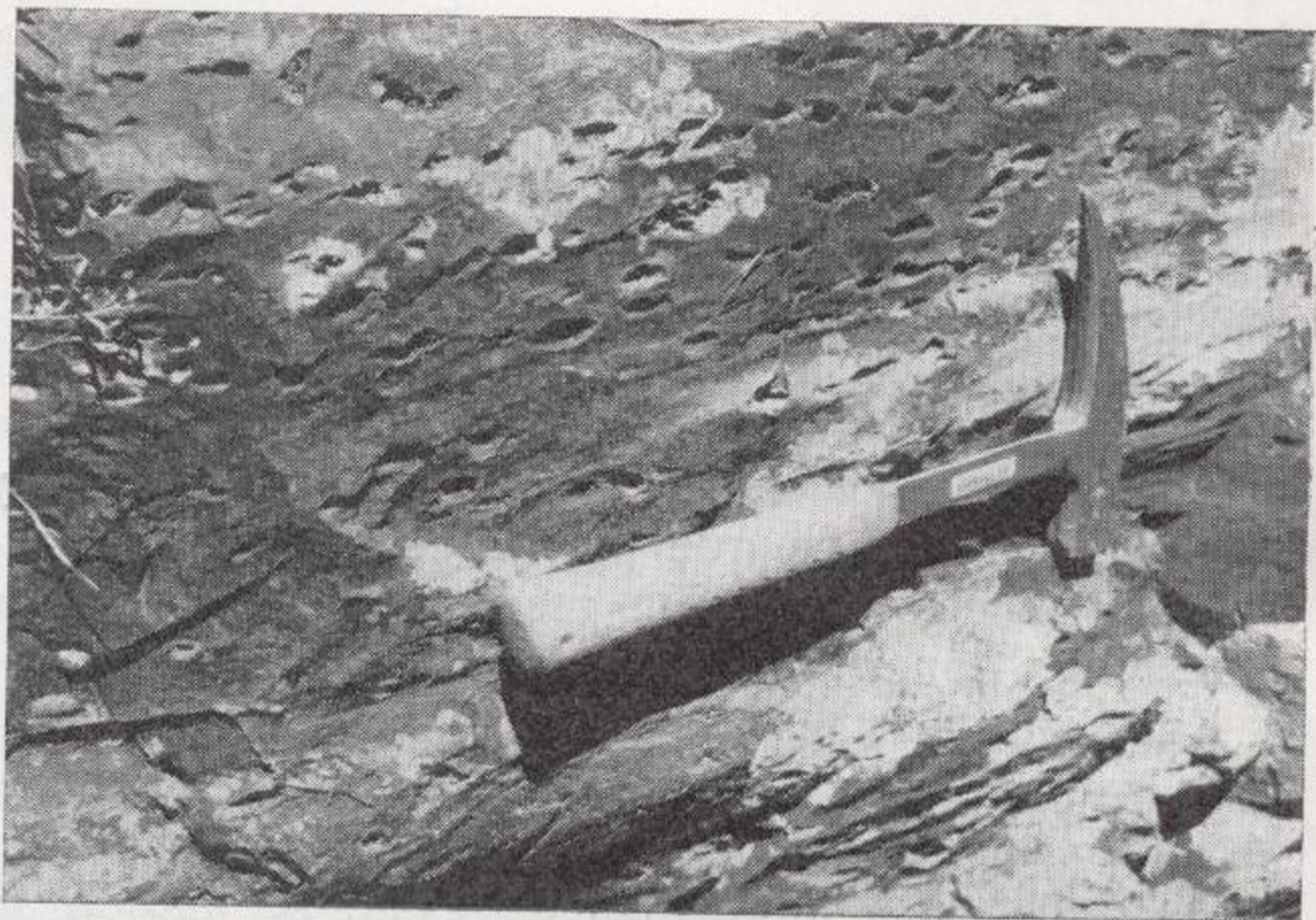


Foto 1.—Cambriano. Pizarras tipo Kramenzel con sus típicas oquedades producidas por la disolución de nódulos calizos; en este caso las oquedades marcan el rumbo de las capas. Rivera de Hierro junto a la Sierra de los Castillejos.

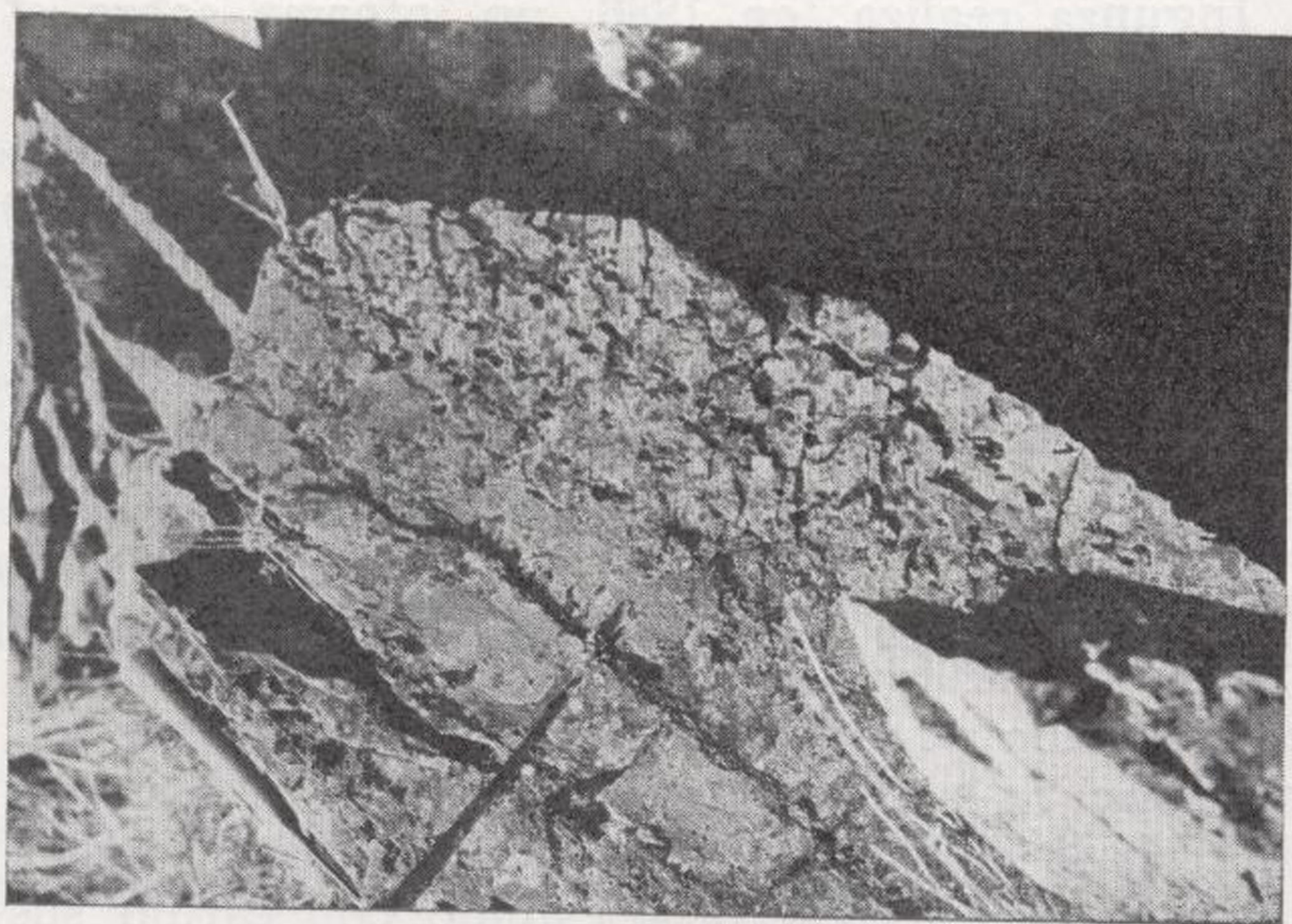


Foto 2.—Cambriano. Pizarras tipo Kramenzel con oquedades marcando el buzamiento. Rivera de Hierro junto a la Sierra de los Castillejos.

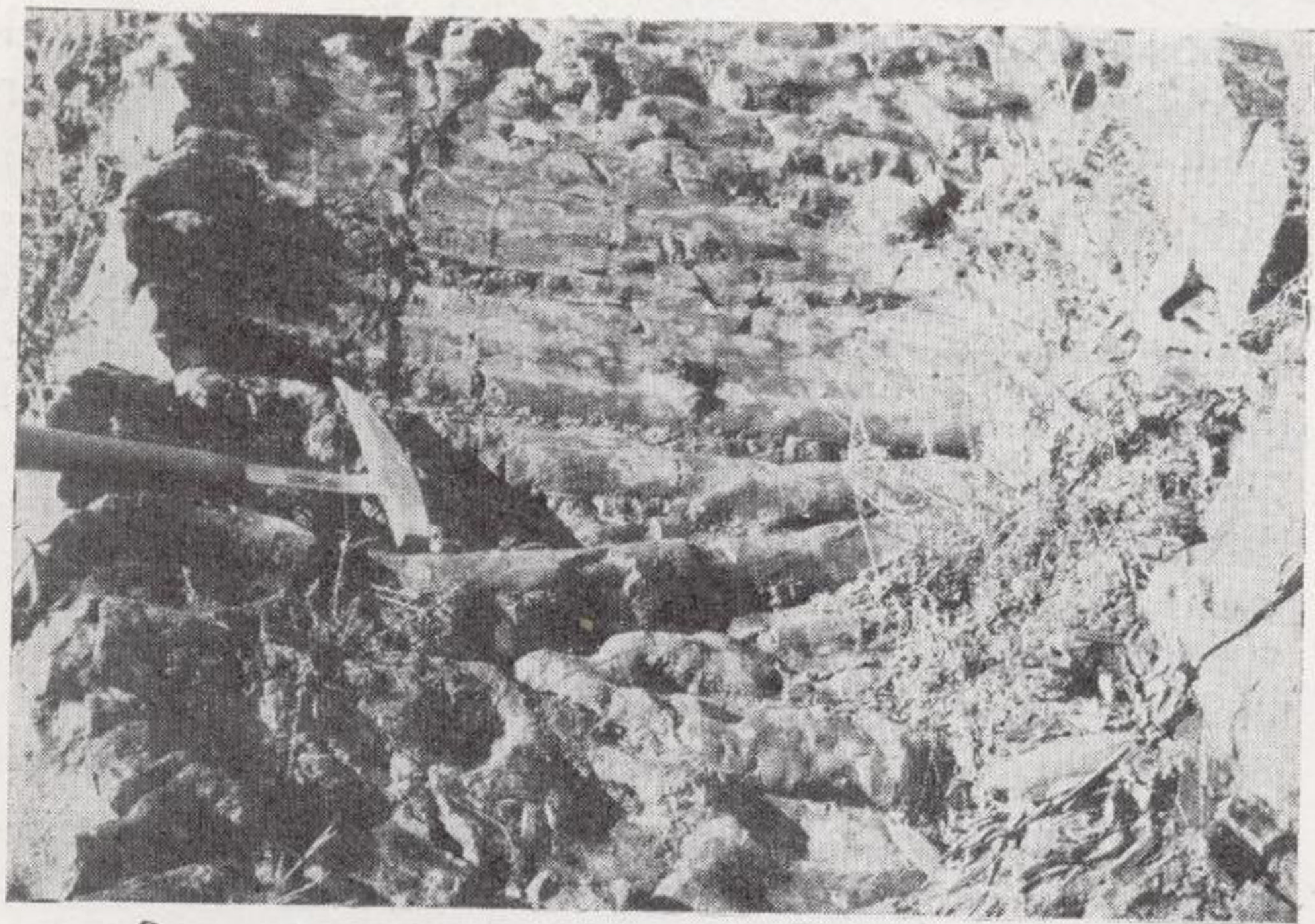


Foto 3.—Cambriano. Lechos con «pseudo ripple-mark». Sobre el kilómetro 1,850, aproximadamente, del antiguo ferrocarril minero de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache.

los primeros restos fósiles correspondientes al Georgiense superior. Posteriormente, Schneider recogió nuevos restos, como consecuencia de un detallado estudio de la estratigrafía del Cambriano en la zona de Cala, cuya clasificación corrió a cargo de Rud. y E. Richter, que identificaron los siguientes:

Eodiscus (Weymouthia) caudatus Delgado 1904.
Callavia? lotzei R. y E. Richter 1941.
Bonniella hispanica.
Protolenus Schneideri R. y E. Richter 1941.
Protolenus sp., sp.
Strenueva cf. *annio* Cobbold 1910.
Atops? calanus R. y E. Richter 1941.

que se encontraban en un mismo horizonte, mientras que en la denominada por Schneider «faja de serratus», de 2 ó 3 metros de potencia, se clasificaron los siguientes:

Eodiscus (Serrodiscus) serratus R. y E. Richter 1941.
Eodiscus (Serrodiscus) cf. speciosus Ford 1873.
Eodiscus (Eodiscus) llarenai R. y E. Richter 1941.
Eodiscus sp.
Strenueva cf. *vigilans* Matthew 1899.
Scenella reticulata Billings 1872.
Hyolithes sp.

Posteriormente, Sdzuy añadió dos nuevos ejemplares como consecuencia de una revisión de los restos fósiles clasificados por R. y E. Richter:

Colodiscus cf. *schucherti* Matthew.
Gigantopygus cf. *bondoni* Hupe 1953.

Así mismo consideraba que el *Eodiscus (Weymouthia) caudatus* debía corresponder al *Delgadella souzai*.

La fauna de Cala ha sido pieza fundamental en los estudios de correlación en el Cambriano de la Península Ibérica y otros países cercanos, y por ello estudiada por eminentes paleontólogos. Hupe considera que el *Callavia? lotzei* corresponde al *Callavia choffati*, y *Bonniella? hispanica* a *Hicksia elvensis*, y que la fauna de Cala debe ser referida al Tasousekhtien terminal.

Una más reciente revisión realizada por Sdzuy ha dado lugar a una nueva lista de Trilobites, de la fauna de Cala.

Calodiscus schucherti ibericus Sdzuy 1962.
Delgadella souzai Delgado 1904 n. ssp.?
Judania? lotzei R. y E. Richter 1941.
Gigantopygus cf. *bondoni* Hupe 1953.
Longianda? sp.

Rinconia Schneideri R. y E. Richter 1941.
Triangulaspis fusca Sdzuy 1962.
Hicksia hispanica R. y E. Richter 1941.
Atops? calanus R. y E. Richter 1941.

y para la «faja de serratus»,

Eodiscus llarenai R. y E. Richter 1941.
Serrodiscus serratus R. y E. Richter 1941.
Serrodiscus speciosus silesius R. y E. Richter 1941.
Triangulaspis cf. fusca Sdzuy 1962.

Los afloramientos fosilíferos marcados en el plano son, aproximadamente, los encontrados por Schneider.

Finalmente, en la zona Norte, y dentro de estos terrenos, se presentan pórfidos riolíticos que parecen ocupar estructuras preexistentes, y cuya puesta «in situ» se efectuó tras la fase de plegamiento astúrica. En ellos se han observado fracturas rellenas de oligisto.

b) *Acadiense*

Perteneciendo al Georgiense superior, los sedimentos en que se presenta la fauna de Cala, consideramos como acadiense la serie de areniscas, pizarras micáceas y arcillosas, que con potencia de unos 300 metros se presenta a techo en Los Llanos de la Nava. En la carretera de Cala a Minas de Cala pueden observarse los términos más bajos de la serie reposando sobre las pizarras violáceas del Georgiense. Se trata de areniscas con cuarzo y feldespato como material fundamental; su color es amarillo, mientras que las pizarras que le siguen presentan colores verde y beige, volviéndose amarillentas con la erosión.

En este nivel hemos encontrado pistas o posibles huellas reptantes imposibles de clasificar.

En las partes más superiores de la serie se presentan pequeños enclaves de rocas básicas, con estrechas intercalaciones arcillosas, preludio de las efusiones volcánicas que posteriormente se depositan concordantemente. Este volcanismo está constituido por espilitas con un acusado apizarramiento, estimando su potencia en unos 150 metros.

En la Solana de Javata las coladas espiliticas se presentan mal delimitadas, aunque pueden estudiarse en los arroyos y barrancos que corren de Norte a Sur; en consecuencia, no se han cartografiado.

No existe más sedimentos cambrianos en la zona pues tras el volcanismo espilitico se inician los movimientos correspondientes a la fase sárdica.

Permanece el problema del límite entre Cam-

briano y Devoniano en la parte Suroeste de la Hoja. En la zona de Higuera de la Sierra afloran sedimentos metamórficos cuya datación no puede hacerse por criterios paleontológicos ni de facies. Estos sedimentos están unidos, por una parte, a formaciones cambrianas y, por otra, a devonianas. Las areniscas con que se inician estas últimas formaciones marcan el contacto cuando existen.

La faja granítica de Higuera de la Sierra, a Levante de esta localidad, no marca el contacto en dicha zona, pues se aloja en terrenos devonianos: en el paraje de El Horcajo afloran areniscas, grauvacas y pizarras con intercalaciones volcánicas, al Norte de la banda granítica, con poco o ningún metamorfismo y claramente devonianas, que justifican tal afirmación.

El límite entre Cambriano y Devoniano ha sido marcado teniendo en cuenta las manifestaciones volcánicas (imposibles de cartografiar) tan características de los sedimentos devonianos y el fuerte metamorfismo que presentan los terrenos cambrianos en todo el área, hasta el punto de ser frecuentes las cornubianitas.

En la parte Norte de la Hoja existen también zonas de fuerte metamorfismo como consecuencia de las intrusiones graníticas, pero dicho fenómeno será estudiado al tratar de los batolitos de la región.

El Siluriano

El Siluriano, al que tradicionalmente se asignaban los terrenos alojados entre las dos bandas cambrianas ya citadas, ha quedado reducido a una faja que corre en contacto con el Cambriano por la Sierra León, Solana del Valle del Gato y La Papua, en la parte Noroeste de la Hoja. Los restantes sedimentos considerados silurianos han pasado a formar parte del Devoniano.

Los primeros sedimentos depositados fueron grauvacas, que estudiadas al microscopio presentan abundantes fragmentos lávicos procedentes de las espilitas acadienses. Es evidente su posterioridad respecto al volcanismo espilitico, y está plenamente justificado el considerarlas como silurianas, pues precediendo a su deposición necesariamente ha tenido lugar la emersión y, posteriormente, la erosión de las espilitas emergidas o de los altos fondos que constituían en las aguas donde debieron depositarse.

Es necesario no confundir estas grauvacas grisáceas y con cierta orientación de sus fragmentos, con otras devonianas que también engloban fragmentos de lavas espiliticas.

Siguen calizas de color gris, grano fino, fractura irregular y muy efervescentes con el CIH en frío. A techo de ellas se sitúan areniscas apizarradas en

las que se aprecia bien, tanto la estratificación como una pizarrosidad, en este caso sigmoidal, y grauvacas cuyos fragmentos de lavas espiliticas van siendo de menor tamaño.

La potencia de todo este tramo puede considerarse como de unos 125 metros, aproximadamente.

El ángulo formado por la Rivera de Montemayor y el barranco de la Nava es un área de intensa tectónica, pero muy apta para estudiar los primeros tramos del Ordoviciense y su posición estratigráfica respecto a un llamativo conglomerado

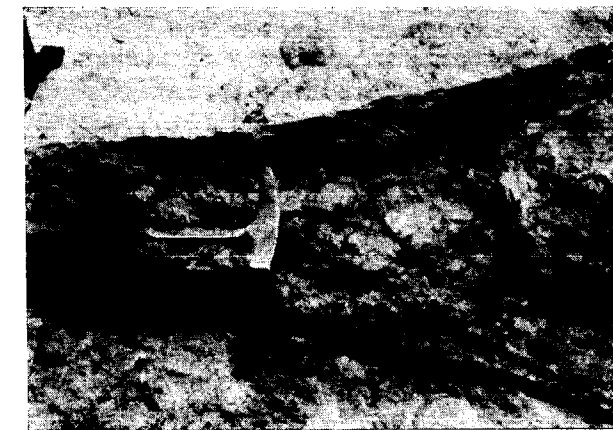


Foto 4.—Siluriano. Conglomerado de Casa Barriga. Carretera de Cañaverál de León a Corteconcepción.

do, posteriormente depositado, que es cortado por la citada rivera y la carretera de Cañaverál de León a Corteconcepción.

Este conglomerado, de unos 100 metros de potencia, presenta cantos rodados de buen tamaño, engastados en una matriz violácea; existen intercalaciones de pizarras color beige con potencia de hasta 30-40 metros, y lechos de grauvacas con sólo algunos metros de espesor. Característica de estas grauvacas es la extrema escasez en ellas de fragmentos lávicos espiliticos, al menos en las estudiadas por nosotros al microscopio.

Sobre el conglomerado yacen ortocuarcitas con un espesor máximo aproximado de 40-60 metros.

Todos los sedimentos anteriores se consideran pertenecientes al Arerigiense, pues aunque variados, son típicos de análogo ámbito de deposición, aguas someras y línea de costa. Schneider encontró una fauna de *Didymograptus* correspondiente a la zona 4.^a La ausencia, al menos por el momento, de una fauna correspondiente al Tremadociense, hace imposible afirmar su existencia en la zona.

Sigue la serie con pizarras grises y, sobre todo, negras con intercalaciones de areniscas grises de

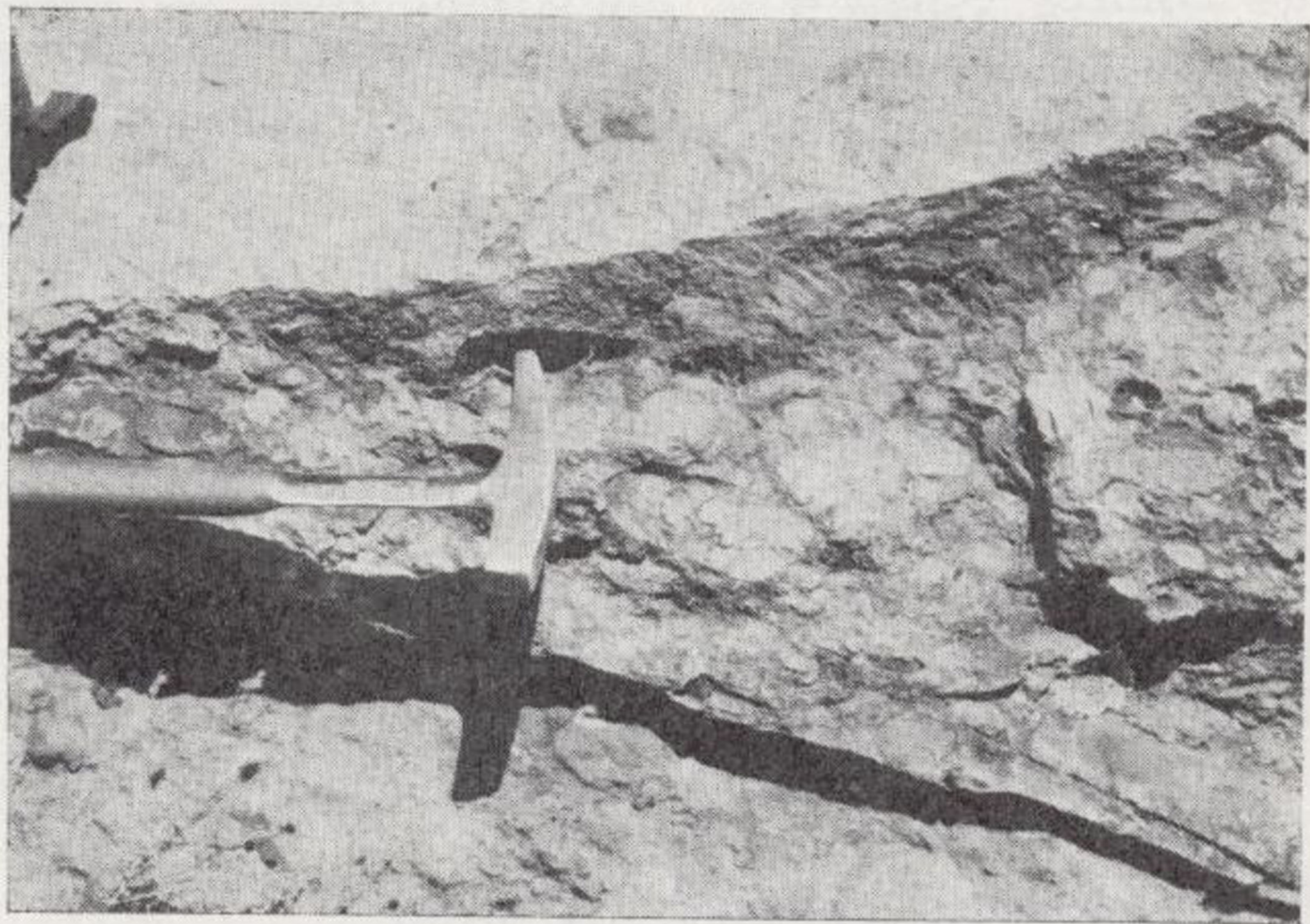


Foto 4.—Siluriano. Conglomerado de Casa Barriga. Carretera de Cañaveras de León a Cortecón.

grano fino, con potencia total de unos 200 metros. Las pizarras son compactas y por la acción de los agentes externos adquieren una fina película blanquecina muy característica.

Según Schneider, el Ordoviciense se halla representado en la serie del Ciervo, con unos 600 metros de potencia.

La existencia del Gotlandiense, dentro del territorio de la Hoja, es conocida de antiguo. Son características las pizarras ampelíticas con abundantes graptolites, a cuyo muro yacen pizarras de colores cenicientos junto con otras de color negro, en una alternancia decimétrica. El espesor del Gotlandiense puede considerarse como de unos 125 metros.

En la zona de la Venta del Ciervo, en el mismo arroyo del Verdugo y cerca del Pilar de las Herrumbres, hemos encontrado una fauna de graptolites, idéntica a la ya citada por Gonzalo y Tarín, perteneciente al Tarannon-Wenlockiense:

Monograptus nilssoni Barrande.

Monograptus latus Mac Coy.

Monograptus linnaei Barrande.

Monograptus convolutus Hinsinger.

Monograptus priodon Bronn.

Diplograptus palmeus Barrande.

Es posible también la existencia del Llandoveriense, pues su presencia, en el Norte de la provincia de Huelva, está confirmada por Romariz, que, en una posterior revisión de las especies coleccionadas por Nery Delgado en el Prado de Pedro Gil, encontró los siguientes ejemplares:

Climacograptus rectangularis Mac Coy.

Rastrites richteri Perner.

Por otra parte, según Rebollo, existe una formación gotlandiense, que ha seguido a lo largo de unos 60 kilómetros, desde la Hoja de Encinasola, hasta las de Higuera la Real, Aracena y Santa Olalla del Cala, donde tiene una dirección aproximada de Norte 75° Oeste, en la que encontró la siguiente fauna graptolítica, perteneciente al Llandoveriense superior:

Demirastrites comunis Lapw.

Streptograptus lobiferus Mac Coy.

Monograptus intermedius Carruth.

Monograptus regularis TGT.

Dos características presentan las capas gotlandienses, en opinión del citado autor. Una, la presencia de frecuentes fracturas de pequeño desarrollo, con anomalías radiométricas; otra, la presencia de un pequeño paquete de pizarras negras, alternantes con cuarcitas, con una fauna de graptolitos.

El Devoniano

La existencia de una fauna perteneciente al Devoniano inferior y medio, ha permitido confinar a estos tramos, terrenos tradicionalmente considerados como silurianos.

a) Devoniano inferior

Se inicia con un conglomerado de potencia variable, de 12-15 metros en la serie del Verdugo (según Schneider), y de 6-8 metros entre el kilómetro 4 y el kilómetro 5 del ferrocarril minero de Cala a San Juan de Aznalfarache. Sigue una formación de grauvacas y pizarras arcillosas, que



Foto 5.—Devoniano inferior. Conglomerado. Entre los kilómetros 4 y 5 del antiguo ferrocarril de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache.

en ocasiones son silíceas, con potencia máxima de unos 100 metros. En estos niveles, zona del Verdugo, encontró Schneider restos fósiles de Braquiópodos y Trilobites, que permitieron confirmar la existencia del Devoniano inferior. Desgraciadamente no hemos podido encontrar nuevos yacimientos fosilíferos, quizá debido a la pizarrosidad que indudablemente dificulta su búsqueda.

Las grauvacas se presentan con buenos planos de estratificación y, a simple vista, pueden observarse en ellas trozos de pizarra junto con granos de cuarzo y feldespatos. Unas tienen color gris pardo, mientras que otras presentan un tono gris oscuro, y son mucho más duras. El estudio al microscopio ha puesto de manifiesto la existencia de grauvacas con fragmentos espilíticos y de otras sin ellos.

Las pizarras arcillosas presentan una acusada pizarrosidad que, generalmente, corta y enmascara a la estratificación. En algunas puede verse

al partirlas un bandeado de color, consecuencia de la distinta meteorización de las capas con diferente composición; y otras, por el contrario, son tan homogéneas que es imposible distinguir la estratificación. Meteorizan en colores claros, grises-amarillos.

A techo de esta formación, y como continuación de las pizarras arcillosas, existe un potente conjunto de pizarras grises oscuras, extremadamente finas, y con una intensa pizarrosidad, sin que presenten lechos de grauvacas intercalados. En los niveles superiores, las pizarras se vuelven más claras y contienen un nivel de calizas con potencia de unos 30 metros, al Sur de la Sierra Villarejo. Todo el tramo, que puede llegar a tener una potencia máxima de unos 300 metros, se aloja en una banda que corre con orientación Noroeste-Sureste, desde la Sierra de las Corujas hasta el Cerro Monaguillo, pasando por Villarejo y Cucharera.

Estas pizarras que hacia Poniente se vuelven areniscosas y que, en determinadas zonas, presentan signos evidentes de metamorfismo de contacto debido a la presencia cercana de rocas graníticas en profundidad, representan, a nuestro juicio, los últimos niveles del Devoniano inferior, es decir, del Cobleciense.

Sobre el kilómetro 5,2 del ferrocarril minero de Cala a San Juan de Aznalfarache, afloran rocas de tipo diorítico, por lo que no es de extrañar la presencia de pizarras chistolíticas e incluso de esquistos dentro de esta formación.

La faja donde se presentan estas pizarras encaja entre otras dos ocupadas por la formación de grauvacas y pizarras arcillosas, cuyos contactos son, en gran parte, fallas en dirección que delimitan tres verdaderos bloques de acuerdo con la tectónica de la región.

El bloque Norte de grauvacas y pizarras se pone en contacto con las formaciones cambrianas por fallas inversas en dirección. En la Rivera de Hierro puede apreciarse que el contacto con las formaciones cambrianas se realiza con la formación de grauvacas y pizarras arcillosas, mientras que el conglomerado con que se inicia el Devoniano aparece en el centro del bloque, por lo que éste presenta estructura anticlinal. En El Verdugo, el Devoniano yace discordante con el Siluriano. El contacto meridional de este bloque es debido también a fallas.

El bloque Sur de grauvacas y pizarras ocupa los terrenos de los Chaparrales, Valdevilano, Sierra El Pozo, etc. Su contacto meridional con terrenos pertenecientes al Devoniano medio es de falla en ocasiones.

Podría estimarse que el conglomerado aflorante en el antiguo ferrocarril minero es continua-

ción del Siluriano de Casa Barriga, pero la litología de las formaciones que yacen a techo de uno y otro es tan distinta, que tal idea es insostenible.

b) Devoniano medio

La realización de un corte por el camino de Zufre a Cala y los posteriores estudios sobre la zona de las majadas de La Parrita y Tres Encinas, nos llevaron a la afirmación de la existencia de sedimentos pertenecientes al Eiffeliense.

El paso del Cobleciense al Eiffeliense lo marca un conglomerado de elementos muy pequeños junto con un microconglomerado, de una potencia aproximada de 10 metros. Los paquetes son subverticales y están afectados por una fuerte pizarrosidad. Este nivel de base se corta en el citado camino y en las trincheras del antiguo ferrocarril minero de Zufre a Santa Olalla, junto al Cortijo «El Bezo».

Sigue una formación de pizarras arcillosas grises y grauvacas, con intercalaciones de unos 15 centímetros de cuarcitas o areniscas feldespáticas, o areniscas en tránsito a cuarcitas. Todo el conjunto tiene una potencia de 60-80 metros, y aflora en forma anticlinal, siendo normales sus contactos con la formación volcánica-sedimentaria que le sigue.

Al techo de estas pizarras y grauvacas se sitúan calizas de tipo arrecifal, que destacan morfológicamente sobre el resto de los terrenos. En foto aérea se aprecian perfectamente las alineaciones marcadas por dichas calizas.

Tienen generalmente color gris, que pasa a gris negro; localmente, son fétidas y afloran con potencia de hasta 40 metros en el citado camino de Zufre a Cala, si bien al Sur de la casa El Rincón se reducen a unos 4 metros, para desaparecer definitivamente hacia el Oeste.

Los agentes exteriores han puesto al descubierto la fauna existente en ellas. Algunos ejemplares de *Cyathocrinus pentagonus* Godf. han permitido datarlas como del Cobleciense superior o del Eiffeliense, pero la relación estructural existente con el conglomerado anteriormente citado permite considerarlas como del Eiffeliense.

Estas calizas y las pizarras, grauvacas y areniscas subyacentes, no sólo afloran en la zona donde hemos podido estudiarlas con detalle, sino que por el gran accidente tectónico que supone la falla Zufre-Santa Olalla del Cala, vuelven a presentarse al Sur del batolito granítico de Santa Olalla, donde las hemos encontrado de nuevo entre el kilómetro 2 y 3 de la carretera a Almadén de la Plata, y que verticales y con rumbo Nor-

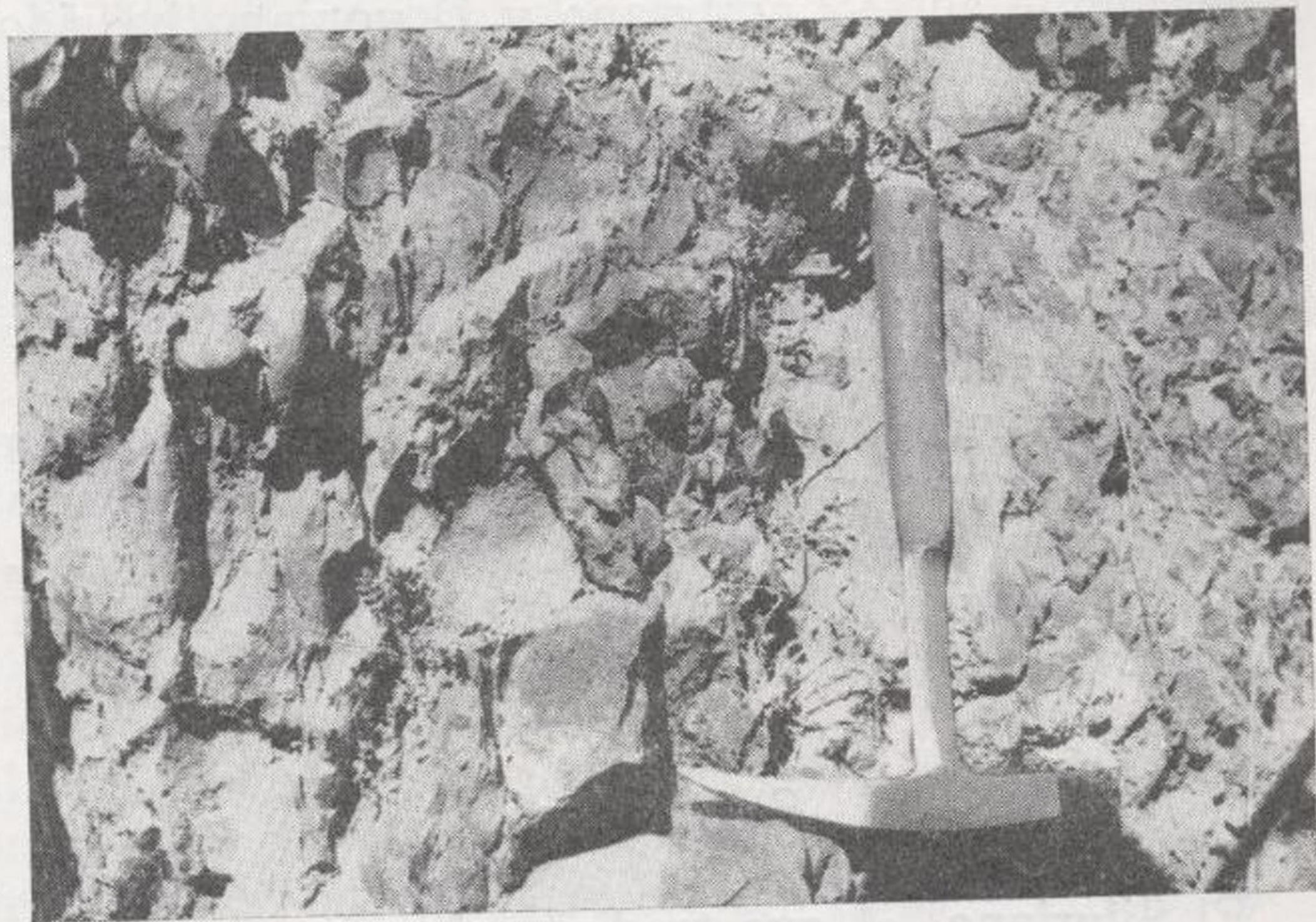


Foto 5.—Devoniano inferior. Conglomerado. Entre los kilómetros 4 y 5 del antiguo ferrocarril de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache.

te 45 ° Este, se introducen en la vecina Hoja, número 919.

En niveles superiores se sitúa un complejo volcánico (volcanitas de la Rivera de Huelva), que hasta nuestros días ha sido considerado como perteneciente al Siluriano inferior. Ha sido imprescindible estudiar la relación existente entre la formación a que pertenecen las calizas y el complejo volcánico para la datación correcta del mismo.

Se trata de un volcanismo básico, espilitico, que ha dado lugar a coladas con grandes variaciones de potencia como es normal en esta clase de fenómenos. Existen manifestaciones en que casi todo el material es piroclástico, como ocurre en Puerto-Moral, y en la parte oriental de la Hoja. Su cartografía se ve facilitada por el distinto tipo de erosión y tono de color, que se aprecia en las fotografías aéreas, respecto a los terrenos colindantes. En el campo, a excepción del material piroclástico que presenta un fuerte apizarramiento, se diferencian claramente las coladas. El material piroclástico se encuentra a menudo muy alterado y es difícil de reconocer; en ocasiones presenta «kink folds».

Las espilitas tienen color verde, pudiendo verse los cristales de piroxenos y feldespatos y, cuando existen, amígdalas de calcita. Al erosionar lo hacen, a veces, en bolos que se reducen paulatinamente al partir en capas concéntricas, como en la carretera de Santa Olalla del Cala a Zufre, pero es difícil reconocer una neta estructura almohadillada; no obstante, consideramos que la efusión lávica tuvo lugar en condiciones submarinas. No presentan, en general, planos de estratificación y muestran en la mayoría de los casos un diaclasamiento más o menos intenso, sin que los planos de pizarrosidad se manifiesten claramente.

Algunas de las muestras tomadas para estudio microscópico están casi totalmente metamorfizadas al Sur de Santa Olalla del Cala, a causa de la intrusión granítica aflorante un poco más al Norte. Dentro de las mismas coladas aparecen, a veces, las rocas graníticas como, por ejemplo, cerca del kilómetro 16 del ferrocarril de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache.

Como ya hemos dicho, es de sumo interés estudiar la relación estructural existente entre la formación con calizas eiffelienses y las espilitas, y para ello es fundamental el conocimiento de la tectónica de la región, es decir, de los tipos y formas de pliegues. Aunque hemos demostrado en un trabajo precedente que este volcanismo básico es posterior a las calizas eiffelienses, repetiremos que puede comprobarse cómo las espilitas yacen en niveles superiores, en el camino de Zufre a Cala, en el barranco del Rombo, hacia el kilómetro 11 del antiguo ferrocarril minero de Cala a

San Juan de Aznalfarache, y en el camino a las Casas del Rincón.

Independientemente, la cartografía muestra una típica estructura anticlinal con repetición de las mismas unidades litológicas a Norte y Sur del conglomerado con el cual se inicia el Eiffeliense.

Asociadas a estas lavas básicas se presenta una formación de pizarras con colores vivos y abigarrados, morado y gris verdoso, intimamente ligadas a dichas volcanitas, y en tramos superiores a ellas. En la base de estas pizarras, cuya facies cambia localmente, se presentan, a veces, grauvacas de colores semejantes a los de aquellas y, otras, areniscas. Puede hablarse, pues, de un complejo volcánico-sedimentario.

Las pizarras presentan una pizarrosidad muy penetrativa y, en algunos casos, puede observarse la existencia de un «strain slip cleavage», que riza la pizarrosidad principal. Tienen aspecto sericítico y sus colores vivos se tornan más suaves hacia Poniente, llegando a ser grises y de color beige amarillento. Buenos lugares para la observación de este complejo son la carretera de Zufre a Santa Olalla del Cala, donde se encuentran muy trituradas y con cuarzo que rellena fracturas, la de Higuera de la Sierra a la Estación de la Junta, desde el kilómetro 6 aproximadamente; la de Puerto-Moral a la Estación de la Junta, la de Concepción hacia Cañaverale de León, en unos 6 kilómetros, y zona del Cortijo Juan de la Nava y La Farrita.

El contacto Norte de este complejo volcánico-sedimentario se realiza con la formación de grauvacas y pizarras arcillosas del Devoniano inferior, mediante una discordancia. Por el Sur yace discordantemente sobre las calizas y lavas básicas del Georgiense.

La potencia total es de unos 260 metros, con coladas de 90 metros de espesor máximo, aproximadamente.

Dado el carácter rápido y corto de un episodio volcánico, hablando geológicamente, consideramos a las volcanitas como pertenecientes al Eiffeliense, en tanto que las pizarras y grauvacas de colores vivos y abigarrados deben considerarse como depositadas durante el Givetiense, aunque no existe evidencia paleontológica por el momento.

Queremos resaltar el interés minero que presenta el volcanismo eiffeliense, pues, además de ser origen de mineralizaciones piríticas ricas en cobre, existen en él intercalaciones o filones de oligisto que pudieran ser indicio de mineralizaciones interesantes.

Es indudable que los terrenos del Devoniano medio penetran en la vecina Hoja número 917 de Aracena, y su volcanismo pudiera corresponder a la «serie de la Corte» de Bard, que dicho autor

considera siluriana a igual que las volcanitas de la Rivera de Huelva, Gonzalo y Tarín indica asomos de diabasas en Los Marines, Fuenteheridos, entre Jabugo y Las Chinas, y al Norte de Cortezal, y de la aldea de Cortezangel.

Salvo los fósiles encontrados por Schneider y nosotros, no existen algunos otros correspondientes al Devoniano inferior y medio de la zona o, al menos, no tenemos conocimiento de ello. En la región de Barrancos (Portugal), continuación de los terrenos alojados entre sedimentos cambrianos de nuestra área, primeramente Delgado y más tarde Pruvost señalaron la existencia de los siguientes fósiles del Devoniano inferior y medio:

Cryphaeus michelini.

Dalmanites sp.

Leptaena sedgwicki, Arch. y Vern.

Strophodonta clausa, Vern.

Chonetes plebeia, Schmur.

Mecalanteris aff. Archiaci, Schmur.

Spirifer aff. *histericus*, Schlot.

Pleurodictyum sp.

Por último, Teixeira, al estudiar la flora de Psilofiteas que contienen esquistos, cuarcitas y grauvacas, en la región de Barrancos, considera como Devoniano inferior o medio terrenos que habían sido considerados como silurianos por Delgado.

c) Devoniano superior

En el Suroeste y Sureste de la Hoja se presenta una formación de areniscas, pizarras grises arcillosas y grauvacas, en la que se intercalan coladas de lavas dacíticas-andesíticas y doleritas, que consideramos perteneciente a los niveles inferiores del Devoniano superior, es decir, del Frasnense. Esporádicamente afloran pequeños lentejones de calizas.

Se inicia este tramo con areniscas y areniscas en tránsito a cuarcitas, de unos 60 metros de espesor, discordantes sobre calizas cambrianas y el Devoniano medio, en las Sierras de la Corbera y del Pan de los Pobres. Estas areniscas aparecen también en el límite Sur de la Hoja, entre Higuera de la Sierra y Zufre, discordantes con el Cambriano. Localmente, llegan a ser verdaderas cuarcitas.

Siguen pizarras grises arcillosas y grauvacas con una facies muy semejante al Devoniano del Sur de la provincia de Huelva que sabemos es, con toda seguridad, anterior al Famenense. En el estudio al microscopio de estas grauvacas, hemos observado la existencia de subgrauvacas con ausencia total de feldespato plagioclasa.

Hacia Levante, zona Sur de Piedra Labrada, las manifestaciones volcánicas se intercalan de manera continua, siendo imposible el marcar coladas, y pudiendo decirse que la deposición de grauvacas y pizarras ha sido simultánea con una actividad volcánica, predominantemente de material piroclástico. La potencia máxima de las intercalaciones volcánicas, en esta zona, es de unos tres metros y dan un terreno deleznable que los labradores de la región llaman «tierra alfajón». Un buen itinerario para el estudio de esta formación es el camino de La Ramona.

Coladas más extensas y delimitadas, susceptibles ya de una cartografía, se presentan en el Suroeste de la Hoja, zona de Monte Sol y Umbria de las Puercas, donde el volcanismo de tipo dacítico se manifiesta claramente. Sin embargo, las manifestaciones volcánicas se inician inmediatamente al Sur de las areniscas y a pocos metros del contacto con el Cambriano metamórfico, pero de forma esporádica.

Dentro de este Devoniano y en la discordancia que supone su contacto con el Cambriano, existen asomos importantes de rocas graníticas.

El intenso plegamiento y los asomos graníticos existentes, hacen difícil la realización de perfiles encaminados a deducir el espesor de la formación. La repetición de las capas por pliegues y fallas, hace que demos una potencia, en la zona de estudio, de unos 350 metros, mucho menor de la que pudiera creerse en principio.

Hasta el momento, no conocemos afloramientos fosilíferos correspondientes al Frasnense, y la confinación a este tramo de la formación anteriormente descrita se ha hecho por consideraciones estructurales, facies y relaciones con los terrenos vecinos y con los del Devoniano de la zona media de la provincia de Huelva, los cuales conocemos.

El Cuaternario

Es evidente la existencia de acarros fluviales imposibles de cartografiar en la mayoría de los casos.

Aparte de las áreas cuaternarias que originan los acarros fluviales, existen zonas donde actualmente se está depositando una toba caliza, como consecuencia de la precipitación de los carbonatos, que llevan en suspensión las aguas de lavado de las calizas cambrianas. Ya Gonzalo y Tarín apuntaba que tal deposición se efectuaba a la entrada de Puerto Moral al evaporarse las aguas de la fuente de La Madroña. Las áreas que han podido cartografiarse, se encuentran en Bembeje y Zufre. En esta última, Gutiérrez y Enrile citan la presencia de impresiones de ho-

jas y *Helix* sp., correspondientes a un Terciario lacustre. Pensamos que pudieran corresponder a niveles más inferiores que los vistos por nosotros, ya que la microfauna encontrada en las muestras recogidas pertenecen al Cuaternario.

Macizos graníticos

Varios asomos graníticos aparecen en el territorio de la Hoja, siendo el más importante el batolito de Santa Olalla, tanto por su extensión como por su conexión con la minería de la región.

Desde el punto de vista geomorfológico, el batolito de Santa Olalla ocupa una depresión siendo, en general, su relieve suave y poco accidentado, encajando en terrenos cambrianos y limitado, al Sur, por la gran falla Zufre-Santa Olalla del Cala, que lo pone en contacto con sedimentos devonianos. Los afloramientos son numerosos y los grandes bloques redondeados dan un aspecto característico a la región, que se encuentra poblada de alcornoques y encinas. Las carreteras y caminos existentes facilitan su estudio.

El batolito está constituido fundamentalmente por granodioritas, dioritas y tonalitas; en las márgenes aparecen esporádicamente las adamelitas. Enclaves de calizas, «skarns», cornubianitas y piroxenitas aparecen en el cerro de Las Baterías, La Fraila, loma Los Tornos, etc., pero no todos han podido ser cartografiados. En las márgenes se presentan filones de cuarzo, algunos de los cuales es origen de mineralizaciones como ocurre en La Sultana, antigua mina de calcopirita con ganga cuarzosa aurífera.

El metamorfismo producido en los terrenos encajantes es, en algunos casos, muy acusado. En ciertos parajes, como en Las Arenillas, al norte de las Minas de Teuler, algunos minerales de metamorfismo de contacto, han sido resaltados por la erosión, típicas agujas de escapolita, en su variedad de mejonita, aparecen distribuidas en abanico dentro de la masa rocosa.

Dentro del batolito existen una serie de fracturas, de las que hemos cartografiado las más sobresalientes.

En conexión con el mismo aparecen apófisis graníticas, incluso en terrenos devonianos, que no han podido cartografiarse por su pequeña extensión. La de mayor interés es la que aflora inmediatamente al norte de Minas de Cala, en sedimentos cambrianos a los que metamorfiza.

De excepcional importancia es la relación genética existente entre las magnetitas de la región y las rocas graníticas intermedias del batolito de Santa Olalla. Las dos grandes minas

de la Hoja, Cala y Teuler, se encuentran en relación con rocas graníticas intermedias y calizas; en ambas se encuentran rocas y minerales típicos de metamorfismo de contacto. En la primera, granates, epidota, anfíboles, «skarns», etcétera, mientras que en la segunda predominan las escapolitas, en su variedad de mejonita, el crisotilo, etc.

La mina de Teuler es una verdadera masa de magnetita enclavada dentro de rocas graníticas y con un caballo o enclave de caliza cristalina, que evidentemente no ha sido digerido. Parece estar fuera de dudas una génesis en relación con la intrusión granítica.

No existe uniformidad de criterio en cuanto al origen de las magnetitas de Cala; el mineral no aparece siempre en contacto con las rocas graníticas, sino con «skarns», piroxenitas, pizarras metamórficas, etc. El presentarse la mineralización, según capas bien definidas de un mayor enriquecimiento, que son seguidas por el minero, si bien el estéril tiene también mineral, aunque en menor cantidad, y el que estas capas de mayor enriquecimiento se adapten a los pliegues e inflexiones de las calizas o «skarns», han hecho pensar en un posible origen sedimentario enmascarado por la posterior intrusión granítica, e incluso nosotros mismos estuvimos inclinados a ello en un principio. Sin embargo, los estudios realizados permiten considerar estos yacimientos como epigenéticos; en una publicación anterior señalábamos la íntima relación entre calizas y rocas graníticas intermedias con el mineral; ahora ratificamos nuevamente tal idea y puntualizamos que, concretamente en nuestra zona de trabajo, las rocas graníticas intermedias pertenecen a un batolito post-tectónico, lo cual puede explicar que las capas de mineral, seguidas por el minero, se adapten a los pliegues e inflexiones de calizas o «skarns», si la sustitución metasomática ha sido selectiva dentro del conjunto calizo.

Como en todo criadero, existen hechos a favor y en contra de cualquier teoría genética, pues la superposición de fenómenos se viene comprobando como regla general para todos los yacimientos del mundo. A nuestro juicio, no es posible decidir la naturaleza de un criadero sin un estudio general, que englobe todos los de la misma especie, ubicados en una determinada región, para saber su situación estratigráfica y si su origen responde a una misma génesis. Aunque tal estudio no ha sido realizado, sí hemos recorrido gran número de minas de magnetita, estudiando algunas de ellas, pudiendo asegurar que todas están en relación con las mismas rocas y dentro del Cambriano, a pesar de estar tan distantes como, por ejemplo, las de Cala y la

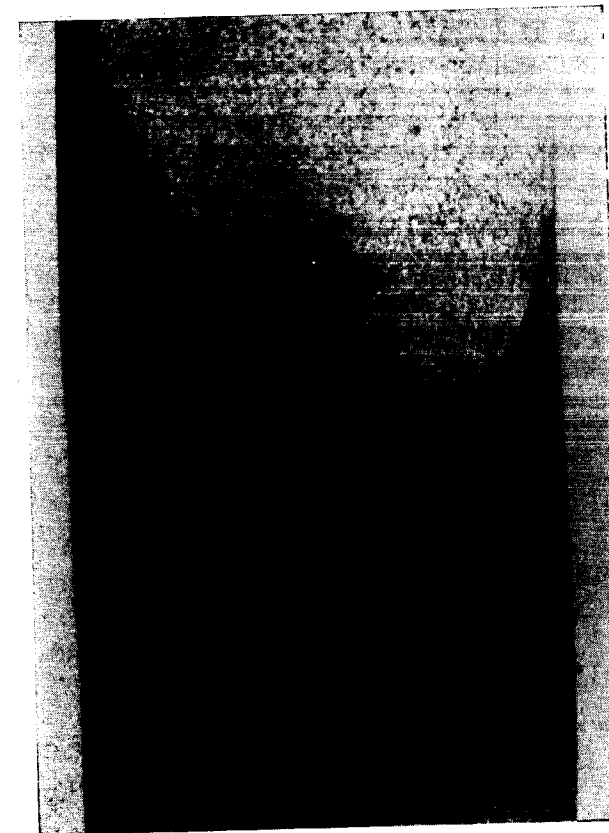


Foto 6.—Testigo del sondeo C-1 a 316 metros de profundidad. El contacto entre mineral y roca encajante se presenta en forma de fajas.

mina «Tere» (Cortijo de Albalá), que se encuentra a unos 13 kilómetros al SO. de Badajoz.

En algunos yacimientos, como los de la Sierra del Pedroso, la relación mineral, rocas graníticas intermedias y calizas no es clara, ya que los afloramientos de magnetitas y hematites se encuentran entre pizarras, y las rocas citadas no aparecen en principio. Los trabajos antiguos a cielo abierto son cortas, casi verticales, alargadas en la dirección de la corrida y hasta de 12 metros de anchura, abiertas en pizarras silíceas que alternan con lechos de cuarcitas; ello ha hecho que se postulara un origen filoniano, e incluso sedimentario para algunos de estos criaderos, considerándolos totalmente distintos a los de San Manuel y Navalázaro, situados al S. del Pedroso. Sin embargo, hemos estudiado dicha zona, y además de las rocas graníticas intermedias que afloran a uno y otro lado de la Sierra, existen largas corridas de calizas en las concesiones «San Julián», «Providencia», «Londres», etc., en cuyos bordes o márgenes se sitúan la mayoría de las antiguas explotaciones y registros de he-

matites y magnetita en una clara manifestación de su relación con ellas. Incluso en las zonas donde las calizas y dolomías no afloran claramente, bien por ser escasas, bien por encontrarse en profundidad, las hemos reconocido; así, por ejemplo, unos metros al SE. de la casa de Juan Teniente, en unos afloramientos de hematites y magnetitas; en varios asomos de La Lima; al S. de la concesión «Londres» en contacto con una apófisis granítica, etc. Es evidente que existen cortas donde es materialmente imposible ver la relación que venimos propugnando o signos que pudieran hacerla sospechar, pero el hecho confirmado por todos los sondeos realizados de que las hematites pasan a magnetitas en profundidad, junto con «skarns» y rocas de metamorfismo de contacto avalan nuestra hipótesis genética sobre los yacimientos del Suroeste. A juicio nuestro, las hematites son secundarias procedentes de las magnetitas, que se han depositado en planos favorables como los de fractura y pizarrosidad, casi verticales. No obstante, creemos necesario, en la Sierra del Pedroso, un estudio más a fondo, pues



Foto 7.—Testigo del sondeo C-1 a 245.43 metros de profundidad. La relación entre mineral y roca encajante no parece indicar una deposición sinéctica en este ejemplo.



Foto 6.—Testigo del sondeo C-1 a 316 metros de profundidad. El contacto entre mineral y roca encajante se presenta en forma de fajas.



Foto 7.—Testigo del sondeo C-1 a 245,43 metros de profundidad. La relación entre mineral y roca encajante no parece indicar una deposición singenética en este ejemplo.

existen complicaciones como la existencia también de pirita, probablemente singenética, relacionada con niveles piroclásticos del Georgiense, cuyo hierro quizá enriquezca el magma granítico herciniano.

Por otra parte, el estudio metalogénico de las magnetitas de Cala, realizado por Febrel, demuestra que el mineral se depositó en un medio sólido y considera una génesis epigenética para el mismo.

También la presencia de molibdeno, mineral fundamentalmente de «skarns» en Cala, yacimientos de la Sierra del Cordel, etc, es significativa.

Somos partidarios de una génesis epigenética para los yacimientos de magnetitas del Suroeste, aparte de otros hechos que lo avalan, por la persistente presencia de rocas graníticas en todo criadero. Si se admite para Cala una génesis sedimentaria posteriormente enmascarada, hay que hacerlo para ella en particular y desligándola de las restantes minas de la región, ya que de otra

manera no puede admitirse que la posterior intrusión granítica colocara apósisis o enclaves, precisamente donde hubiera yacimientos sedimentarios de magnetita. En nuestra opinión, no pueden considerarse por separado los distintos criaderos de la región, ya que todos, dentro de las lógicas características locales, presentan análogas relaciones genéticas, sólo el del Cerro del Hierro, en San Nicolás del Puerto, se aparta de las mismas. Independientemente creemos haber dado suficientes razones para considerar el yacimiento de Cala como epigenético. En consecuencia, toda investigación de magnetitas en el Suroeste de la Península debe, a nuestro juicio, dirigirse en el sentido apuntado.

El desmuestre y estudio al microscopio de los sondeos realizados recientemente en minas de Cala por el Instituto Geológico y Minero de España son también muy ilustrativos al respecto; de ellos ofrecemos el estudio realizado del sondeo C-16.

SONDEO C-16 REALIZADO POR EL I. G. M. E. EN MINAS DE CALA

Inclinación 38° — Diciembre 1966

Profundidad (en metros)	Litología	Análisis químico				Petrografía
		Fe.	S.	Ri.	Cu.	
0 — 28,10	Greisen.					Cuarzo, sericita de la alteración de plagioclasas, carbonatos, clorita, opacos y óxidos de hierro
28,10 — 42,80	Greisen con intercalaciones de granodioritas.					Cuarzo alotriomorfo, plagioclasa del tipo oligoclasa, ortosa, biotita, clorita y carbonatos; apatito, circón y opacos.
42,80 — 56,50	Greisen y granodiorita.					Idem.
56,50 — 59,40	Granodiorita en paso a «Skarn» junto con pirita.					Carbonatos invadiendo la roca, plagioclasa en su totalidad alterada y sericitizada, cuarzo alotriomorfo clorita en gran cantidad y opacos que empiezan a abundar; accesoriamente, apatito.
59,40 — 79,45	«Skarn» con magnetita y pirita.	42,02	1,325	27,12	0,00	Opacos con textura poiquiloblástica e inclusiones de anfíbol. Anfíbol con índices de refracción $n_x = 1,621$ a $1,623$, $n_\beta = 1,636$ a $1,638$; $n_\gamma = 1,644$ a $1,645$, y con $2V = -75^\circ$ y $ZAC = 20^\circ$. Epidota y carbonatos, en vetas; clorita fibrosa, sericita, cuarzo y apatito.
79,45 — 85,50	«Skarn» con magnetita, pirita y calcopirita.					Roca silicatada, calco-férrica, metasomática, pneumatolítica de contacto del tipo de los «skarns».
85,50 — 87,00	«Skarn» con magnetita y pirita.					Idem.
87,00 — 88,45	«Skarn» con pirita.					Anfíbol fibroso del mismo tipo que los anteriores. Abundante epidota, carbonatos, cuarzo, apatito y opacos «Skarn».
88,45 — 90,50	«Skarn».					Idem.

Profundidad (en metros)	Litología	Análisis químico				Petrografía
		Fe.	S.	Ri.	Cu.	
90,50 — 96,45	«Skarn» con magnetita.	47,31	0,556	23,60	0,053	Cuarzo, anfíbol, carbonatos, material clorítico y opacos «Skarn».
96,45 — 97,00	«Skarn».					«Skarn».
97,00 — 97,45	«Skarn» con magnetita.					
97,45 — 104,80	«Skarn».					
104,80 — 111,00	«Skarn» con magnetita, pirita y calcopirita.	45,99	2,024	29,09	0,035	
111,00 — 119,00	«Skarn» con magnetita y pirita.					Opacos abundantísimos con textura poiquiloblástica, vetas de carbonatos, anfíbol del mismo tipo que en rocas anteriores y material sericitico-cloritoso «Skarn».
119,00 — 122,00	«Skarn» con granates y poca magnetita.					Opacos con textura poiquiloblástica, granate en secciones isotropas y anisotropas, cuarzo y carbonatos incluidos en el granate, anfíbol que proviene de piroxeno, epidota y material sericitico-cloritoso.
122,00 — 124,50	«Skarn» con granates y pirita.					Carbonatos, cuarzo, anfíbol, opacos, sericita, clorita, esfena y plagioclasa totalmente sericitizada. Roca metasomática pneumatolítica de contacto, tipo «Skarn».
124,50 — 126,00	«Skarn» con granates y epidota.					
126,00 — 130,00	«Skarn» verde.					Anfíbol análogo a los anteriores, carbonatos, abundante epidota, cuarzo, esfena y opacos.
130,00 — 131,00	«Skarn» con granates.					
131,00 — 145,00	«Skarn» verde.					Anfíbol con forma fibroradiada y del mismo tipo que en casos anteriores, gran cantidad de epidota, carbonatos, sericita, esfena, clorita y algo de apatito.
145,00 — 179,00	«Skarn» granatífero.					Granate anisótropo en granos de gran tamaño, piroxeno y anfíbol incluido dentro del granate, carbonatos que están siendo digeridos por el granate. Opacos. Metasomatismo de contacto muy intenso.
179,00 — 179,50	Magnetita.					Idem.
179,50 — 190,60	«Skarn» granatífero.					
190,60 — 194,60	«Skarn» con estrechas intercalaciones de magnetita.					Anfíbol muy fibroso análogo a los anteriores, opacos con textura poiquiloblástica típica en estas rocas, piroxeno en alteración, epidota, esfena y cuarzo alotriomorfo.
194,60 — 197,60	«Skarn» con granates.					
197,60 — 197,88	Magnetita.	27,23	0,699	43,10	0,100	
197,88 — 221,30	«Skarn» con granates.					
221,30 — 222,20	Caliza y dolomía.					
222,20 — 225,05	«Skarn» con granates.					
225,05 — 226,50	Magnetita.	34,11	0,935	34,14	0,101	
226,50 — 234,15	«Skarn».					Opacos, carbonatos, cuarzo, anfíbol, sericita, clorita, esfena y plagioclasa en su mayor parte sericitizada.

Sobre la puesta «in situ» del batolito de Santa Olalla, es indudable que tuvo lugar tras la tectónica herciniana a igual que los asomos graníticos aflorantes a N. y S. del citado batolito, y de los que sólo cabe decir que están constituidos fundamentalmente por adamellitas y granodioritas.

En la parte Suroeste de la Hoja aflora una faja granítica, constituida por granodioritas y pegmatitas con idéntica dirección regional que las series sedimentarias en que encaja. Se trata posiblemente de una granitización sintectónica. Desde Higuera de la Sierra hacia el Este, las rocas son fundamentalmente pegmatitas, que adoptan una neta dirección Este-Oeste.

Por último, en el paraje Las Cortecillas afloran dioritas, adamellitas y pegmatitas gráficas.

T E C T Ó N I C A

El rasgo estructural más acusado es una fuerte pizarrosidad o «slaty cleavage», que en algunos casos enmascara y borra la estratificación.

Los planos de estratificación se reconocen claramente en los bancos de cuarcitas, areniscas y grauvacas, en intercalaciones de rocas rígidas con otras plásticas y en el fino fajeado que en ocasio-

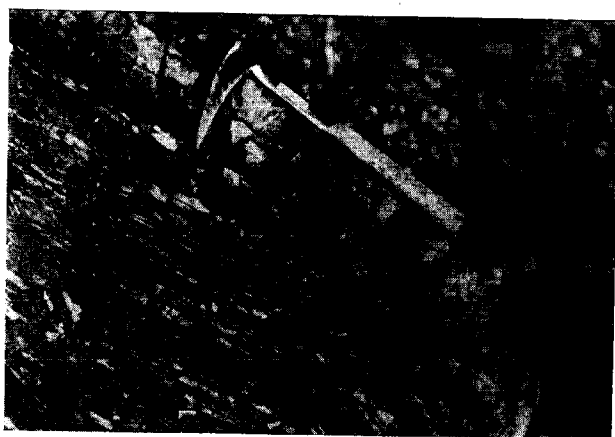


Foto 8.—Cambriano. Martillo paralelo a S_1 . Kilómetro 1,900 del camino vecinal de Cala al de la Estación de la Junta por Puerto Moral.

nes se aprecia al partir las pizarras; en otros casos, la acción de los agentes externos pone al descubierto lechos de distinta composición dentro de la uniformidad de la roca fresca o inalterada.

A veces, estratificación y pizarrosidad coinciden o son sensiblemente paralelas, y es fundamental una cuidadosa diferenciación de ambos

planos para resolver la estructura geológica o para decidir sobre la posición normal o invertida de las ramas de pliegues. En una región donde lo más frecuente es encontrar ramas de pliegues buzando generalmente al Norte o Noreste, con una pizarrosidad y fallas longitudinales que buzando en este mismo sentido y son o no paralelas a planos de pizarrosidad, es difícil determinar la naturaleza normal o tectónica de los contactos, a menos que aparezca, sin lugar a dudas, la relación entre estratificación y pizarrosidad. Por el contrario, si el contacto buza al Sur o Suroeste, es lógico considerarlo como normal, aunque no sea visible la relación anteriormente citada. Queremos llamar la atención sobre un hecho que, en caso de pasar desapercibido, puede originar errores en la interpretación de estructuras. Los contactos que buzando al Sur o Suroeste entre dos formaciones, han de ser cuidadosamente estudiados pues, bien por fallas, bien a causa de apretados pliegues, a unos metros del mismo, las formaciones buzando ya monótonamente al Norte o Noreste, como ocurre con las volcanitas de la Rivera de Huelva, en el camino a la Casa del Rincón y en algunas discordancias, lo cual puede inducir a error como decimos. Es arriesgado y nada seguro el decidir hacia dónde buza un contacto, basándose sólo en cómo lo hacen las formaciones a unas metros del mismo.

En algunos afloramientos cambrianos, como en los del arroyo del Charco del Agua, los del camino vecinal de Cala al de la Estación de la Junta por Puerto Moral y otros, se observa la presencia de dos planos de pizarrosidad, que con el de estratificación producen una fractura acicular («pencil cleavage») de la pizarra arcillosa. Los dos planos de pizarrosidad corresponden, como veremos, a dos movimientos de ejes ortogonales y los denominamos S_2 y S_3 . También en sedimentos devonianos hemos comprobado la existencia de estos planos y de otros, S_4 , posterior a ellos, con rumbo semejante al de S_2 , que es plano axial de «kink folds» y pliegues en V.

Los pliegues mesoscópicos congruentes, observados en afloramientos de campo, son:

- a) Pliegues cilíndricos.
- b) » volcados.
- c) » fallados.

En los pliegues volcados una rama buza suavemente al Norte o Noreste y la otra está empinada, y es en ella donde la estratificación buza más que la pizarrosidad. La vergencia es al Sur o al Suroeste. La pizarrosidad de estos pliegues es subvertical y generalmente buza al Norte o Noreste.

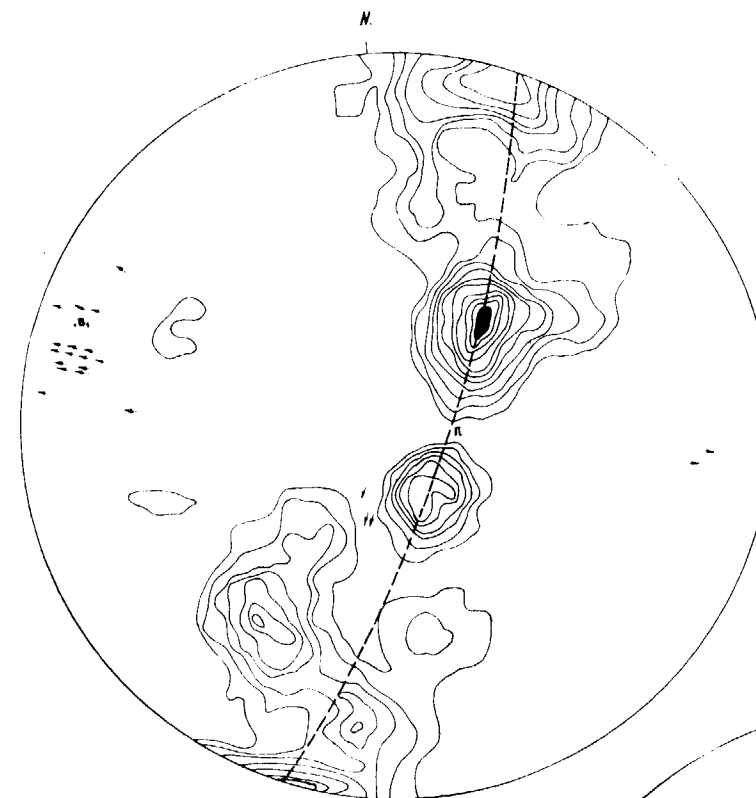


Diagrama 1.—Proyección de áreas iguales. Hemisferio inferior. 200 polos a S_1 , 19 alineaciones L_1 y 3 alineaciones L_2 , en la zona de Cala. Curvas de 1, 2, 3, 4, ..., 11 %.

La cartografía de la Hoja pone de manifiesto una orientación general de las unidades Noroeste-Sureste, junto con otra claramente Este-Oeste. Dicha disposición permite ver muchas veces la dirección de empuje sufrido por unidades, pero para el estudio completo de los movimientos existentes en la región es necesario la realización de diagramas estructurales que evidencien los movimientos enmascarados por una tectónica predominante. Tal sucede en nuestra zona de estudio, donde un movimiento de eje subvertical no queda reflejado por la cartografía.

Los diagramas 1 y 2 corresponden a áreas cambrianas; en el primero hemos proyectado 200 polos a planos de estratificación, cuya orientación tomamos en los recorridos por la zona de Cala, y dibujado las curvas de contorno; el dia-

grama 2 corresponde al, denominado por Schneider, sinclinal de Herrería. De ellos se deduce que la tectónica de la región no se aleja sensiblemente de la de pliegues cilíndricos. La orientación de las alineaciones L_1 (intersección de la estratificación S_1 con la pizarrosidad S_2 , medida en este último plano) y la disposición de los polos a lo largo de un círculo máximo π (aunque exista dispersión de polos), ponen de manifiesto la existencia de un movimiento de eje B_1 subhorizontal y de dirección Oeste Noroeste-Este Sureste.

La dispersión de polos, especialmente de los que corresponden a estratos con fuerte buzamiento, que se desvían del círculo máximo de polo B_1 adaptándose al círculo má-

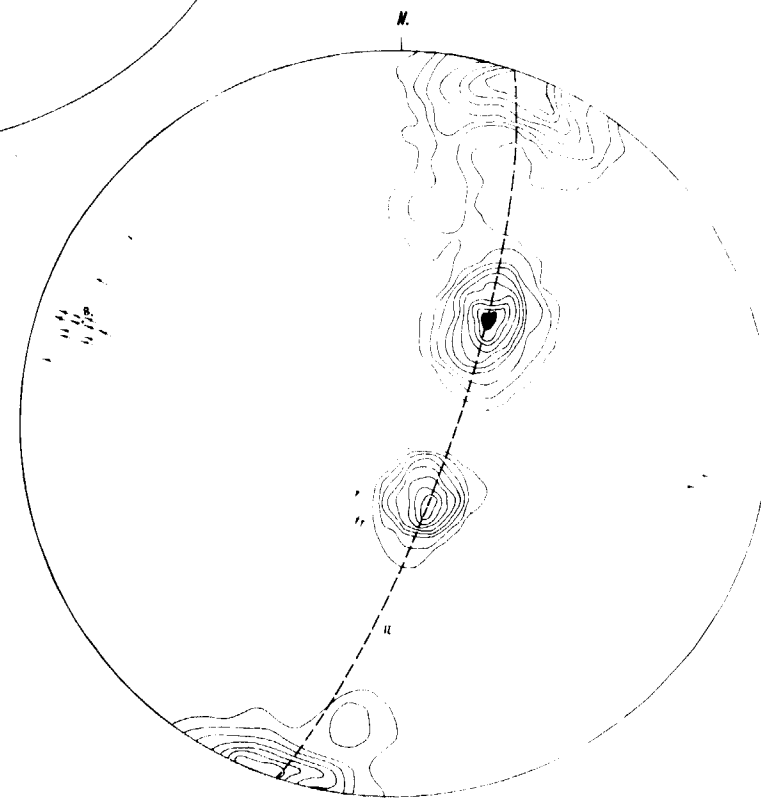


Diagrama 2.—Proyección de áreas iguales. Hemisferio inferior. 100 polos a S_1 , 16 alineaciones L_1 y tres alineaciones L_2 en el sinclinal de Herrería. Curvas de 2, 4, 6, ..., 20 %.



Foto 8.—Cambriano. Martillo paralelo a S_1 . Kilómetro 1,900 del camino vecinal de Cala al de la Estación de la Junta por Puerto Moral.

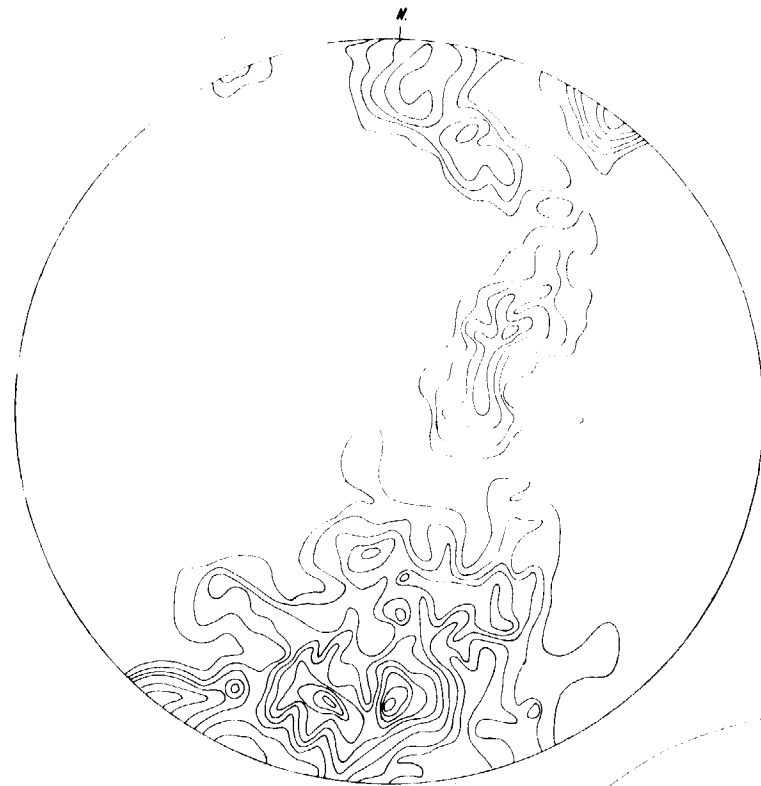


Diagrama 3.—Proyección de áreas iguales. Hemisferio inferior. 97 polos a S_1 , entre los kilómetros 10 y 12 de la carretera de Zufre a Santa Olalla. Curvas de 1, 2, 3, ..., 9 %.

mixo de referencia, coincidente con el plano del dibujo, la existencia de alineaciones L_2 (intersecciones de S_1 con S_3 , medida en el plano S_3), aunque sean pocas, y la presencia de la pizarrosidad S_3 , cuyo rumbo aproximado es $N 10^\circ-20^\circ E$, son pruebas de la presencia de un nuevo movimiento de eje B_2 subvertical y ortogonal a B_1 . Por otra parte, la existencia de pliegues de plano axial S_3 lo ratifica plenamente; estos pliegues pueden verse en las calizas de la Sierra de los Castillejos, entre el kilómetro 2 y el kilómetro 3 del camino vecinal de Cala al de la Estación de la Junta por Puerto Moral; también en foto aérea, donde las corridas de calizas se marcan perfectamente, puede observarse cómo se curvan apartándose de su rumbo Noroeste-Sureste. Estamos, pues, en presencia de una tectónica

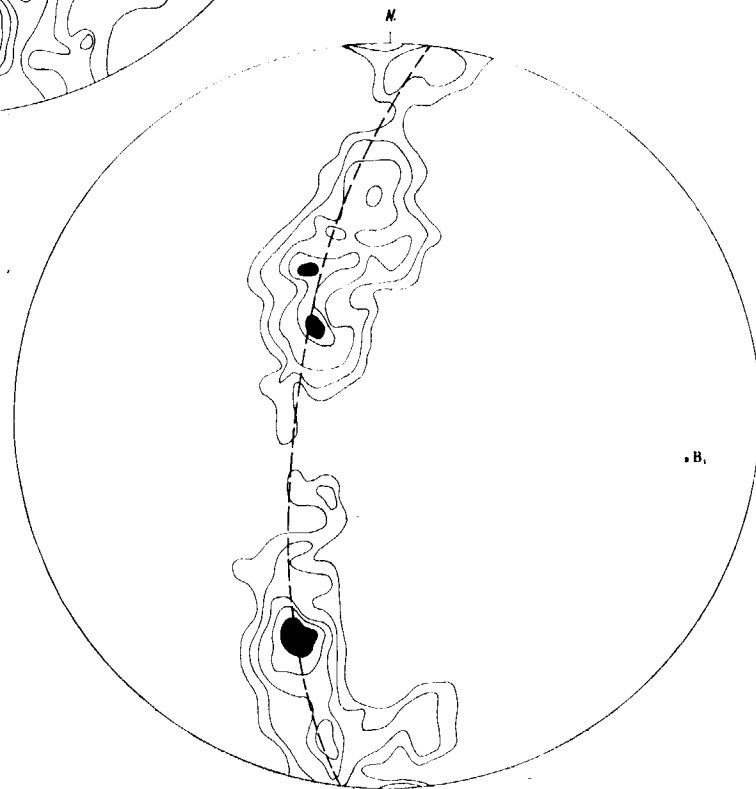


Diagrama 4.—Proyección de áreas iguales. Hemisferio inferior. 83 polos a S_1 , entre los kilómetros 413 y 415 de la carretera general Gijón Sevilla. Curvas de 2, 4, 6, ..., 10 %.

de ejes cruzados, disponiéndose las unidades conforme al plegamiento de eje subhorizontal y no reconociéndose en el plano los pliegues que corresponden al movimiento de eje subvertical.

Las inflexiones que sufren las unidades litológicas al separarse de la clásica dirección hercínica, en áreas próximas a nuestra zona de estudio, han sido atribuidas a la presencia de un basamento cercano, pero creemos que se deben fundamentalmente a la existencia de este eje subvertical.

Los diagramas 3 y 4 corresponden a zonas devonianas; el primero indica la existencia de una tectónica complicada, que se aleja de la de pliegues cilíndricos, pero la presencia de la falla Zufre-Santa Olalla del



Foto 9.—Devoniano medio. Pliegue en V en piroclástico básico, entre los kilómetros 15 y 16 del antiguo ferrocarril minero de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache.

evidenciada por la disposición de las unidades cartografiadas en la zona Este de la Hoja. La dirección de este eje coincide con el B_1 encontrado en los sedimentos cambrianos, con la particularidad

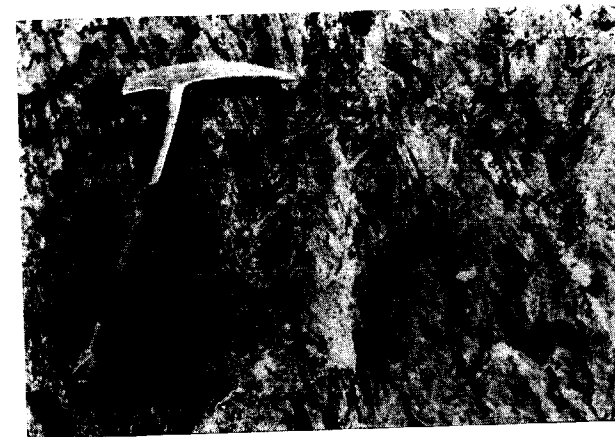


Foto 10.—Devoniano medio. «Kink folds» en las pizarras violáceas o moradas, entre los kilómetros 20 y 21 de la carretera comarcal de Zufre a Santa Olalla del Cala.

de que en un caso buza hacia el Oeste y en otro hacia el Este; esta particularidad y la ligera dispersión que presentan los polos a planos de estratificación, sobre todo los que buzan al Norte, en



Foto 11.—Devoniano medio. «Kink folds» en pizarras violáceas, cerca de la confluencia del arroyo de Las Casetillas con la carretera de Cañaverál de León a Cortecconcepción.

el diagrama 4 son los únicos signos por los que se manifiesta el eje subvertical B_2 en esta zona.

Además de los planos S_2 y S_3 , existen en las formaciones de la Hoja de Santa Olalla del Cala, sobre todo en las devonianas, otro plano S_4 , que es el plano axial de una estructura secundaria, que se manifiesta por rizos y ondulaciones de la pizarrosidad S_2 .



Foto 12.—Devoniano superior. Ondulaciones de la pizarrosidad S_2 por los planos S_4 . Kilómetro 413.3 de la carretera general de Gijón a Sevilla.

El plano S_4 es generalmente subvertical y no tan penetrativo como S_2 y evidentemente posterior a él, ya que lo pliega y desplaza. Esto puede comprobarse en lámina delgada y constituye un verdadero «strain slip cleavage». Es evidente que la forma de presentarse varía con el carácter de

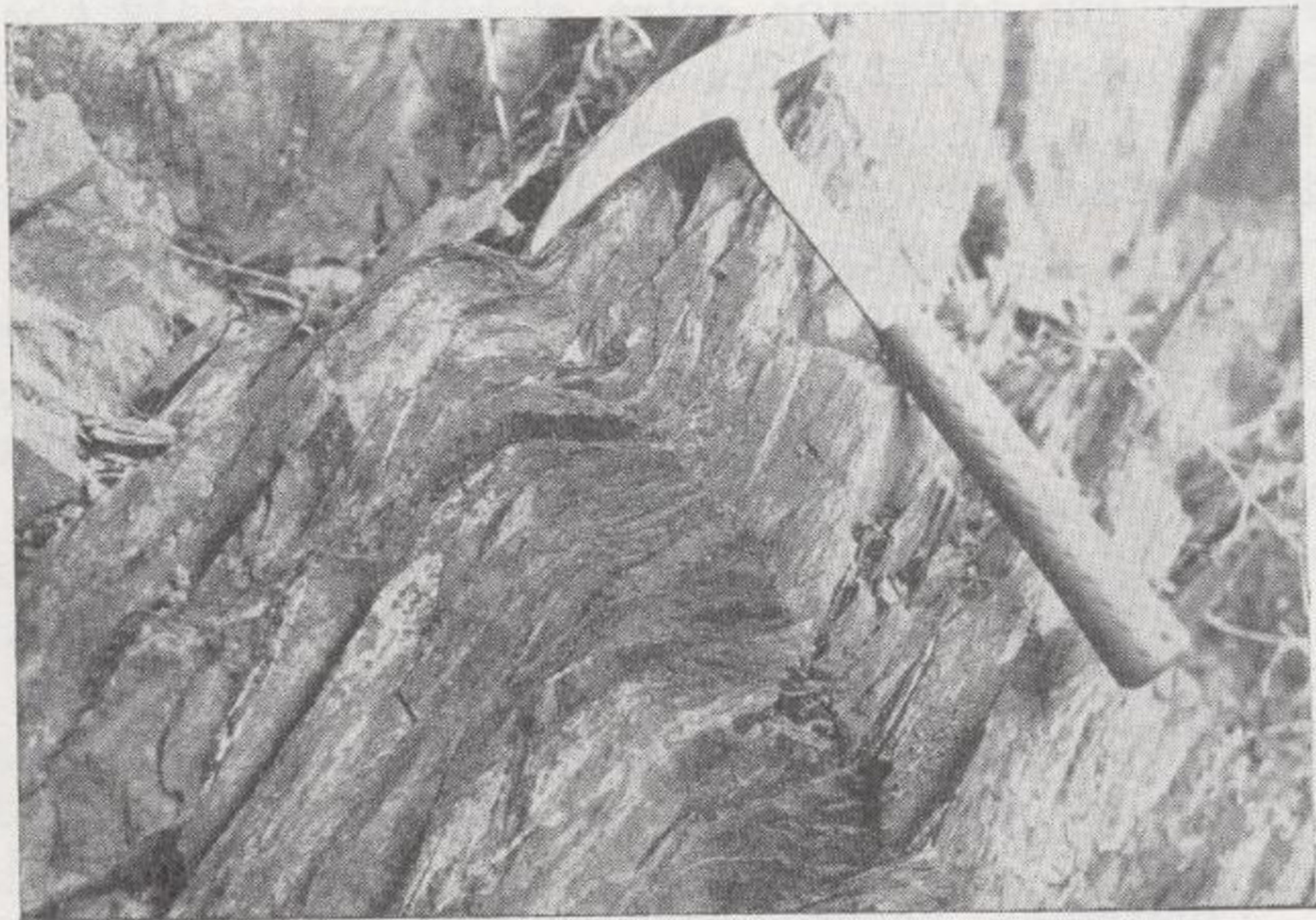


Foto 9.—Devoniano medio. Pliegue en V en piroclástico básico, entre los kilómetros 15 y 16 del antiguo ferrocarril minero de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache.

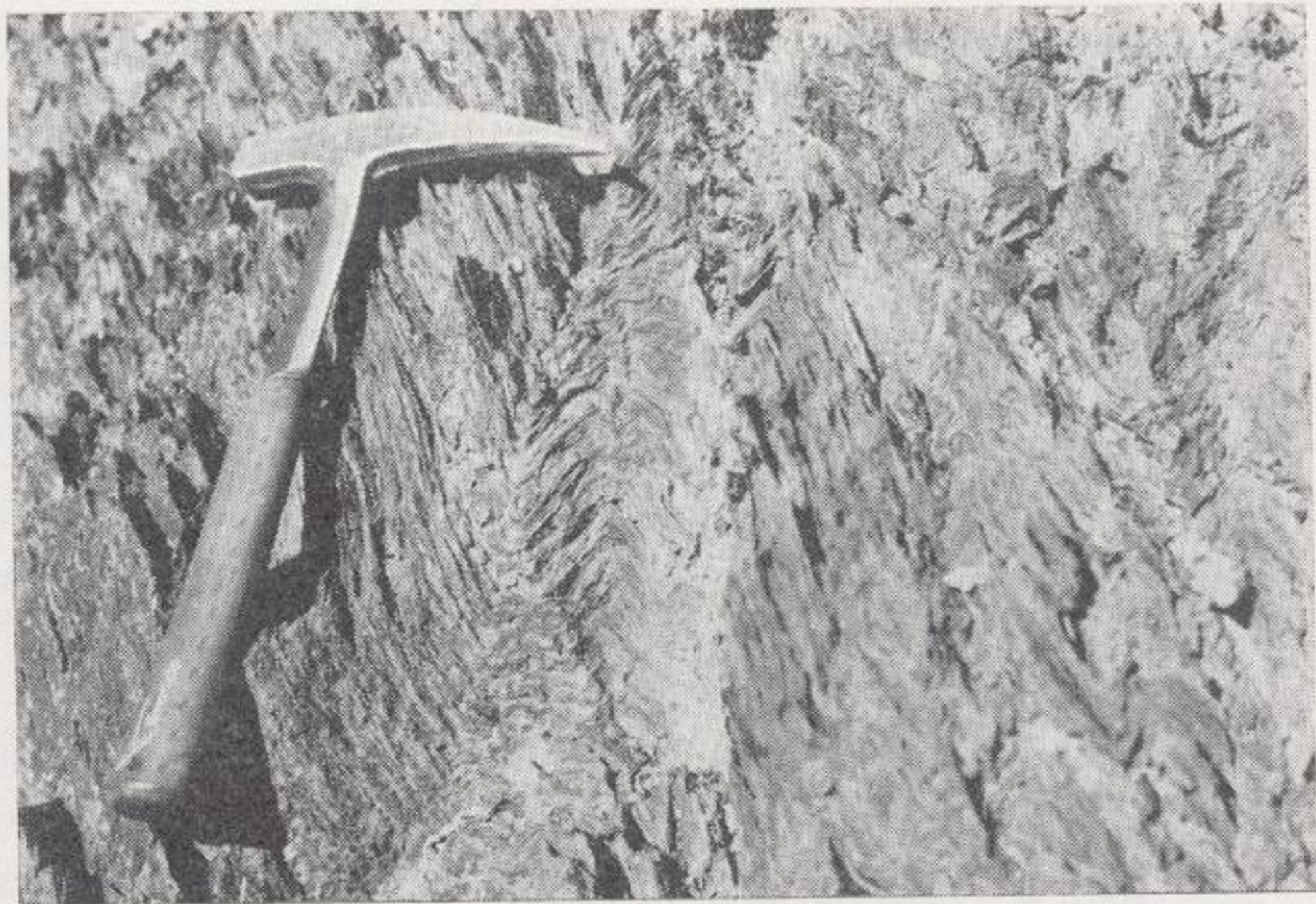


Foto 10.—Devoniano medio. «Kink folds» en las pizarras violáceas o moradas, entre los kilómetros 20 y 21 de la carretera comarcal de Zufre a Santa Olalla del Cala.

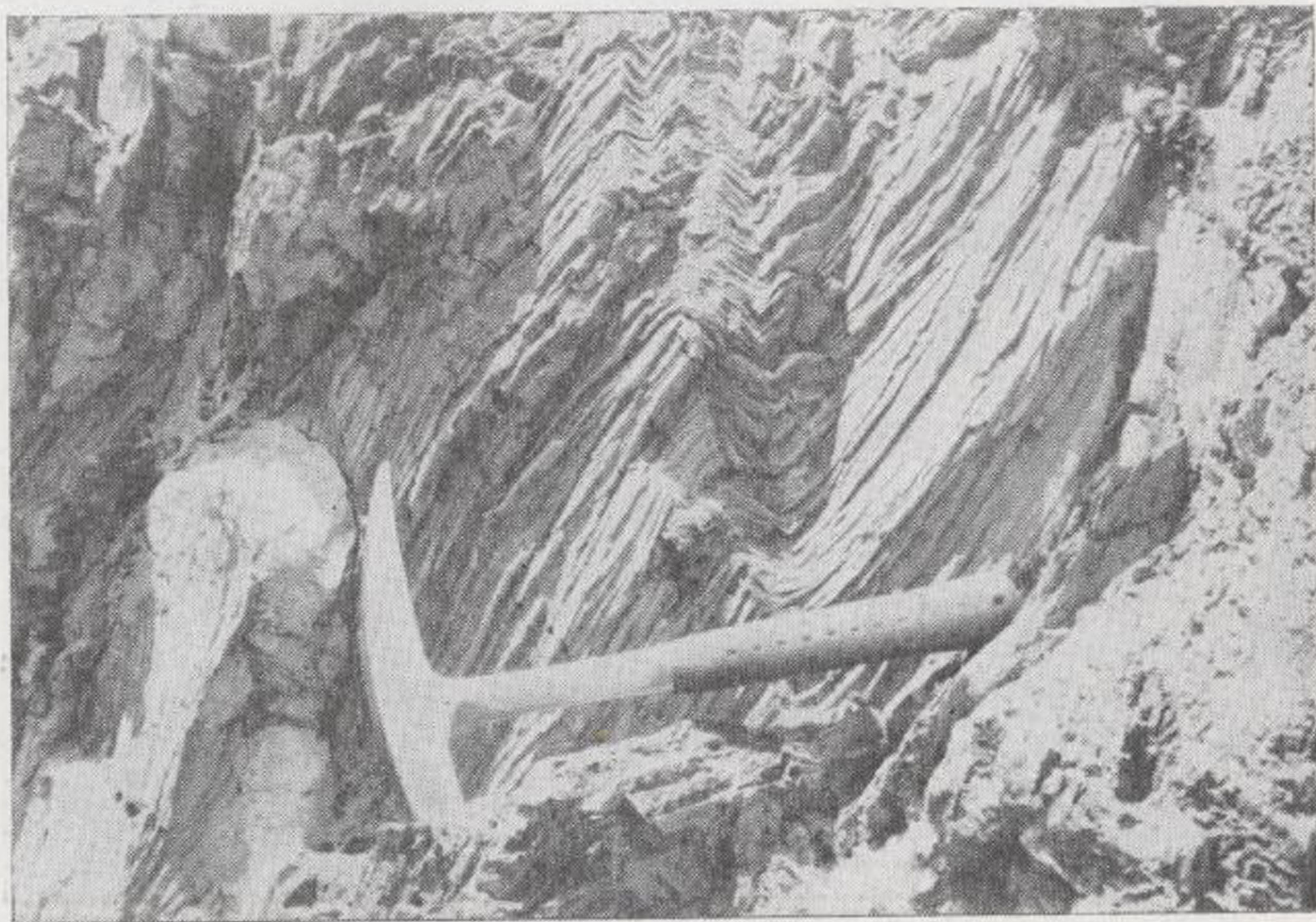


Foto 11.—Devoniano medio. «Kink folds» en pizarras violáceas, cerca de la confluencia del arroyo de Las Casetillas con la carretera de Cañaverale de León a Cortecconcepción.

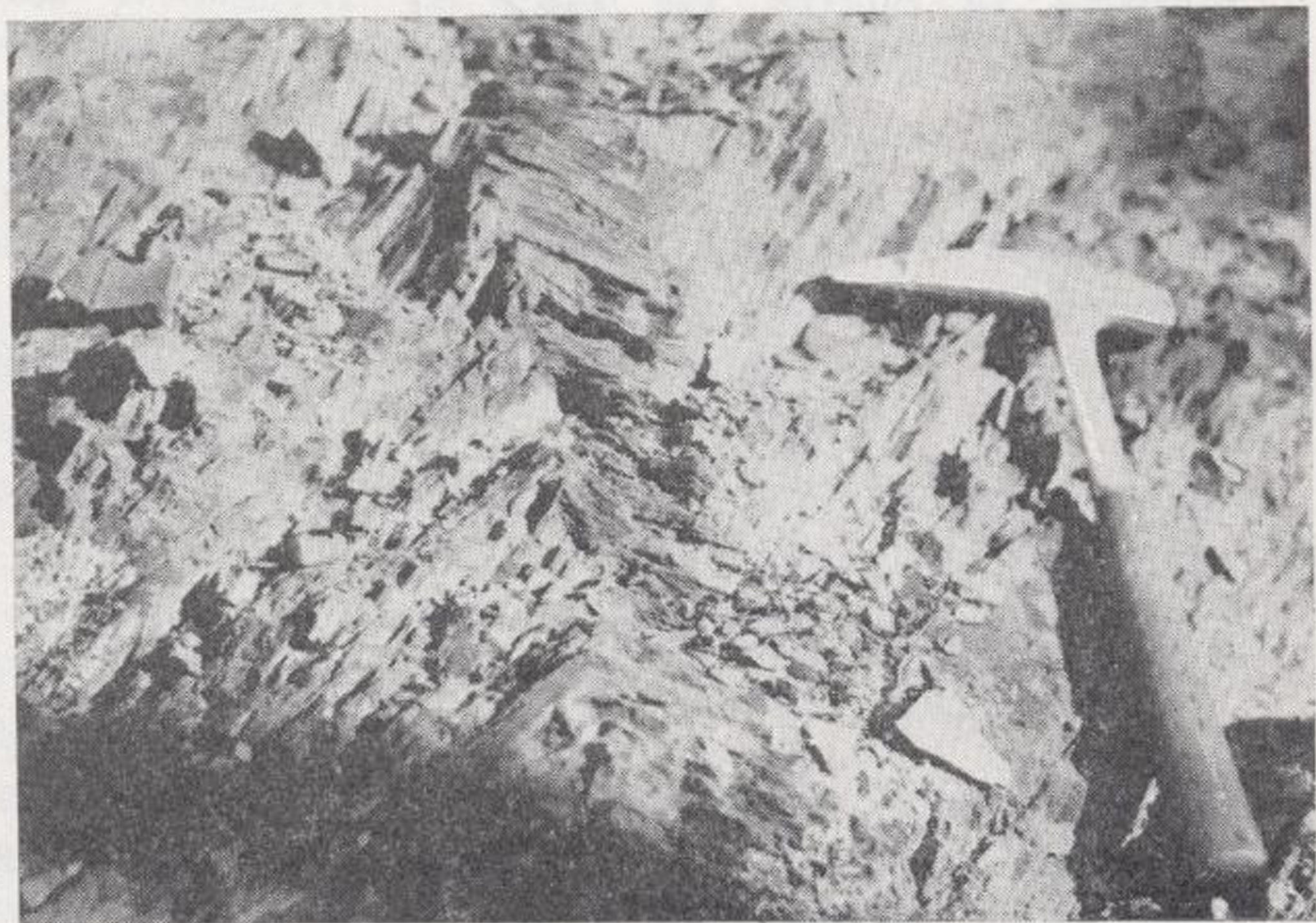


Foto 12.—Devoniano superior. Ondulaciones de la pizarrosidad S_2 por los planos S_4 . Kilómetro 413,3 de la carretera general de Gijón a Sevilla.



Foto 13.—Devoniano superior. Pliegues de los denominados «similares» con atenuación en ramas y ensanchamiento en charnela. Kilómetro 11 de la carretera comarcal de Zufre a Santa Olalla del Cala.

las rocas; en pizarras sericíticas presenta un gran desarrollo y se manifiesta por apretados rizos y ondulaciones, y en las formaciones constituidas

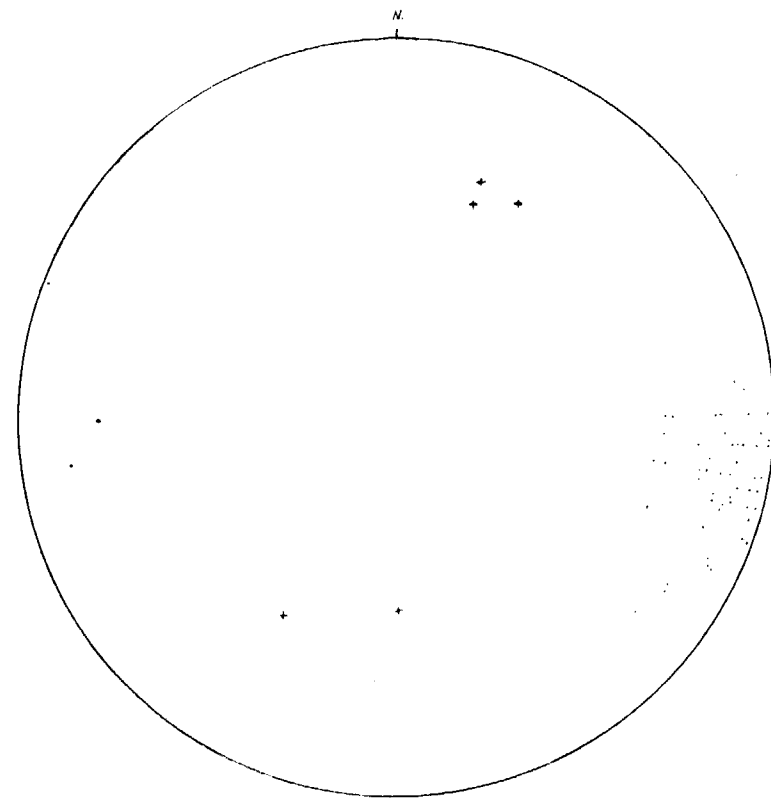


Diagrama 5.—Proyección de áreas iguales. Hemisferio inferior. 53 alineaciones L_3 (•), entre los kilómetros 413,4 y 414,3 de la carretera general Gijón-Sevilla.

por alternancias de pizarras y grauvacas origina buenos pliegues de los denominados «similares» con atenuación en ramas y ensanchamiento en charnela.

Al diagrama 5 hemos llevado 53 alineaciones L_3 (intersección de S_2 y S_4 , medida en este último plano), que tomamos entre el kilómetro 413,4 y el kilómetro 414,3 de la carretera general Gijón-Sevilla. Podemos observar una concentración de alineaciones que buzaban hacia el Este y cuyo rumbo es sensiblemente Oeste Noroeste-Este Sureste. El máximo de esta concentración corresponde a un eje B con rumbo aproximado de $N 80^\circ O$ y buzamiento al Este de unos 11° . Como se ve, es subparalelo al eje B_1 de la estructura mayor.

En definitiva, podemos decir que el «strain slip cleavage» S_4 fue originado por un movimiento posterior, que dio lugar a pliegues de la misma orientación que los de eje B_1 , pero de distinta naturaleza.

Queremos hacer observar que en el mismo diagrama se han marcado con una cruz otras alineaciones, cuyas orientaciones tomamos en el mismo itinerario. Corresponden a charnelas de plie-

gues en V, cuyo plano axial no se aleja mucho de un rumbo $N. 20^\circ E$. Dado el corto número de estos pliegues observado, nada puede afirmarse sobre la naturaleza de los mismos, salvo que son pliegues distintos a los que acabamos de estudiar. Podría sospecharse la existencia de otro movimiento secundario, cuyo eje fuera, en este caso, subparalelo a B_2 , pero por el momento no deja de ser una mera suposición o hipótesis de trabajo.

Todos los movimientos estudiados han de referirse necesariamente a la orogenia herciniana, ya que los sedimentos del Devoniano superior se encuentran afectados por ellos.

Posteriormente se produjeron grandes fallas en dirección, que en ocasiones son inversas, y fracturas con rumbo Norte Noroeste-Sur Suroeste y Norte Noroeste-Sur Sureste, que van asociadas a otras con rumbos ortogonales a las anteriores. Debe mencionarse por su importancia la falla Zufre-Santa Olalla del Cala.

Por último, queremos señalar que no estimamos sea isoclinal el plegamiento en la región como se ha venido considerando, pues las formas y tipos de pliegues y los datos de campo así lo atestiguan; los mismos diagramas estructurales, con análogo número de planos de estratificación buzando al Norte y Sur, son pruebas bien elocuentes. Quizá haya sido considerado isoclinal por una serie de hechos que inducen a error, como el existir una pizarrosidad S_2 que buza fuertemente al Norte y que, en muchos casos, puede confundirse con la estratificación, el ser poco frecuentes las ramas suaves de pliegues que han sido eliminadas por fallas, el haber desaparecido en amplias áreas las ramas con buzamiento Sur a causa de fallas longitudinales que buzaban al Norte y determinan la aparición de nuevas ramas de pliegues, esta vez con buzamiento Norte, produciendo una estructura imbricada.

En muchas áreas de la región (en otras los pliegues no están fallados), no puede hablarse de anticlinorios y sinclinorios, pues la estructura es la formada por la integración de pliegues fallados en la que predominan las ramas normales buzando al Norte y las fallas longitudinales con análogo buzamiento, dando origen a que las series bucen monótonamente al Norte.

Los cortes geológicos preparados ayudan a la comprensión de las estructuras existentes. Al coexistir dos movimientos principales, es evidente que no puede utilizarse de una manera rigurosa el método para la construcción de cortes por planos perpendiculares al buzamiento de los ejes de las estructuras. Sin embargo, en aquellas zonas donde la influencia de un movimiento en los pliegues del otro sea poco acusada, los perfiles

pueden proporcionar una información valiosa, aunque no rigurosa, sobre la forma de plegamiento de las grandes estructuras que naturalmente han de corresponderse y concordar con los diagramas y estructuras observadas en el campo.

BIBLIOGRAFÍA

- AKERMAN, E.: *Report on the Cala Mines*, 1899.
- ALÍA MEDINA, M.: *Rasgos estructurales de la Baja Extremadura*, «Bolet. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. LXI, páginas 247-262, Madrid, 1963.
- AMSTUTZ, G. C.: *Spilitic rocks and mineral deposits*, «Bull. Univ. Miss. Sch. Min. Met. Techn. Ser.», pág. 96, Missouri, 1958.
- ASSMANN, W.: *Stratigraphie und Tektonik im Norden der Provinz Huelva (Spanien)*, «Dissert. der Mathem. Naturwiss. Fakultät der Westf. Wilhelms-Universität zu Münster in Ref.», Heft. 17, págs. 34-35, Münster/Westf (Aschendorff), 1959.
- BADGLEY, P. G.: *Structural methods for the exploration geologist*, «Harper and Brothers», New York, 1959.
- BALZOLA, J.: *Informe sobre las minas de Cala*, «Archivo de Minería del Andévalo», Bilbao, 1930.
- BARD, J. P.: *Observaciones sobre la estratigrafía del Paleozoico de la región de Zafra (Badajoz)*, «Not. Com. I. G. M. E.», núm. 76, Madrid, 1964.
- *Note préliminaire sur l'âge des terrains de l'Estrato cristallino affleurant au NW de la province de Huelva (Espagne)*, «C. R. Ac. Sc.», Paris, t. 258, págs. 2129-2130, Paris, 1964.
- *Sur la structure en coussins des volcanites basiques de la région de Cumbres Mayores (Huelva, Espagne)*, «Bull. Soc. Geol. France», 7.ª serie, t. VII, págs. 80-84, Paris, 1965.
- *Introduction a la géologie de la chaîne hercynienne dans la Sierra Morena occidentale (Espagne). Hypothèses sur les caractères de l'évolution géotectonique de cette chaîne*, «Rev. Geog. Phy. et Geol. Dyn.», vol. 2, fasc. 4, págs. 323-337, Paris, 1965.
- *Les unités lithostratigraphiques de la bande métamorphique d'Aracena (province de Huelva, Espagne)*, «C. R. S. G.», France, fac. 3, págs. 105-107, Paris, 1966.
- *Quelques précisions sur la lithologie du "Silurien" de la région d'Aracena (Huelva-Espagne)*, «Not. Com. I. G. M. E.», núm. 83, Madrid, 1966.
- BOOGAARD, M. VAN DEN: *Conodonts of Upper Devonian and Lower Carboniferous age from Southern Portugal*, «Geol. & Mijnb.», núm. 42, págs. 248-259, 1963.
- *Geology of the Pomarao region (Southern Portugal)*, «Geol. Inst. Amsterdam, Grafisch Centrum Delft. Rotterdam, 1967.
- BORN, A.: *Die geologischen Verhältnisse des Oberdevons im Aeketal (Oberharz)*, «N. Jb. Min. Geol. u. Paläont. Beil. Bd.», 34, págs. 553-632, 1912.

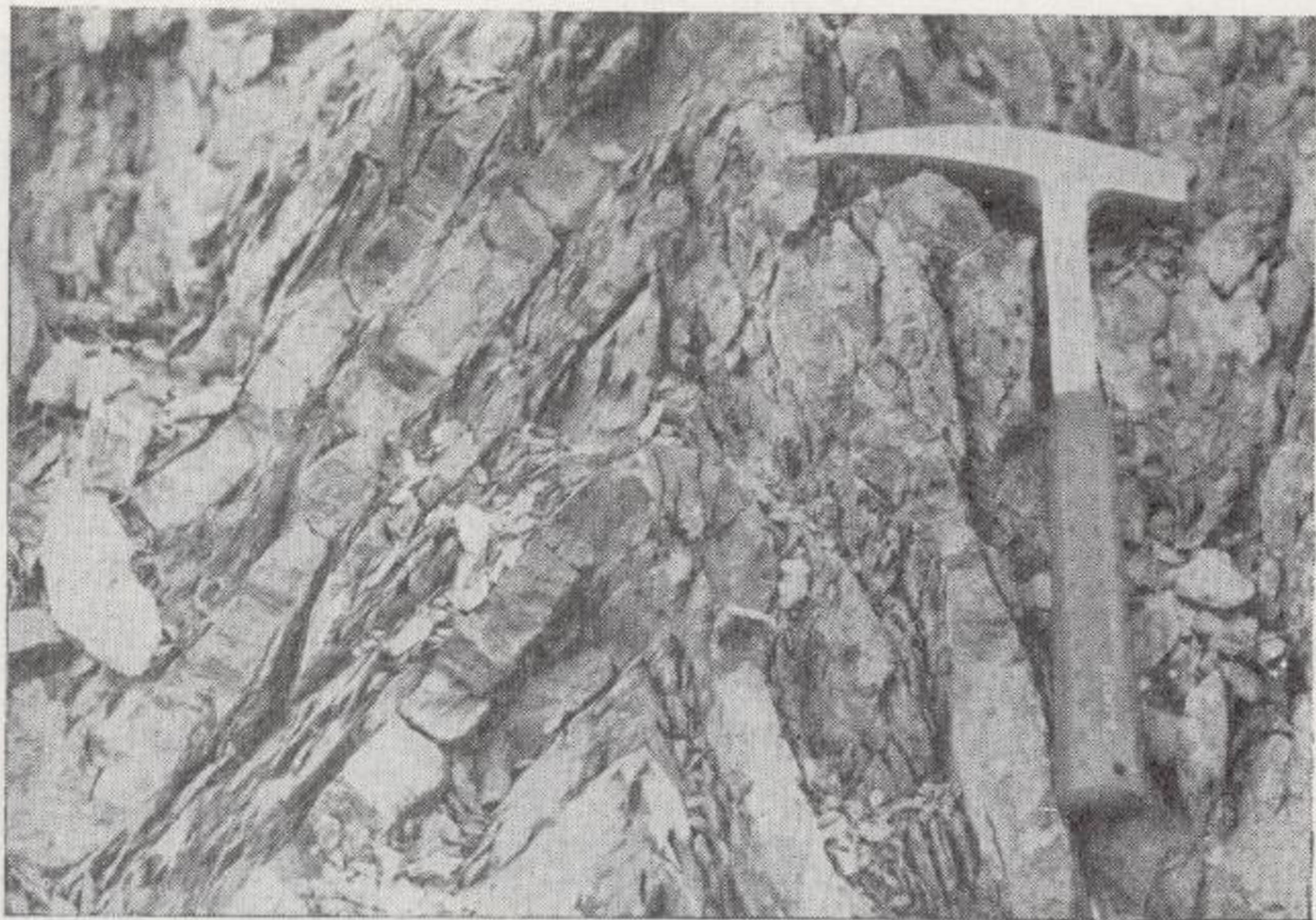


Foto 13.—Devoniano superior. Pliegues de los denominados «similares» con atenuación en ramas y ensanchamiento en charnela. Kilómetro 11 de la carretera comarcal de Zufre a Santa Olalla del Cala.

- *Zum Thema Kramenzelkalk*, «Geol. Rdsch.», 12, páginas 343-345, 1921.
- *Gefügestudien an Gesteinen des variszischen Gebirges*, «N. Jb. Min. Geol. u. Paläont., Beil. Bd. 52, Abt. B.», págs. 123-161, 1925.
- CARVAJAL Y ACUÑA, E.: *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España. «Criaderos de Hierro de España»*, tomo VI, Madrid, 1944.
- DOETSCH, J.: *Estudio preliminar de los criaderos de hierro en Jerez de los Caballeros (Prov. de Badajoz)*, «Inst. del H. y C.», III Asamb. Gral., Madrid, 1955.
- FABRES, J.: *Les formations cristallines et métamorphiques du Nord Est de la province de Séville (Espagne)*, «Faculté des Sciences de l'Université de Nancy».
- FERREL, T.: *Sobre la existencia de dos cruces representativas de dos distintas deformaciones en el Devoniano Carbonífero de la Hoja de Calañas*, núm. 959, «Not. y Com., Inst. Geol. Min. Esp.», núm. 77, Madrid, 1965.
- FERNÁNDEZ MURUBE, M.: *Criaderos de hierro del SO. de la Península*, «II Jorn. Nac. Min. Met.», Sevilla, 1964, t. I, Madrid, 1966.
- GONZALO Y TARÍN, J.: *Reseña geológica de la provincia de Huelva*, «Bol. Com. del Mapa Geol. de España», Madrid, 1878.
- *Nota acerca de la existencia de la tercera fauna siluriana en la provincia de Huelva*, «Bol. Com. del Mapa Geol. de España», pág. 311, Madrid, 1878.
- *Dos palabras acerca de la Geología de Huelva*, «Bol. Com. Mapa Geol. Esp.», t. XII, pág. 609, Madrid, 1885.
- *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*, «Mem. Com. del Mapa Geol. de España», t. I, 2.ª parte, Madrid, 1887.
- *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*, «Mem. Com. Mapa Geol. Esp.», t. II, 3.ª parte, págs. 404-410, Madrid, 1888.
- GUILLOU, J. J.: *Situation et zonalité de minéralisations sulfurées dans un complexe volcano-sédimentaire (Cambrien de la Sierra Morena, Espagne)*, «C. R. Acad. Sc.», t. 264, ser. D, págs. 885-887, Paris, 1967.
- GUTIÉRREZ, M. y HERNÁNDEZ ENRILE, J. L.: *Notas geológicas de la región septentrional de la provincia de Huelva*, «Bol. R. Soc. Esp. II. Nat.», 63, págs. 289-297, Madrid, 1965.
- HEREZA, J.: *Criaderos de hierro oligisto en la provincia de Huelva*, «Rev. Min. Met. Ing.», ser. C, t. XX, 1902.
- HERNÁNDEZ-SAMPelayo, P.: *Talcos de Cala (Huelva)*, «Est. Geol.», núm. 11, Inst. Lucas Mallada, Madrid, 1950.
- HUPE, P.: *Sur les affinités des Trilobites du Cambrien inférieur marocain*, «Congr. Geol. Int.», sess. XIX, sec. II, págs. 41-48, Alger, 1953.
- *Sur le Cambrien inférieur du Maroc*, «Int. Geol. Cong.», sess. XXI, p. VIII, págs. 75-85, Copenhagen, 1960.
- INGUNZA, R.: *Las minas de cobre de Cala en la provincia de Huelva*, «Rev. Min. Met.», t. XXXVII, IV, sér. C., págs. 191-193, Madrid, 1886.
- LAN, M.: *Notes de voyage sur la Sierra-Morena et sur le Nord de l'Andalousie*, «Ann. Min.», t. XII, págs. 561-62, Paris, 1857.
- LOTZE, F.: *Bericht über die Ergebnisse der geologischen Untersuchungen im Huelva Distrikt*, «Nichtveröffentl. Gutachten, 1937.
- *Hallazgo de trilobites cambrianos en las provincias de Huelva, Badajoz y Sevilla*, «An. Soc. Esp. Prog. Cienc.» año IV, núm. 3, sec. 4.ª, pág. 622, Madrid, 1939.
- Einige Probleme der Iberischen Meseta. Geotektonische Forschungen*, H. 6., Berlin, 1945, «Pub. Ext. Geol. Esp. Cons. Sup. Inv. Cient.», V, Madrid, 1950.
- *Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*, H. 6, Berlin, 1945, «Pub. Ext. Geol. Esp. Cons. Sup. Inv. Cient.», V, Madrid, 1950.
- Einige Schlubetrachtungen zum Variszikum Südspaniens*, «Z. Dt. Geol. Ges.», 103, Hannover, 1951.
- *Die Stellung der Sierra Morena im Rahmen der spanischen Varisziden*, «Z. Dt. Geol. Ges.», 103, Hannover, 1951.
- *El Precámbrico de España*, «Not. Com. I. G. M. E.» núm. 60, Madrid, 1960.
- *Zur Stratigraphie des spanischen Kambriums*, «Geol.», 7 H. 3-7, Berlin, 1958, «Not. Com. I. G. M. E.», núm. 61, Madrid, 1961.
- *Das Kambrium Spaniens*, T. 1: *Stratigraphie*, «Abh. Akad. Wiss. Lit. math-naturw.», K. 1, 1961, Nr. 6, 210 S., 48 Abb., zahlr. Tab., Mainz u. Wiesbaden, 1961.
- *Präkambrium Spaniens (Literaturbericht, 1956-1965)*, «Zbl. Geol. Paläont.», Teil I, 1966, H. 5, 989-1006, Stuttgart, 1966.
- *Kambrium Spaniens (Neue Forschungsergebnisse, 1961-1965)*, «Zbl. Geol. Paläont.», Teil I, 1966, H. 6, S. 1206-1227, Stuttgart, 1966.
- MELÉNDEZ, B.: *El yacimiento de Arqueociáticos de Alconera (Badajoz)*, «Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XXXIX, págs. 231-239, Madrid, 1941.
- *El sistema devoniano en la Península Ibérica*, Pub. Rev. «Las Ciencias», de Madrid, año VI, núm. 3.
- *Los terrenos cámbricos de la Península Hispánica*, «Trab. Inst. Cien. Natur. "José de Acosta"», Ser. Geol.», t. 1, núm. 1, Madrid, 1943.
- *El devónico en España*, «Congr. Geol. Int. C. R.», 14 sess., Alger, 1952.
- MELÉNDEZ, B. y MINGARRO, F.: *Explicación de la Hoja número 899 (Guadalcanal) del Mapa Geológico de España*, «I. G. M. E.», Madrid, 192.
- MESSEGUER PARDO, J.: *El Devoniano en la provincia de Huelva*, «Not. Com. Inst. Geol. Min. Esp.», núm. 12, Madrid, 1944.
- MESSEGUER, J. y PRIETO, I.; ROSO DE LUNA, I. y PÉREZ, REGODÓN, J.: *Investigación de nuevos yacimientos de cobre en las provincias de Sevilla y Huelva*, «Bol. I. G. M. E.», tomo LVIII, 3.ª serie, Madrid, 1945.
- PALACIOS, R. y PRIETO, C.: *Criaderos de minerales ricos en cobre y otros del término municipal de Cala (Huelva)*, «Cat. Criad. Min. Esp. Cons. Min.», t. I, págs. 303-305, Madrid, 1933.
- PINEDO VARA, I.: *Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento*, «Ed. Summa», Madrid, 1963.
- PRUVOST, P.: *Sur la présence de fossiles d'âge dévonien supérieur dans les schistes à nérites de San-Domingos*, «Com. Commiss. Ser. Geol. Port.», 9, págs. 58-68, Lisboa, 1912.
- *Observations sur le terrain dévonien et carbonifère du Portugal et leur faune*, «Com. Serv. Geol. Port.», 10, Lisboa, 114.
- QUIRING, H.: *Dictamen sobre las minas de Cala*, «Archivo de Minería del Andévalo», Berlin, 1935.
- RAMSAY, J. G.: *The deformation of early linear structures in areas of repeated folding*, «Jour. Geol.», 68, 1960.
- REBOLO, J. L.: *Una versión nueva de la Hoja de Burguillos del Cerro*, «Memoria para la obtención del título de Doctor Ingeniero», Madrid, 1964.
- *Consideraciones sobre la estratigrafía del Gotlandiense en las zonas al Sur de la Provincia de Badajoz y Norte de la de Huelva. Un horizonte fosilífero de referencia*, Madrid, 1964.
- *Geología de las Hojas de Encinasola e Higuera la Real*, Madrid, 1964.
- RITCHER, R. & E.: *Die Fauna des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien*, «Abhandl. Senckenberg Naturf. Ges.», 455, pág. 190, pls. 1-4, Frankfurt a. M., 1941.
- *Die Frage der Saukiand-Stufe (Kambrium, Spanien)*, «Senckenberg», 30, págs. 217-240, Frankfurt, a. M., 1949.
- ROMARIZ, C.: *Graptolitos da coleção de Nery Delgado provenientes de jazidas espanholas*, «Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cienc.», 9 (2), págs. 131-141, Lisboa, 1963.
- SCHINDEWOLF, O. H.: *Beiträge zur Kenntnis der Kramenzelkalke und ihrer Entstehung*, «Geol. Rdsch.», 12, páginas 20-35, 1921.
- *Nochmals zur Kramenzelkalkfrage*, «Geol. Rdsch.», 14, págs. 151-154, 1923.
- *Einige Bemerkungen zur Entstehung der Oberdevonischen Kramenzelgesteine*, «Cbl. Min. Geol. u. Paläont.», Abt. B, págs. 405-411, 1952.
- SCHNEIDER, H.: *Altpaläozoikum bei Cala in der Westlichen Sierra Morena*, «Diss.», 72 S. 10, Abb., 5 Tab., Berlin, 1933.
- *Das Kambrium der Herrerias-Mulde bei Cala. Geol. Einleitung zu R. E. Richter, Die Fauna des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien*, «Abh. Senckenb. Natur. Ges.» 455, Frankfurt a. M., 1941.
- *Das Paläozoikum im Westteil der Sierra Morena (Spanien)*, «Z. Dt. Geol. Ges.», 103, págs. 134-135, 1951.
- SOZOV, K.: *Teil II, Trilobiten*, (In:) LOTZE, F. & SDUY, K.: *Das Kambrium Spaniens*, «Abh. Akad. Wiss. Lit. mathnaturw.», Kl., 1961, Nr., 78-217-408 (499-690), Abb. 1-53, Taf. 1-34, Mainz u. Wiesbaden, 1961.
- *Trilobiten aus dem Unter-Kambrium der Sierra Morena (Spanien)*, «Senck. leth.», 43, H. 3, 181-229, 4 Abb., Taf. 18-23, 1962 (1962 a).
- *Über das Entzerren von Fossilien (mit Beispielen aus der unterkambrischen Saukianda-Fauna)*, «Paläont. Z.», 36, H. 3/4, 275-284, 8 Abb., Taf. 25, Stuttgart, 1962 (1962 b).
- STOCKWELL, C. II.: *The use of plunge in the construction of cross-section of folds*, «Proc. Geol. Assoc. Can.», vol. 3, págs. 97-181, 1950.
- TEXEIRA, C.: *O paleozoico ibérico e os movimentos caledonios e hercínios. (Breve ensaio de Paleogeografia)*, «Bol. Soc. Geol. Port.», 3, Porto, 1963.
- *Notas sobre a geologia de região de Barrancos e, em especial sobre a sua flora de Psilofiticas*, «Com. Serv. Geol. Port.», t. XXXII, 1.ª parte, págs. 75-83, Lisboa, 1954.
- *Os conglomerados do complexo-xisto gravácico antesilúrico. Sua importância geológica e paleogeográfica*, «Com. Serv. Geol. Port.», t. XXXV, Lisboa, 1954.
- *El Cámbrico de Portugal*, «Estudios Geológicos», números 23-24, págs. 355-369, Madrid, 1954.
- *Le Cambrien portugais et ses problèmes*, «XX Cong. Geol. Int.», XX sess., págs. 235-242, México, 1956.
- TURNER, F. J. and WEISS, L. E.: *Structural analysis metamorphic tectonites*, «Mc. Graw Hill», 1963.
- VÁZQUEZ GUZMÁN, F.: *Nuevas áreas devonianas en la zona occidental de Sierra Morena*, «Not. y Com. del I. G. M. E.», núm. 97-98, Madrid, 1967.
- *Contribución al estudio de la tectónica del Cambriano de Cala (Huelva)*, «Not. y Com. del I. G. M. E.», núm. 97-98, Madrid, 1967.
- VERNEUIL, E. y COLLOMB, E.: *Explication sommaire de la Carte Géologique de l'Espagne*, Paris, 1869.
- VIDAL, L. M.: *Résumé des gisements de fer de l'Espagne*, Ext. de «The Iron Ore Resources of the World», Estocolmo, 1910.
- WEISS, L. E.: *Geometry of superposed folding*, «Geol. Soc. Am. Bull.», 70, 1959.
- WILSON, G.: *The tectonic significance of small scale structures and their importance to geologists in the field*, «Ann. Soc. Belg.», t. CXXXXIV, 1961.

Recibido 10-II-68.

Investigación hidrogeológica por el método eléctrico en Chipiona y Jerez de la Frontera (Cádiz)

por F. ESTEBAN SANTISTEBAN (*)

RESUMEN

Por el interés que puede representar para el conocimiento de los problemas hidrogeológicos del SO. de la Península, publicamos otros dos nuevos trabajos de prospección geofísica realizados dentro del programa «Proyecto hidrogeológico del Valle del Guadalquivir», el cual se viene desarrollando conjuntamente por el Instituto Geológico y Minero de España y la F. A. O.

ABSTRACT

For the contribution to the knowledge of different problems that occur in various areas of Spanish SW. we publish two new works of geophysical prospecting very interesting by their conclusions. These works have been made inside of the program «Proyecto hidrogeológico del Valle del Guadalquivir» what is being made between Instituto Geológico y Minero de España and F. A. O.

PREÁMBULO

Presentamos dos nuevos trabajos de prospección geofísica realizados durante la primavera de 1967, y cuyos resultados creemos que tienen un gran valor informativo, ya que se refieren a dos zonas, concretamente: Jerez de la Frontera y Chipiona, en la provincia de Cádiz, en las que proverbialmente ofrecían notorias dificultades los alumbramientos de agua subterránea.

Desde el punto de vista geológico, el problema de Jerez de la Frontera se presenta muy interesante, ya que el agua debe de venir principalmente en las arenas sahelenses y, por consiguiente, la localización de importantes espesores de este tramo geológico puede realizarse con el auxilio del método geofísico de resistividad. Un programa de sondeos eléctricos verticales puede dar lugar a una información de tan gran valor, que podemos llegar a soluciones insospechadas en el alumbramiento de aguas subterráneas.

El planteamiento físico de este programa, es

(*) Dr. Ingeniero de Minas del Instituto Geológico y Minero de España.

decir, la determinación de las características físicas del subsuelo que vamos a reconocer, queda perfectamente definido mediante el cálculo de las constantes eléctricas que acompañan a cada uno de los tramos que se presumen que van a estar presentes en la disposición estratigráfica que se va a investigar. Como horizonte de apoyo tendremos las margas azules del Tortonense, cuya resistividad debe ser del orden de los 2 ó 3 ohmios m²/m. y aún más baja, ya que tiene este tramo un carácter esencialmente arcilloso. Sobre estas margas azules vienen las arenas sahelenses, cuya resistividad debe ser de los 20 a 30 ohmios m²/m. En este tramo Sahelense descansa todo un Cuaternario con materiales algo heterogéneos (limos, gravas, arenas finísimas, etcétera), que debe aparecer en los sondeos eléctricos verticales (SEV), con constantes eléctricas un poco variables, sin que podamos, ni sea necesario, apreciar *a priori* un orden de valores determinado.

En Chipiona debe situarse el problema geológico en relación con la determinación geofísica de los tramos siguientes: margas azules del Tortonense con una muy baja resistividad eléctrica, análoga a la que anteriormente hemos con-

siderado. Sobre este nivel de apoyo deben descansar las margas y arenas del Burdigaliense, y sellando el conjunto como recubrimiento final el Cuaternario marino.

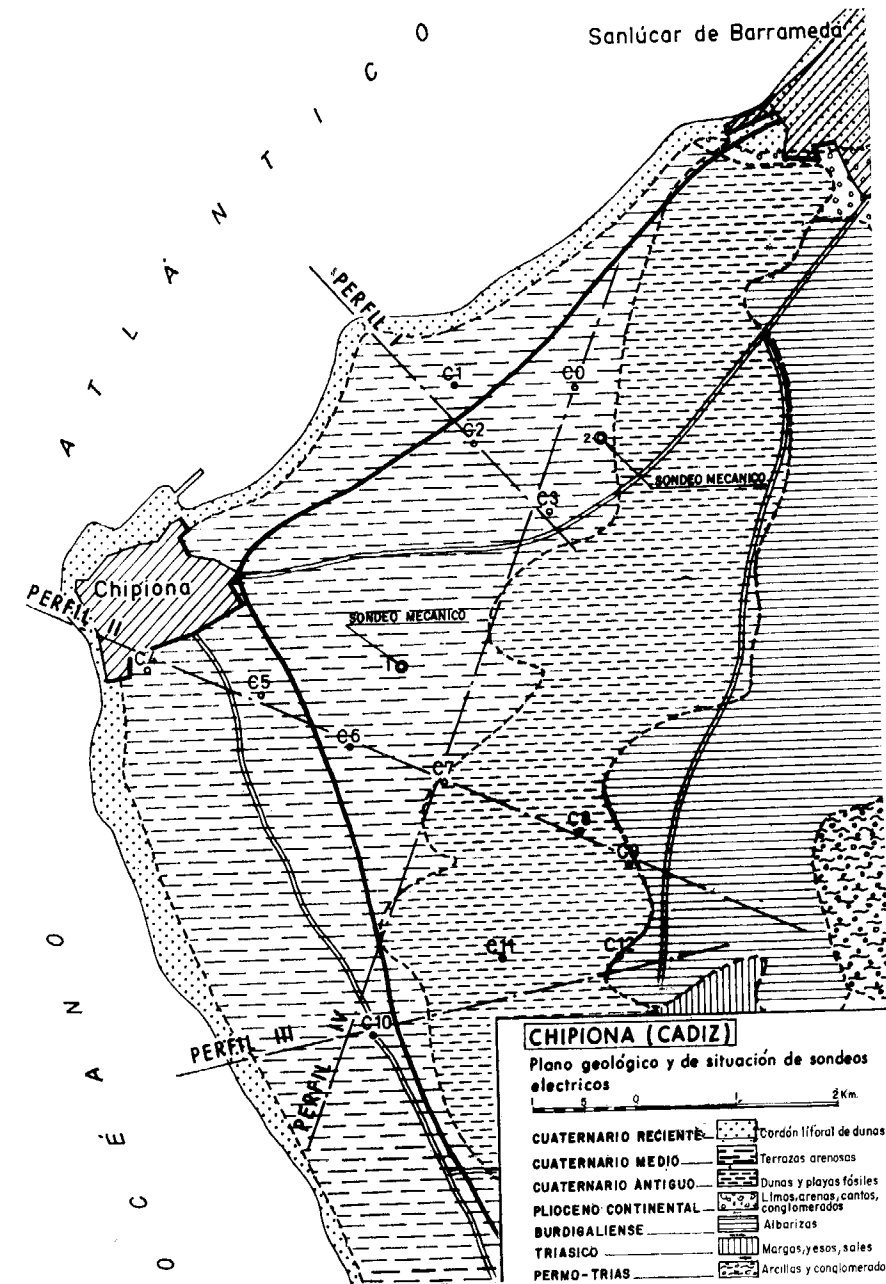
Todos los sondeos eléctricos realizados quedan a Levante de Chipiona y los hemos agrupado para su comentario en cuatro perfiles, que suponemos nos darán una clara visión de la disposición geológica del subsuelo en la zona que ha sido objeto de este estudio.

ZONA DE CHIPIONA

Se marcaron en esta zona 13 sondeos eléctricos de los que uno de ellos no pudo realizarse por la proximidad de nuevas edificaciones en el casco urbano del pueblo de Chipiona.

Sección eléctrica 1

Agrupamos este perfil los sondeos eléctricos números 1, 2 y 3. Sobre las margas azules, iden-

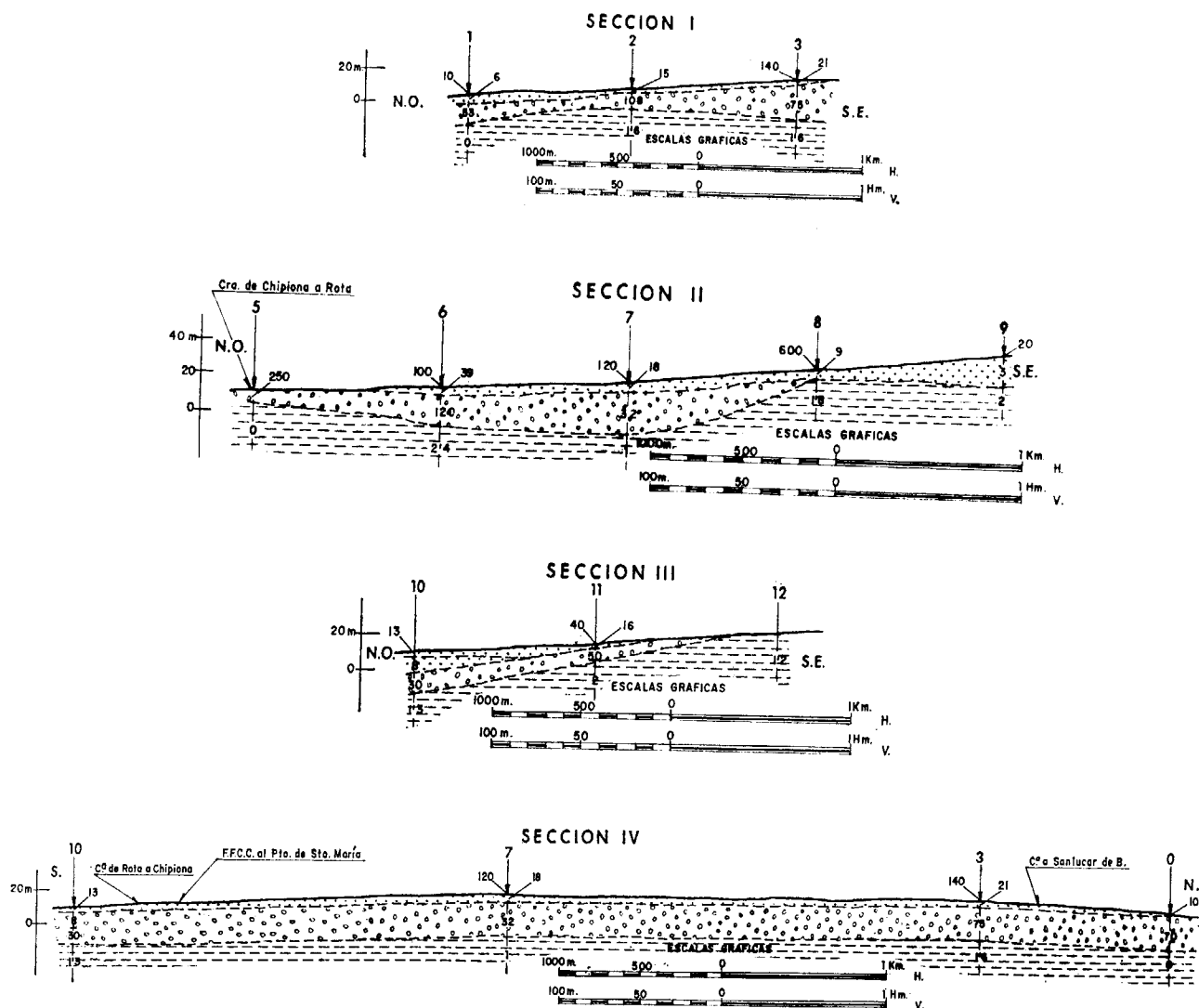


tificadas por su baja resistencia eléctrica, del orden de 1,6 ohmios nos encontramos con un tramo más resistente con los espesores siguientes: 11 m., 8 m. y 20 m., respectivamente.

Es muy posible que este tramo pueda tener unas características arenosas.

Sección eléctrica III

Está constituido este perfil por los sondeos eléctricos números 10, 11 y 12, volviéndose a poner de manifiesto el horizonte de apoyo de baja resistencia eléctrica. Sobre él descansa un paquete



Sección eléctrica II

Se agrupan en este perfil los sondeos eléctricos números 5, 6, 7, 8 y 9. El horizonte de apoyo lo siguen constituyendo las margas azules, con su baja resistencia real. Sobre estas margas azules, en los sondeos 5, 6 y 7, aparece un horizonte resistente, que se acuña hacia NO. y SE. La zona donde este tramo de arenas es más potente parece ser que está en las proximidades del sondeo eléctrico núm. 7.

te de mayor resistencia que va acuñándose hacia el SE., habiendo desaparecido en el sondeo eléctrico núm. 12.

Sección eléctrica IV.

Tiene dirección N.-S. aproximadamente y corta la formación de limos en su parte más potente. Aquí se evidencia la importancia que puede tener este tramo si se encuentra en él la permeabi-

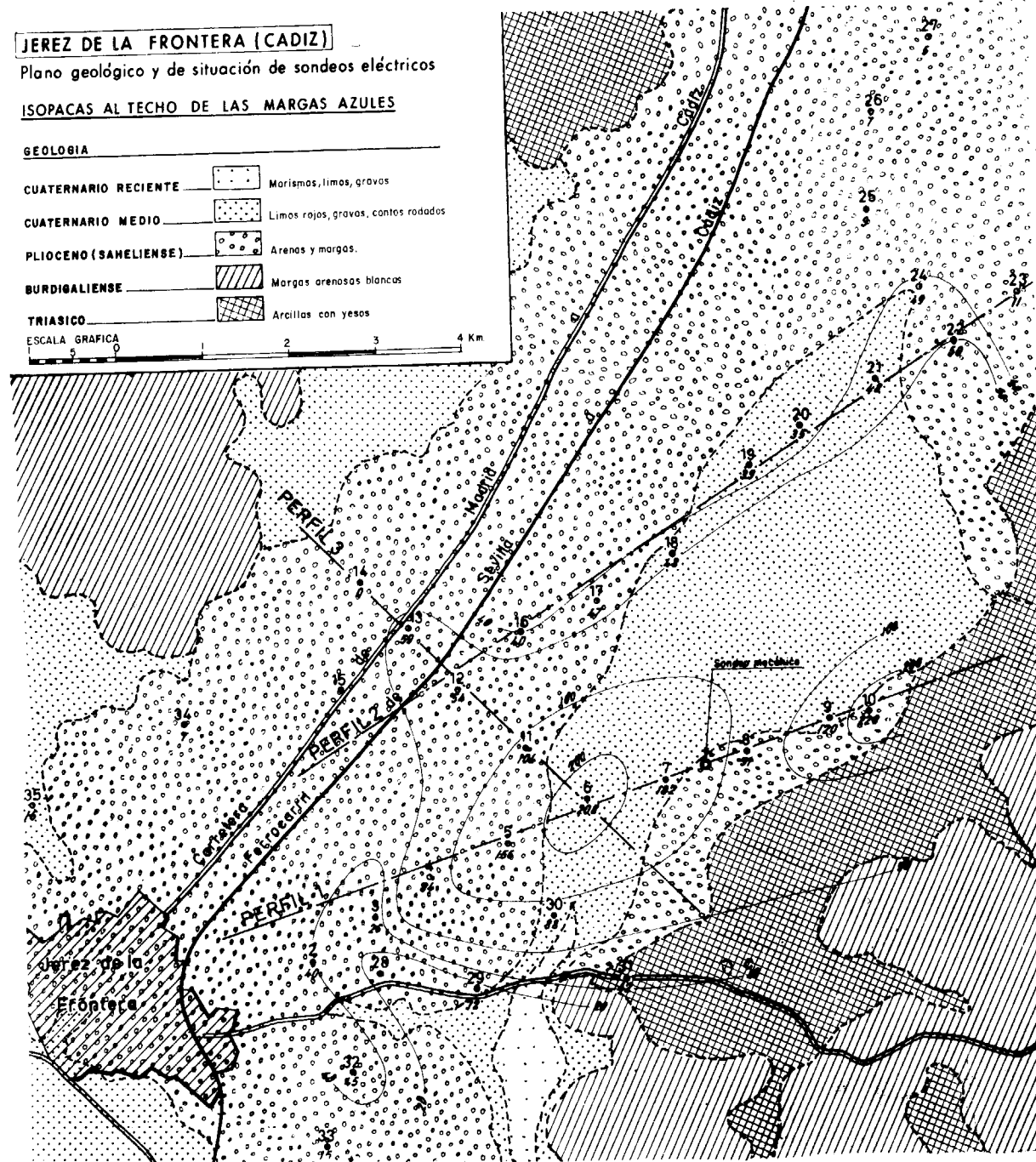
lidad adecuada. Aunque, como ya hemos dicho, esta zona es la de mayor potencia de la capa, sin embargo se mantiene con gran uniformidad una cifra de 20 m., estando además bastante somera.

marcaron 35 sondeos eléctricos, pero debido al crecimiento del casco urbano de la población, uno de ellos no ha podido realizarse; asimismo, por esta razón, hemos tenido que desplazar algunos sondeos eléctricos de su primitivo emplazamiento.

ZONA DE JEREZ DE LA FRONTERA

El conjunto de todos los sondeos eléctricos realizados en esta zona queda a Levante de la ciudad de Jerez de la Frontera. En principio se

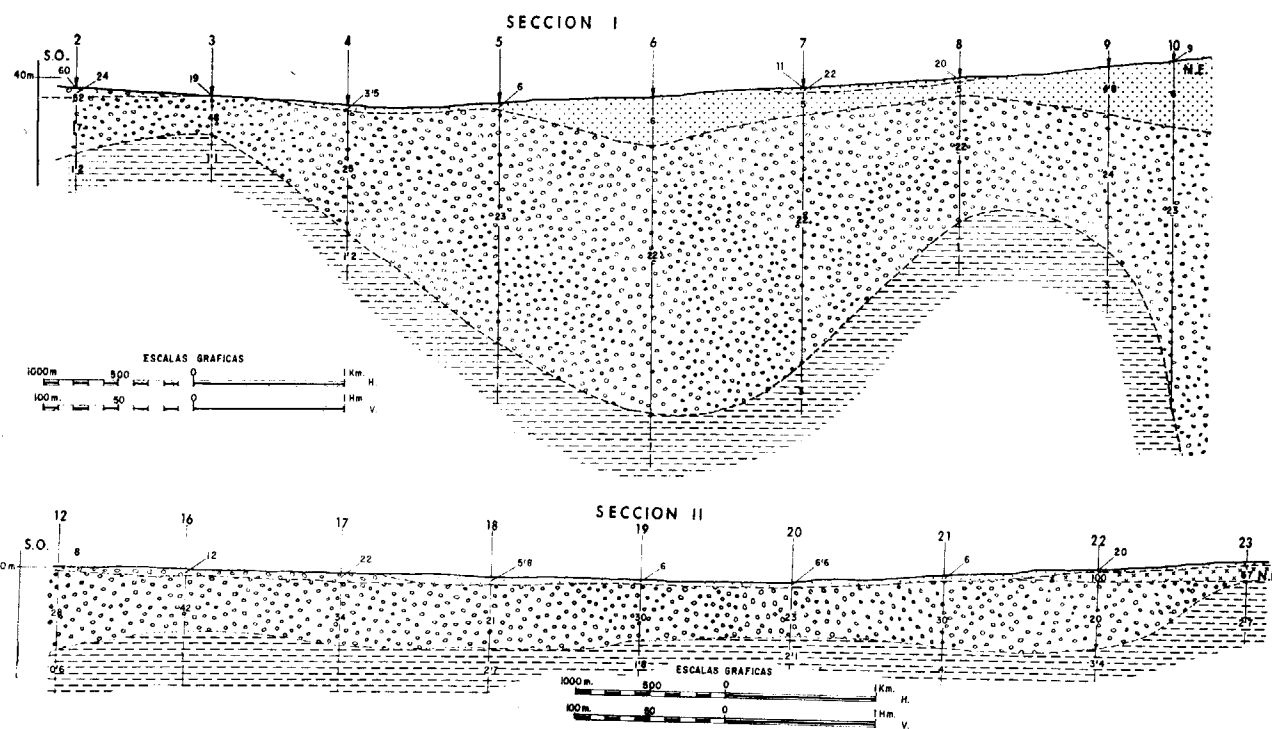
Todo el trabajo realizado se ha distribuido en tres perfiles o secciones eléctricas, que informan detalladamente de la marcha de los diferentes paquetes subyacentes en esta región. También incluimos en este informe un plano de li-



neas isobatas al techo de las margas azules, que aunque no es muy riguroso por su falta de control, o sea, por escasez de sondeos eléctricos, sin embargo nos permite tener una idea aproximada de los accidentes estructurales de las proximidades de Jerez de la Frontera.

Sección eléctrica I

Comprende desde el sondeo eléctrico número 2 al 10, ambos inclusivos. Resulta muy interesante la gran profundidad que representa el horizonte de baja resistividad eléctrica que, como en otras ocasiones, puede identificarse con el paquete de margas azules.



Sobre este horizonte de apoyo de baja resistividad eléctrica aparece un segundo tramo de una resistividad real media de 25 ohmios m²/m., que a partir del sondeo eléctrico núm. 3 comienza a hacerse sucesivamente más profundo hasta llegar en el sondeo eléctrico núm. 6 a una profundidad de 208 m., presentando un espesor de 176 m. En el sondeo eléctrico núm. 7 y también en el número 8, decrece esta profundidad del techo de las margas azules, para volver a aumentar en el sondeo núm. 10.

Sobre este tramo de 25 ohmios m²/m., que podemos interpretar como arenas sahelenses, aparecen otros tramos, pero no tienen tanta importancia desde el punto de vista hidrogeológico,

principalmente por su pequeña potencia y por su carácter más bien arcilloso margoso.

Sección eléctrica II

Es paralelo casi al perfil anterior, pero separado de éste unos 2 a 3 kilómetros hacia el N.

Las formaciones que se nos presentan vuelven a repetirse con la misma secuencia, pero hemos de destacar que el horizonte de arenas co resistividad del orden de 20 a 30 ohmios m²/m. no presenta la gran profundidad del muro, e este caso, del orden de los 50 m. que hemos encontrado anteriormente, en tanto que el techo de esta formación suele quedar a pocos metros

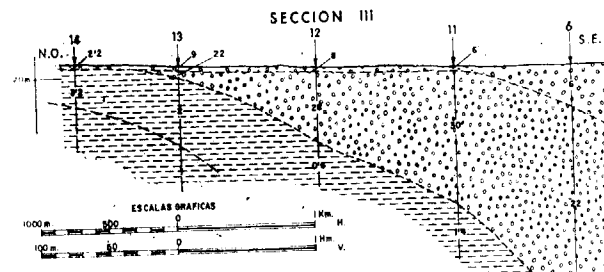
no llega a la decena normalmente, de la superficie.

No creemos interesante el nivel de alta resistencia eléctrica que encontramos en el sondeo eléctrico núm. 23, pues su profundidad de 350 metros lo hace por el momento prohibitivo para cualquier labor de captación de agua subterránea, si es que tuviera posibilidades para ello. (No viene representado en el dibujo de este perfil).

Sección eléctrica III

La disposición estructural es la misma que venimos comentando: en profundidad las margas azules y sobre ellas un nivel arenoso.

Se ve claramente que la cubeta que podría deducirse de la mayor potencia del tramo de arenas sahelenses, no aparece muy perfectamente cerrada y, en consecuencia, el agua que puede existir en este tramo no está principalmente en el sondeo eléctrico núm. 6.



PLANO DE LÍNEAS ISOBATAS

Como anteriormente hemos dicho, es bien claro que no hay puntos suficientes para dibujar este plano. Hemos dibujado la profundidad del horizonte de apoyo y de resistividad más baja, así podemos tener una idea aproximada de lo que puede ocurrir en profundidad si como interpretamos, esta cubeta que parece centrarse en el punto del sondeo eléctrico núm. 6, se cierra hacia el Sur.

Puesto que las diferencias de nivel en esta zona no son muy acusadas, es bien claro que estas isobatas pueden representar perfectamente la topografía del techo del horizonte de baja resistividad de margas azules.

RESULTADOS OBTENIDOS

Tanto en Chipiona como en Jerez de la Frontera se han realizado unos sondeos mecánicos, los cuales están respectivamente representados en los planos de situación de sondeos, y que han

confirmado ampliamente las premisas que en esta prospección se establecían. En este orden de ideas, el sodeo de Jerez de la Frontera requiere un comentario especial.

Como puede observarse en el perfil eléctrico I, la profundidad de las margas azules queda calculada en unos 140 m. aproximadamente, entre los sondeos eléctricos números 7 y 8. Al realizarse el sondeo mecánico, este horizonte se ha encontrado a los 150 metros, lo cual supone una diferencia del 6,6 por 100 en la determinación de esta profundidad.

Repetimos que este comentario es interesante, pues un aumento tan brusco de la potencia de arenas sahelenses, parecía un poco contradictorio, no sólo desde el punto de vista geológico, sino en relación con algunas opiniones geofísicas, las cuales agradecemos por el gran valor ilustrativo que para el autor han supuesto.

Esto nos ha permitido abrir un importante horizonte en relación con los problemas hidrológicos de Jerez de la Frontera, estimando como una de las conclusiones más interesantes las grandes posibilidades para la captación de aguas subterráneas que presenta esta extraordinaria cubeta, localizada en el punto del SEV núm. 6. La que queda al E de este otro punto, exactamente en el SEV núm. 10, es también muy interesante pero, como puede verse en el plano geológico, no está muy alejado el Triás y esto pudiera dar lugar a aguas de mala calidad, por la presencia en este tramo geológico de yesos.

Este resultado abre un cauce de interés hacia esta zona que, con un reconocimiento más detallado, puede alcanzar amplias posibilidades en estas tierras tan fértiles y tan sedientas. Es, pues, lógico esperar que se aumente y se extienda el reconocimiento y estudio de este tramo sahelense en los alrededores de Jerez de la Frontera.

A continuación exponemos los datos que se han obtenido en los sondeos mecánicos:

SONDEO JEREZ GD —1 NUM. 81 HOJA 1.048

CORTE GEOLÓGICO

Litología:

De 0 a 11 m.	Limos arcillosos pardos y rojizos
De 11 a 42 m.	Gravilla fina, arenas finísimas y arcilla gris rosada
De 42 a 47 m.	Análoga al anterior, con arenisca amarillenta
De 47 a 55 m.	Arcilla rojiza, gravilla y arena amarilla

Piso geológico.

Cuaternario.

		<i>Piso geológico.</i>
De 55 a 98 m.	Arena amarilla, algo arcillosa con muchos restos fósiles Granulometría media a fina	} Saheliense.
De 98 a 112 m.	Arenisca amarilla con muchos fósiles	
De 112 a 150 m.	Alternancia de margas azules y areniscas fosilíferas	} Tortoniense.
De 150 a 200 m.	Margas azules	

Equipo del sondeo

De 0 a 66 m., tubo liso, de 350 mm. de diámetro.
De 66 a 116 m., tubo troquelado, de 200 mm. de diámetro.

Macizo de gravas alrededor del tubo troquelado, de 100 mm. de espesor.

Prueba de bombeo

Nivel estático + 0,29 m. (artésiano).
Caudal artésiano 0,29 l/seg.

Segundo caudal:

Duración = 6 horas
Caudal final = 16,48 l/seg.
Depresión final = 28,66 m.

Primer caudal:

Duración = 1 hora.
Caudal final = 11,18 l/seg.
Depresión final = 13,35 m.

Tercer caudal:

Duración = 1 hora.
Caudal final = 33,29 l/seg.
Depresión final = 46,59 m.

Transmisividad ... 1×10^{-4} m²/seg.

SONDEO CHIPIONA 2 NUM. 38. HOJA 1.047

CORTE GEOLÓGICO

		<i>Piso geológico.</i>
<i>Litología:</i>		
De 0 a 4 m.	Limos arcillosos	} Cuaternario marino.
De 4 a 17 m.	Arenas de duna y arenisca	
De 17 a 23 m.	Arenisca fosilífera	
De 23 a 32 m.	Margas gris blancuzcas con trozos de areniscas (probablemente caídos de la capa anterior)	} Burdigaliense.

Equipo del sondeo:

De 0 a 10 m., tubo liso, de 400 mm. de diámetro.
De 10 a 23 m., tubo ranurado, de 250 mm. de diámetro.
De 23 a 32 m., tubo liso, de 250 mm. de diámetro.

Macizo de gravas, alrededor de 75 m/m. de espesor.

Prueba de bombeo:

Nivel estático, 10 m.

Primer caudal:

Duración = 1 hora.
Caudal final = 3,3 l/seg.
Depresión final = 3,37 m.

Segundo caudal:

Duración = 6 horas.
Caudal final = 5,68 l/seg.
Depresión final = 9,8 m.
Transmisividad de 10^{-3} m²/seg.

Nota.—El sondeo no estaba bien desarrollado y presenta pérdidas de carga fuertes. Durante toda la prueba hubo arrastre de arenas.

No se acompañan los resultados del sondeo mecánico número 1 de Chipiona, porque no se pudo hacer el aforo correspondiente. Hay que señalar que este sondeo mecánico núm. 1, tiene mucho más caudal que el que aquí queda reseñado. La zona se está poniendo en explotación, y se han tomado las medidas adecuadas para evitar la entrada de agua salada, que tan próxima se encuentra.

Finalmente, el autor agradece la ayuda prestada para la realización de este trabajo a los señores Chapón y Ruiz Celaa, que han marcado las directrices geológicas de este programa de investigación.

Nota.—En el gráfico de la página 383, donde se lee «ISOPACAS AL» debe leerse «ISOBATAS DEL».

Recibido el 9-VII-68.

Caracterización petrológica del Tramo de la Caldera en la serie de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)

por E. PUGA (*), J. M. FONTBOTE (*) y J. L. MARTIN - VIVALDI

RÉSUMÉ

Une nouvelle unité lithologique est définie dans le complexe métamorphique de la Sierra Nevada. Nous proposons la dénommer: «assise de la Caldera». Cette unité affleure largement dans la haute crête de la Sierra Nevada, notamment entre les sommets du Mulhacén et du Veleta.

L'assise de la Caldera appartient probablement à la dite «Série de la Sierra Nevada», mais elle y apparaît fort bien différenciée. En effet, sa composition hétérogène fait un contraste frappant avec la monotonie des micaschistes graphiteux prédominant dans le reste de la série.

Dans l'assise de la Caldera les micaschistes dominent aussi. Mais ils montrent des compositions assez variées et différentes de ceux, graphiteux, que nous venons de rappeler. D'ailleurs, le feldspath est bien plus abondant dans ceux de l'assise de la Caldera. En outre, font partie de celle-ci des marbres et des amphibolites provenant d'anciennes roches volcaniques basiques. Les premiers conservent des restes d'anciennes paragenèses du métamorphisme de contact développé en rapport des éruptions basiques. Enfin, des gneiss originés sans doute du métamorphisme de matériaux volcaniques acides y sont aussi représentés.

L'assise de la Caldera apparaît donc comme une ancienne succession vulcano-sédimentaire à composition relativement variée, laquelle a été affectée par le métamorphisme régional. Plusieurs phases peuvent y être distinguées d'après leurs différentes paragenèses successives: I. subfaciès staurolite-almandin, II. subfaciès almandin-epidote-albite-quartz III, mylonitisation; IV, faciès schistes verts. Plus tard, d'autres processus minéralogénétiques ont eu lieu: le remplissage de diaclases par du quartz, albite, oligiste, sidérose et aussi des feldspathisations diffuses. Quant au métamorphisme de contact cité avant, il fut sans doute le processus métamorphique le plus ancien; il aurait eu lieu développé en rapport avec le volcanisme déjà évoqué.

ABSTRACT

A new lithologic unit within the metamorphic complex of Sierra Nevada is described. We propose the denomination of the Caldera—one for it. This unit crops out extensively in the high crest of the Sierra Nevada, especially between the Mulhacén and Veleta summits.

The Caldera unit belongs likely to the properly called «Sierra Nevada series». Nevertheless, a frank contrast is to be noted between that unit and the rest of the series. The lithologic composition of the first is conspicuously heterogeneous, as distinguished from the quite monotonous graphitic mica-schists dominating in that series.

Micaschists are also preponderant in the Caldera-unit, but they show several varied compositions; feldspath is quite more abundant in them than in the above quoted graphitic mica-schists. Moreover, the Caldera-unit includes also marbles and amphibolites (originated from older basic volcanic rocks). Remains of ancient contact-metamorphic parageneses have been identified in the marbles. Some gneiss are also present in this unit; probably, they have been originated from acid volcanic materials.

Thus, the Caldera-unit appears as a volcanic-sedimentary succession. Its composition was rather varied.

(*) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, e Instituto Nacional de Geología (C. S. I. C.), Dep. de Granada
(**) Departamento de Mineralogía, Facultad de Ciencias, Granada.

The original composition has been transformed by a several-phased regional-metamorphism, belonging to the following mineral facies: I, staurolite-almandine subfacies; II, almandine-epidote-albite-quartz subfacies; III, mylonitization; IV, green-schist facies. Lately, filling of joints by albite, quartz hematite, siderose, and also diffuse feldspathisation have been well identified. The contact-metamorphism was obviously the oldest metamorphism process, being related to the vulcanism quoted already.

INTRODUCCIÓN

En la cresta principal de Sierra Nevada y sus inmediaciones, entre las cumbres del Veleta y el Mulhacén, aflora un tramo litológico cuyas características contrastan notablemente con las de los tramos encajantes. Estos, tanto el del techo como el del muro, pertenecen indiscutiblemente a la serie de Sierra Nevada s. str. Es un tramo que rompe la monotonía de dicha serie, sobre la cual se ha insistido en varios trabajos (Fallot, Faure-Muret, Fontboté y Solé Sabarís, 1961, etc.). Se presenta tan claramente individualizado que, en nuestra opinión, se justifica su consideración como una unidad litoestratigráfica bien definida. Lo denominaremos desde ahora «Tramo de la Caldera», por estar especialmente bien representado en los alrededores de la laguna de este nombre, junto al pico del Mulhacén.

Los tramos encajantes están constituidos por micasquistos grafitosos. Los del muro contienen

generales son las que han sido repetidamente dadas a conocer (Fallot, Faure-Muret, Fontboté y Solé Sabarís, 1961, etc.).

Por el contrario, el tramo de la Caldera comprende micasquistos feldespático-anfibólicos, anfíbolitas de varios tipos, mármoles, y una delgada capa de gneises ojosos.

La observación de los contactos de este tramo heterogéneo, tanto con el techo como con el muro, no ha proporcionado, hasta ahora, ningún argumento en contra de su carácter normal. En otras palabras, el tramo aparece, a nuestro modo de ver, como una intercalación, si bien perfectamente diferenciada, perteneciente en definitiva a la misma gran unidad, es decir, a la serie de Sierra Nevada s. str.

No obstante, antes de afirmar definitivamente este carácter interestratificado, normal, preferimos esperar el resultado de nuestras investigaciones en curso sobre otros sectores de Sierra Nevada.

Los afloramientos estudiados se encuentran prin-

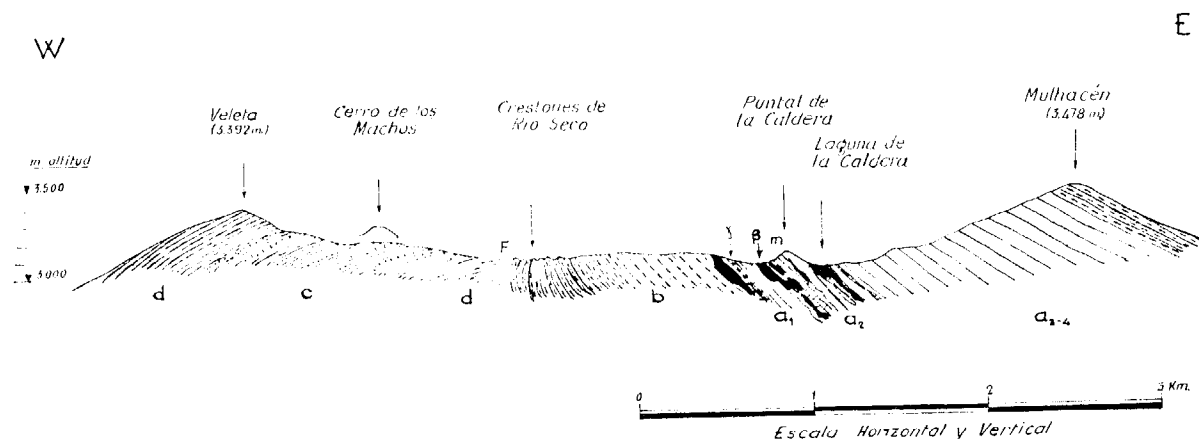


Fig. 1.—Corte esquemático entre el Veleta y el Mulhacén. Tramo de la Caldera: a_1). Micasquistos feldespático-anfibólicos; a_2) Micasquistos granatíferos con biotita; a_3) Micasquistos feldespáticos; a_4) Micasquistos anfibólicos; m) Micasquistos granatíferos con biotita; b) Micasquistos grafitosos con granate y estaurolita del techo y del muro del Mulhacén; β) Anfíbolitas; γ) Gneis. c) Micasquistos cuarzosos con albite y grafito. d) Micasquistos grafitosos del tipo predominante en dicha serie. F) Contacto anormal.

algunas intercalaciones de cuarcitas micáceas con grafito y albite. Los del techo son micasquistos con estaurolita, cloritoide y granate, que alternan con otros simplemente grafitosos, cuyas características

la intensidad de las acciones crioclásticas, ocupan bastante extensión, es posible obtener el corte esquemático que damos en la figura 1.

Son probablemente estos afloramientos los que refiere Botella (1882), como situados cerca del barranco de los Azulejos. No nos ha sido posible identificar tal barranco, a pesar de haber consultado diversos mapas y personas conocedoras del terreno; suponemos que debe tratarse de las «Terreras Azules» situadas al S. de las lagunas de Río Seco en la Hoja 1.027 a escala 1:50.000. Este autor se limita a citar la presencia de varios tipos de rocas metamórficas, que sólo parcialmente coinciden con nuestras determinaciones. Messerli (1965), por su parte, cita concretamente la intercalación de un tramo litológico bien diferenciado, en los parajes donde nosotros lo hemos identificado. Supone también que se trata del descrito por Botella (1882) e indica la presencia de mármoles y de gneis, pero no profundiza en su estudio petrológico.

Hasta ahora hemos reconocido en el terreno la continuación de este tramo en Loma Pelada y Loma Púa hacia el SW. y en los elevados picos de la Alcazaba y el puntal de Vacares hacia el NE. Todos estos afloramientos están situados en el flanco SE. del gran anticlinal de Sierra Nevada, o próximos a su charnela.

Los buzamientos medidos quedan comprendidos entre los 20° y los 40° al E-SE., llegando a alcanzar en el muro del tramo los 60°, e incluso a invertirse localmente con buzamientos de 80° al W-NW. en los crestones de Río Seco.

El estudio de las estructuras menores que afectan las rocas de este tramo de la Caldera está en curso, y no nos ocuparemos del mismo en este trabajo; oportunamente se darán a conocer los resultados. Únicamente se incluirán aquí unos pocos datos indispensables para la exposición de las características petrológicas, que son el objeto del presente trabajo.

DESCRIPCIÓN PETROLÓGICA

Las rocas del tramo de la Caldera pertenecen esencialmente a cuatro tipos diferentes:

Micasquistos,
Mármoles,
Anfibolitas,
Gneis,

cuya descripción se da seguidamente. Además, se observan también filones cuarzo-feldespáticos cuyas relaciones genéticas con alguna de las fases tardías de los procesos metamórficos desarrollados en esta zona nos parecen evidentes. Por tanto, trataremos también de los mismos en este trabajo.

Los micasquistos son las rocas predominantes. Los mármoles forman un banco principal de unos 20 metros de potencia, así como varias capas delgadas y lentejones alternantes con micasquistos anfibolitas. Las anfibolitas han sido observadas, sobre todo, en filones capa y en lentejones dentro de los mármoles y en la base del tramo entre micasquistos: los fenómenos de contacto han alcanzado localmente alguna importancia, con la formación de anfibolitas epidóticas y hasta epidóticas. Los gneis forman un solo banco intercalado entre micasquistos.

En este apartado no nos limitaremos a las rocas del tramo de la Caldera; incluimos también las del techo y muro de éste.

Micasquistos

Son rocas formadas esencialmente por mica y cuarzo. Se observa en ellas alternancia regular de lechos muy delgados (de menos de 1 mm.) diferenciados: unos muy ricos en cuarzo y otros en mica. Estos lechos aparecen en unos casos muy planos, mientras que en otros están afectados por micropliegues bastante apretados. Es frecuente la presencia de algunos minerales con textura peciloblástica.

La moscovita y el cuarzo entran en proporciones variables, de modo que, en realidad, bajo este epígrafe se incluyen diversos tipos de rocas que van desde cuarcitas micáceas hasta micacitas propiamente dichas (1).

Es notable la escasez de biotita. Nos inclinamos a suponer, no obstante, que este mineral existió anteriormente en mayor proporción, y que ha desaparecido en gran parte por efecto de alguna fase tardía de metamorfismo regresivo. En efecto, la presencia de clorita (no toda la que se ve actualmente en las rocas, pues las hay también posterior, que carece de orientación determinada) interestratificada con moscovita, así como la de granos de óxido de hierro dispuestos según los planos de exfoliación de la moscovita, nos sugieren esta pretérita mayor riqueza en biotita.

Además de cuarzo y mica, es frecuente encontrar otros minerales: albita, anfibol, clorita, epidota, granate, estauroлита, cloritoide, turmalina y grafito. En cantidades menores: distena, carbonatos, óxidos de hierro, y rutilo. Se trata, pues, de una paragénesis propia de mesozona, correspondiente a la facies anfibolita almandínica, y dentro de ella a

(1) Empleamos el término «micacita» en el sentido estricto de roca constituida predominantemente por mica, y pobre en cuarzo. Sería conveniente llegar lo más pronto posible a la elaboración de un léxico español preciso, para las rocas metamórficas.

la subfacies de almandino-estauroлита descrita por Barrow en los Highlands de Escocia (Winkler, 1965).

Como ya se ha advertido, no nos limitamos estrictamente a las rocas del tramo de la Caldera. Las del techo y del muro de este tramo, que son precisamente micasquistos, han sido estudiadas igualmente. Así los micasquistos que afloran en el área reconocida para el presente trabajo se pueden distribuir en tres grupos:

a) Micasquistos anfibólicos, integrantes (junto con mármoles y anfibolitas) del tramo de la Caldera.

b) Micasquistos grafitosos con granate y estauroлита, del techo y del muro del tramo.

c) Micasquistos cuarzosos con albita y grafito, situados debajo del muro de dicho tramo.

Los primeros sólo han sido encontrados, hasta ahora, en el tramo de la Caldera. Tienen colores claros, con diversos tonos de verde, debido a la abundancia relativa, según los lechos, de anfibol, clorita, albita y cuarzo.

Los de los otros dos grupos, no son totalmente desconocidos en la serie de Sierra Nevada *s. str.*, pero sólo han sido observados en las capas más profundas de la misma. Son difícilmente diferenciados a simple vista. Ambos grupos tienen color gris oscuro debido a la presencia de grafito y presentan, en conjunto, un aspecto muy parecido al de los micasquistos dominantes en la serie de Sierra Nevada propiamente dicha.

a) Micasquistos anfibólico-albíticos del tramo de la Caldera.

Los micasquistos anfibólico-feldespáticos son las rocas más abundantes en este tramo de la Caldera. Tienen una potencia de aproximadamente 800 metros, y son concordantes tanto con los estratos del techo como con los del muro.

Los minerales integrantes de estas rocas, son: mica blanca, cuarzo, anfibol, albita, clorita, granate, epidota, turmalina, rutilo, cloritoide, apatito y óxido de hierro. La desaparición de alguno de estos minerales en algunas capas, así como la variación en la proporción relativa de los mismos, origina en el detalle muchas variedades distintas de micasquistos; no obstante, se pueden agrupar en las cuatro siguientes:

a₁) Micasquistos feldespático-anfibólicos con granate, epidota y turmalina.

a₂) Micasquistos granatíferos con biotita.

a₃) Micasquistos feldespáticos.

a₄) Micasquistos anfibólicos.

Las variedades a₁ y a₂ forman un conjunto poco potente debajo de los mármoles. Constituyen la parte baja del tramo de la Caldera. Encima de los

mármoles aparecen también estas variedades, junto con las a₃ y a₄, que son mucho más abundantes y que constituyen por sí solas la casi totalidad del tramo en cuestión. Su potencia alcanza aproximadamente los 700 metros.

a.) *Micasquistos feldespático-anfibólicos con granate, epidota y turmalina.*—Encima de los micasquistos cuarzosos con grafito, que forman parte del muro, aparecen unos micasquistos feldespático-anfibólicos que se caracterizan y diferencian de los restantes tipos de micasquistos de esta zona por su contenido en anfibol peciloblástico.

La roca tiene color gris verdoso claro. Macroscópicamente se observan en ella laminillas de moscovita, y cristales de feldespato de 1 a 2 mm. La estructura es esquistosa, pero la roca es bastante coherente, debido sin duda a la abundancia de cuarzo y de feldespato en relación con la mica.

Al microscopio se observan los siguientes minerales: moscovita, cuarzo, feldespato, anfibol, granate, epidota, turmalina y mena metálica.

La esquistosidad de la roca viene dada por la disposición paralela de bandas de mica, en cuyo inte-



Fig. 1.—Granate peciloblástico con inclusiones de cuarzo, en un micasquisto feldespático anfibólico, tipo a₁). Polarizador solo; 34 ×.



Fig. 1.—Granate peciloblástico con inclusiones de cuarzo, en un micasquisto feldespático anfibólico, tipo a_1). Polarizador solo; $34 \times$.

rior quedan englobados abundantes cristalitas de epidota y turmalina.

El granate forma peciloblastos con inclusiones de cuarzo (microft. 1 y 2).

El feldespato y el anfíbol forman grandes cristales, groseramente orientados según la esquistosidad. El feldespato es una albita con $An_{10}-An_{16}$. El anfíbol es una variedad de glaucofana *s. lat.*, con las siguientes características ópticas:

X = amarillo pálido-amarillo verdoso.

Y = verde oscuro.

Z = verde azulado.

$2V_x = 54-64^\circ$.

$Z \wedge c = 14-21^\circ$.



Fig. 2.—Idem. Nic. cruzados; 34 x.

Tanto la albita como el anfíbol son peciloblásticos. Sus inclusiones son cristales de epidota y turmalina totalmente análogos a los que hay dentro de las bandas de mica. Estas inclusiones están orientadas paralelamente entre sí, dentro de cada peciloblasto, pero estas orientaciones son diferentes según los peciloblastos. Esto hace pensar que estos dos minerales deben pertenecer a una paragénesis posterior, y que en parte se formaron a expensas

de la mica blanca. Su desarrollo es posterior a la esquistosidad principal de la roca, y han sustituido la mica blanca, respetando en parte la epidota, la turmalina y el cuarzo.



Fig. 3.—Microplegues en micasquisto granatífero con biotita, tipo a_2). Nic. cruzados; 45 x.

Además de la mica que forma las bandas bien orientadas, hay gruesos cristales de este mismo mineral situados de forma más o menos transversa a la esquistosidad, y que deben pertenecer a una generación posterior de minerales.

Se observan también en las preparaciones pequeños cristales de clorita. Están situados en las bandas de moscovita o alrededor de los cristales de anfíbol. Esta clorita está parcialmente desorientada con respecto a la esquistosidad. Como producto de alteración del anfíbol se presenta también clorita, en agregados fibroso-radiales.

Localmente, los micasquistos se empobrecen en albita, que llega a desaparecer, y aumenta, en cambio, el contenido en mica; aparecen además algunos cristales de cloritoide y de apatito.

a_2) *Micasquistos granatíferos con biotita*.—En continuidad con los micasquistos anteriores, y por

encima de los mismos, se encuentran unos micasquistos granatíferos con biotita (microft. 3). Tienen color de gris plateado a gris oscuro. Son fuertemente esquistosos, y en ellos a simple vista sólo se distinguen granates de 2 a 3 mm. de diámetro.

Al microscopio presentan la siguiente composición mineralógica: mica blanca, cuarzo, granate, biotita, turmalina, epidota y mena metálica.



Fig. 4.—Micasquisto feldespático, tipo a_3). Sustitución de mica blanca por peciloblastos de albita pertenecientes a una paragénesis posterior. Nic. cruzados; 9 x.

Los granates, que son abundantes, tienen pocas inclusiones de cuarzo y son generalmente idiomorfos. Su color es rojo oscuro. En lámina delgada presentan un ligero color rosado. El parámetro de la celdilla unidad, determinado a partir de varios diagramas de difracción, es aproximadamente $a_0 = 11,55 \text{ \AA}$. El índice de refracción, determinado con un microrefractómetro Zeiss, es ligeramente superior a 1,82. Estos dos valores corresponden,

según los diagramas triangulares de Sriramadas (1957), a un granate con un contenido en almandino, del 75, y 25 % de espesartita.

La mica blanca forma bandas de orientación subparalela, que parecen rodear, en parte, a los cristales de granate.

La biotita se presenta en pequeños cristales irregulares dentro de las bandas de mica y en continuidad con ellas; también se encuentra rodeando



Fig. 5.—Peciloblastos de plagioclasa en micasquisto feldespático del tipo a_3). Las inclusiones de cuarzo, epidota, rutilo, y turmalina, tienen una orientación diferente dentro de cada peciloblasto, y están giradas respecto a la orientación preferencial de la mica en la matriz. Nic. cruzados; 15 x.

algunos granates. Este mineral parece un producto de transformación parcial de la moscovita.

La turmalina y la epidota son muy escasas.

a_3 y a_1) *Micasquistos feldespáticos y anfibólicos*.—Estos micasquistos son más abundantes en la parte alta del tramo. El paso de una a otra de ambas variedades es gradual, por variación rela-

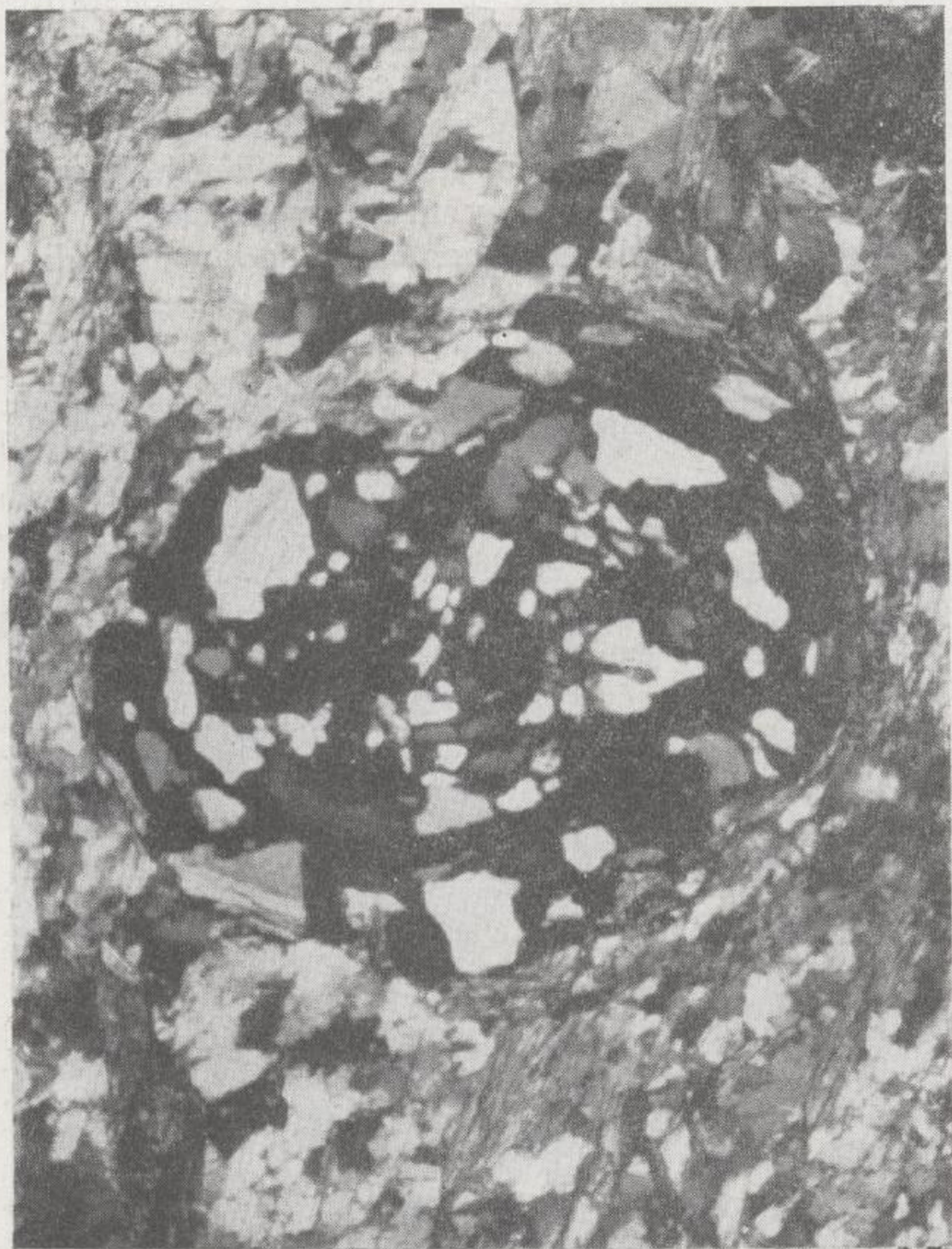


Fig. 2.--Idem. Nic. cruzados ; 34 x.



Fig. 3.—Micropliegues en micasquisto granatífero con biotita, tipo a_2). Nic. cruzados; 45 \times .



Fig 4.—Micasquisto feldespático, tipo a_3). Sustitución de mica blanca por peciloblastos de albita pertenecientes a una paragénesis posterior. Nic. cruzados; 9 \times .



Fig. 5.—Peciloblastos de plagioclasa en micasquisto feldespático del tipo a_3). Las inclusiones de cuarzo, epidota, rutilo, y turmalina, tienen una orientación diferente dentro de cada peciloblasto, y están giradas respecto a la orientación preferencial de la mica en la matriz. Nic. cruzados; 15 \times .

tiva en la proporción de sus minerales integrantes. Así se originan alternancias repetidas entre micasquistos anfibólicos, anfibólico-feldespáticos, y feldespáticos. Todos ellos contienen granate, epidota, clorita, turmalina, rutilo y óxido de hierro.

Los micasquistos feldespáticos a_1 (microfot. 4 y 5) tienen color verde. A simple vista se distinguen sólo los cristales de feldespato, de 1 a 2 mm. de diámetro. La composición mineralógica es la siguiente: mica blanca, feldespato, cuarzo, epidota, clorita, turmalina, rutilo y óxido de hierro.

La roca está formada por bandas alternantes de mica blanca y de cuarzo, en cuyo interior se encuentran pequeños cristales de epidota y de turmalina, orientados siguiendo la esquistosidad. Estas bandas se ven interrumpidas por la presencia de numerosos peciloblastos de feldespato que rompen su continuidad, superponiéndose a la esquistosidad general de la roca. Este feldespato es una albita con An_6 - An_{10} . Se presenta generalmente sin maclar, o con macla de Carlsbad; también se observan algunas maclas polisintéticas, según la ley de la albita. Las inclusiones son principalmente de cuarzo y epidota y, menos abundante, de rutilo, turmalina, anfíbol y óxido de hierro. Estas inclusiones tienen una orientación paralela entre sí, diferente dentro de cada cristal de albita. A veces se disponen formando micropliegues, los cuales continúan con los de las bandas micáceas que envuelven a los feldespatos. Gran parte de las inclusiones de albita formaban parte de una paragénesis anterior de este micasquisto, y su orientación mutua indica que la roca era ya esquistosa cuando se originó la formación de albita. La presencia de algunos cristallitos de anfíbol formando parte de estas inclusiones, indica que la albita es también posterior, por lo menos en parte, a la formación de este mineral.

Los micasquistos anfibólicos sin feldespato a_2 (microfot. 6) son menos frecuentes que los de las variedades que contienen ambos minerales. Su color es verde, más intenso que el de los micasquistos feldespáticos. A simple vista se distinguen abundantes granates que pueden alcanzar localmente hasta 1 cm. de diámetro. Estas rocas son más fácilmente exfoliables que las anteriores, por efecto de la mayor abundancia relativa de mica.

Al microscopio se observan los siguientes minerales: mica blanca, cuarzo, anfíbol, granate, epidota, turmalina y mena metálica.

La mica blanca forma bandas alternantes con capas constituidas por pequeños cristales de cuarzo, las cuales muestran una estructura en mortero.

La epidota y la turmalina, en pequeños cristales aciculares, están contenidos en las bandas micáceas.

El anfíbol es una variedad de glaucófana con:

$$2V_x = 54-70^\circ.$$

$$Z^c = 21-32^\circ.$$

X = amarillo verdoso.

Y = verde oscuro.

Z = verde azulado.

Los granates son los granos de mayor tamaño en estas rocas; su diámetro oscila entre 0,5 y 1



Fig. 6.—Micasquisto anfibólico sin feldespato, tipo a_1). Los cristales de anfíbol, xenomorfos, siguen la orientación preferencial de la matriz. Polarizador solo; 10 \times .

centímetro, excepcionalmente pueden alcanzar los 3 cm. Con frecuencia están bastante alterados a clorita. El parámetro de la celdilla unidad es aproximadamente igual que el del granate de los micasquistos del tipo anterior, por lo que se puede clasificar también como almandino, con bajo contenido en espesartita.



b) *Micasquistos grafitosos con granate y estauroлита.*

Estos micasquistos (microfot. 7) se encuentran principalmente representados en el techo del tramo de la Caldera. El pico del Mulhacén, que es la cima más alta de Sierra Nevada (y de la Península), está formado precisamente por estos micasquistos. En el muro también aparecen con características simi-



Fig. 7.—Micasquisto grafitoso con granates y estauroлита, tipo b). Cristal de estauroлита; en su periferia está parcialmente transformado en sericita. Bandas de mica discontinuas por efecto de la milonitización. Nic. cruzados; 11 \times .

lares, pero en éstos la estauroлита es menos abundante y forma cristales más pequeños.

Tienen color gris oscuro y son fácilmente exfoliables, lo que se explica por la abundancia de mica. Contienen abundantes granates de 1 a 3 milímetros de diámetro, de color rojo oscuro, parcialmente alterados a óxidos de hierro. Contienen tam-

bién cristales de estauroлита cuyo tamaño puede alcanzar algo más de 1 cm. de longitud, y otros de cloritoide monoclinico de 2 a 6 mm. La presencia de estauroлита en estos micasquistos no había sido citada hasta ahora, ni tampoco en el resto de la serie de Sierra Nevada.

Al microscopio se distinguen los siguientes minerales: mica blanca, cuarzo, granate, grafito, clorita, estauroлита, y dos tipos de cloritoide. La presencia de granate es constante en estas rocas, mientras que tanto el cloritoide como la estauroлита pueden estar presentes o no.

En lámina delgada se comprueba una fuerte tectonización, que puede llegar a verdadera milonitización. Por efecto de la misma, las bandas de mica se estiran hasta llegar a romperse su continuidad, aislándose entre sí en una serie de lentejones o amígdalas de este mineral; el cuarzo, que forma bandas alternantes con la mica, se fragmenta en diminutos cristallitos de bordes suturados, con extinción ondulante y una orientación óptica preferencial.

La clorita, que se presenta en pequeños cristales, sigue la orientación marcada por la esquistosidad general; se encuentra en las bandas de mica, y en cristales aislados entre el cuarzo.

El grafito se encuentra exclusivamente dentro de las bandas micáceas, muy concentrado en algunas de ellas.

Los granates son generalmente hipidiomorfos. Se superponen a la esquistosidad general rompiendo la continuidad de las capas micáceas. Son incoloros o ligeramente rosados. Algunos son peciloblásticos, con inclusiones de cuarzo. También se observan, aunque no muy numerosos, granates helicíticos.

El cuarzo parece parcialmente recrystalizado por efecto de la milonitización. Forma cristales mayores que los habituales, que presentan fuerte extinción ondulante.

La estauroлита se encuentra asociada a pequeños cristales de mica blanca y cloritoide (microfot. 8). Estos tres minerales forman agregados muy alargados según la linealidad de la roca, con sección amigdaloides perpendicularmente a la misma.

La estauroлита tiene las características ópticas siguientes:

$$2V_z = 82-100^\circ.$$

1 +.

X = Y = amarillo pálido.

Z = amarillo anaranjado.

El cloritoide asociado con ella tiene:

$$2V_z = 58-70^\circ.$$

1 —.

X = Y = azul pálido.

Z = azul celeste pálido.



Fig. 6.—Micasquisto anfibólico sin feldespato, tipo a_4). Los cristales de anfíbol, xenomorfos, siguen la orientación preferencial de la matriz. Polarizador solo; 10 \times .



Fig. 7.—Micasquisto grafitoso con granates y estaurolita, tipo *b*). Cristal de estaurolita; en su periferia está parcialmente transformado en sericita. Bandas de mica discontinuas por efecto de la milonitización. Nic. cruzados; 11 \times .

Maclas polisintéticas muy frecuentes.

La mica blanca tiene un ángulo $2V_z = 40^\circ$, por lo cual se podría clasificar como paragonita o como moscovita. Para eliminar esta indeterminación, hemos aislado el mineral micáceo íntimamente asociados con un cristal de estauroлита, y obtenido un



Fig. 8.—Nódulo de estauroлита en un micasquisto del tipo b). La periferia del cristal, parcialmente alterada, toma un color oscuro debido a la presencia de óxidos de hierro finamente dividido. La forma de nódulo se completa por la envoltura de sericita y cloritoide, productos de alteración final de la estauroлита. Polarizador solo; 11 \times .

diagrama de difracción conjunta de este material; este diagrama revela que hay una pequeña cantidad de paragonita. La pirofilita, que podría esperarse como producto de alteración de la estauroлита, no aparece en absoluto en estas rocas. Dada la gran abundancia relativa de moscovita y cloritoide en proporción parecida, y una cantidad de moscovita respecto a la paragonita y el pequeño tamaño de grano, llamaremos sericita a esta mica blanca.

Este cloritoide, así como la sericita, son productos de alteración de cristales relativamente grandes de estauroлита, pertenecientes a una paragénesis anterior. En algunos casos ambos minerales sustituyen casi totalmente a la estauroлита, dejando sólo algunos restos de este mineral sin transformar, los cuales quedan aislados entre sí, pero conservando la misma orientación óptica. Esta orientación se caracteriza por la coincidencia del eje Z con el eje B de la linealidad. Por el contrario, la sericita y el cloritoide no presentan absolutamente ninguna orientación preferencial con respecto a la esquistosidad o la linealidad.

Hay otro tipo de cloritoide en estas rocas que es paragenético con la estauroлита o anterior, y cuya orientación, siguiendo la esquistosidad de la roca, es muy marcada. Este cloritoide tiene las siguientes características ópticas:

$$2V_z = 56-70^\circ.$$

Z = incoloro.

Y = X = verde-azul pálido.

1—.

Plano óptico paralelo a (010).

Plano de macla paralelo a (001); generalmente se trata de macla de dos individuos, a veces consta de tres o cuatro; esta característica contrasta con el tipo de cloritoide anterior, en el cual los individuos de la macla eran muy numerosos.

Este mineral se presenta en cristales mayores que los del cloritoide anteriormente descrito, con caras rómbicas o rectangulares de 2×6 mm. Su color, negro a simple vista, es probablemente debido a las numerosas inclusiones grafitosas que presenta diseminadas en su interior. Su diagrama de difracción permite clasificarlo como un cloritoide monoclinico, según Halferdahl, L. B. (1961). Este polimorfo monoclinico parece originarse en condiciones de presión y temperatura más elevadas que las propias de formación del triclinico.

c) Micasquistos cuarzosos con albita y grafito.

Forman la parte más profunda del flanco N-NE del gran anticlinal de Sierra Nevada. Alternan con micasquistos grafitosos más pobres en cuarzo, análogos a los predominantes en el resto de la serie de Sierra Nevada propiamente dicha, los cuales han sido designados en el corte (fig. 1) como variedad d).

Presentan numerosos repliegues del orden del centímetro al decímetro, cuyos ejes tienen una dirección predominante N. 40° E. y están inclinados de 10° a 20° al N. La dirección de los ejes b de la linealidad coincide con la anterior. Perpendicularmente a la misma se observan numerosas frac-

turas (diaclasas de tensión y pequeñas fallas). Casi todas ellas tienen sus labios tapizados por una asociación de cristales de origen hidrotermal, sobre la cual se trata más adelante.

A simple vista esta roca es gris oscura, de grano muy fino; presenta estructura esquistosa, con fuerte linealidad. En cortes transversales a la dirección de linealidad se distinguen bien numerosos micropliegues, gracias a la alternancia de lechos más o menos ricos en cuarzo.

Al microscopio, se distinguen los minerales siguientes: cuarzo y mica blanca en cantidades aproximadamente iguales; y, en menor proporción, clorita, grafito, albita y algo de carbonato.

La mica blanca y la clorita forman bandas subparalelas con abundantes micropliegues, entre las cuales se dispone el cuarzo en pequeños cristales de bordes indentados. El grafito, pulverulento, se dispone entre las capas micáceas, subrayando los micropliegues formados por la mica.

La albita (An_{68}) forma pecioblastos de mayor tamaño que los restantes minerales, con inclusiones de cuarzo y grafito (microfot. 9). Estas últimas tienen en el interior de la albita el mismo aspecto que entre las capas micáceas; es decir, forman bandas paralelas que a veces dibujan pequeños pliegues. La orientación del grafito es diferente para cada cristal de albita. Todo ello puede explicarse por una formación de la albita posterior a la esquistosidad, y la posterior rotación diferencial de los pecioblastos en una fase de metamorfismo más tardía.

Mármoles

Caracteres generales.—En el tramo de la Caldera, los mármoles se presentan intercalados entre los micasquistos (*). En el sector del Mulhacén y hacia el SW. hasta el río Veleta, constituyen un banco de aproximadamente 20 metros de potencia. Su color es de amarillo a marrón, debido al contenido relativamente alto en óxidos de hierro. El análisis químico de dos de estas muestras de mármol ha dado los valores de 2,7 y 1,6 por 100 en peso de Fe_2O_3 respectivamente.

Por encima de este banco principal, aparecen varias capas de espesor variable entre 5 y 20 cm., alternantes con micasquistos y filones-capas de anfibolita.

(*) Existe otro afloramiento de mármoles, en la serie de Sierra Nevada, en el paraje denominado La Calera, próximo a las localidades de Jerez del Marquesado y Alquife. Su situación estratigráfica podría ser, en principio, correlacionable con la de los mármoles de este tramo. Debemos su localización a nuestro amigo D. Angel Casas Morales, excelente conocedor de Sierra Nevada y autor de varios trabajos sobre su geomorfología.

Junto a la calcita y la dolomita, principales minerales de estas rocas, aparecen los siguientes minerales: mica blanca, granate, albita, cuarzo, epidota y turmalina; éstos se encuentran igualmente



Fig. 9.—Micasquisto cuarzosos con albita y grafito, tipo c). Blastesis sincinemática de albita en sustitución de la mica. El grafito que estaba diseminado entre las capas de mica queda redistribuido como inclusiones orientadas en la albita. Nic. cruzados; 33 \times .

repartidos en el interior de la roca, o selectivamente concentrados en capas paralelas a la estratificación.

El carácter calizo-dolomítico de estos mármoles ha sido comprobado mediante el análisis térmico diferencial realizado sobre tres muestras.

Describiremos a continuación tres variedades de mármol representativas de este banco principal; éstas no se presentan bien delimitadas en el afloramiento, pero en los ejemplares macroscópicos se observan diferencias bastante marcadas.

a) Mármol anfibólico.

b) Mármol cipolínico con granate y nódulos de siderita.

c) Mármol cipolínico con albita y alternancias micasquistas.



Fig. 8.—Nódulo de estaurolita en un micasquisto del tipo *b*). La periferia del cristal, parcialmente alterada, toma un color oscuro debido a la presencia de óxidos de hierro finamente dividido. La forma de nódulo se completa por la envoltura de sericita y cloritoide, productos de alteración final de la estaurolita. Polarizador solo; 11 \times .



Fig. 9.—Micasquisto cuarzoso con albita y grafito, tipo *c*). Blastesis sincinemática de albita en sustitución de la mica. El grafito que estaba diseminado entre las capas de mica queda redistribuido como inclusiones orientadas en la albita. Nic. cruzados; 33 ×.

La variedad *a*) se presenta solamente en contacto con algunos filones-capa o lentejones de anfibolita. Los mármoles próximos a estos filones presentan una gran riqueza de anfíbol, mientras que no aparece en ningún otro tipo de mármol de este afloramiento. Esta riqueza en anfíbol da un color a la roca, que va desde el amarillo-marrón típico de estos mármoles, hasta un verde muy oscuro.

A simple vista, se observan los cristales prismáticos de anfíbol, de 2 a 4 mm. de longitud, desorientados en el interior de la roca.

Al microscopio se distinguen los siguientes minerales: carbonato, anfíbol, mica blanca, epidota,

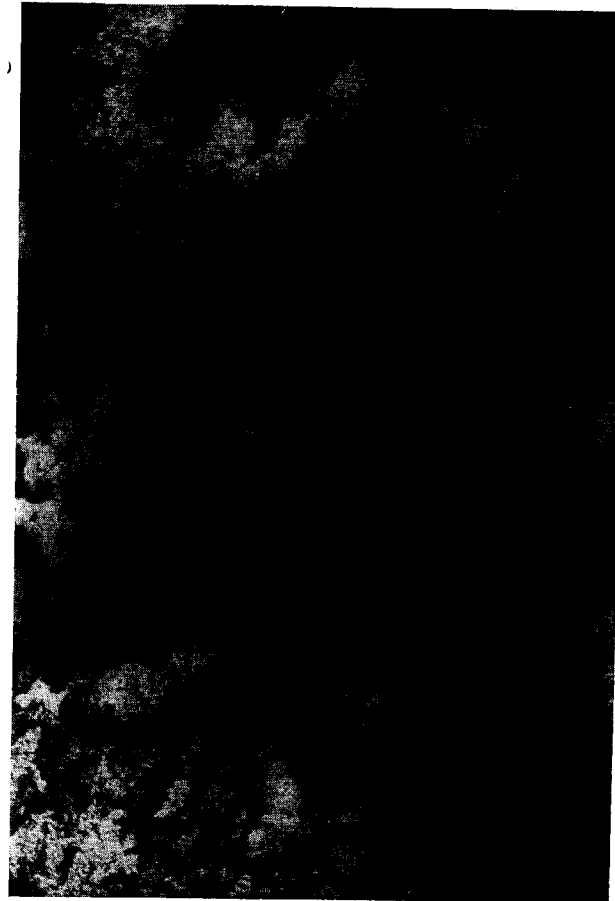


Fig. 10.—Mármol cipolínico con granate y nódulos de siderita, tipo *b*). Alrededor de estos últimos se observa una pátina de óxido de hierro, que penetra por las fisuras hacia el interior de los cristales. Polarizador solo; 10 x.

cuarzo, albita, clorita y mena metálica. En algunos ejemplares, la composición mineralógica se limita casi exclusivamente a carbonato y anfíbol.

Los cristales de anfíbol son de hipidiomorfos a

idiomorfos, en muchos casos peciloblásticos con inclusiones de carbonato. Presentan las siguientes características ópticas:

$$2V_x = 76-80^\circ.$$

$$Z \sim c = 13-29^\circ.$$

X = incoloro a amarillo verdoso pálido.

Y = verde pálido.

Z = verde pálido-verde amarillo pálido.

Todas estas características parecen corresponder a una hornblenda magnesiánica.

En algunos ejemplares aparecen bandas alternantes de constitución diferente: unas formadas por carbonato y anfíbol; otras formadas por carbonato, albita, mica blanca, epidota y cuarzo.

En este tipo de mármol aparece en pequeña proporción una variedad de epidota, con pleocroísmo:

X = de amarillo pálido a incoloro.

Y = amarillo.

Z = amarillo intenso,

que no hemos observado en ninguna otra epidota de las rocas de esta zona.

$$2V_x = 74-80^\circ.$$

X coincide aproximadamente con el eje *c*.

El plano de los ejes ópticos es perpendicular a la mayor longitud de los prismas.

Por todas estas características nos inclinamos a clasificar este mineral como una pistacita rica en hierro.

El mármol cipolínico con granate y nódulos de siderita, variedad *b*) (microfot. 10), muestra a simple vista una estructura esquistosa, dada por la abundancia de mica blanca existente entre el carbonato. Presenta abundantes granates de 2 a 6 mm. de diámetro (microfot. 11). Tiene color marrón.

Al microscopio, se observa una diferenciación en bandas paralelas de mica blanca, junto con epidota, granate y turmalina, alternando con otras de carbonato, en el interior de las cuales hay pequeños cristales de albita, cuarzo, epidota y mica blanca.

La epidota, bastante abundante en este tipo de mármol, se presenta en cristales prismáticos, hipidiomorfos, con las siguientes características ópticas:

$$2V_x = 78-86^\circ.$$

X = amarillo pálido.

Y = de amarillo pálido a incoloro.

Z = amarillo intenso.

El plano de los ejes ópticos es perpendicular a la mayor longitud de los prismas.

Estos datos corresponden, según Winchell (1964), a una variedad de pistacita con 16 a 25 moles por 100 de $\text{Si}_3\text{O}_{13}\text{Fe}_3\text{Ca}_2\text{H}$ y de 84 a 75 moles por 100 de $\text{Si}_3\text{O}_{13}\text{Al}_3\text{Ca}_2\text{H}$.

La siderita se encuentra diseminada en parte en la matriz de estas rocas y principalmente concen-

trada en nódulos de tamaño variable desde 1 hasta 7 cm. Estos nódulos están aplanados, presentando su menor dimensión perpendicular a los planos de fisilidad o disyunción de la roca. La mica y demás minerales de metamorfismo existentes en estos mármoles, se adaptan a la forma externa de los nódulos, rodeándolos en parte. Estos datos nos hacen suponer que la formación de siderita no se

tales de mica blanca homogéneamente repartidos en la masa de carbonato. A veces, intercalados entre lechos marmóreos de esta naturaleza, aparecen otros micasquistosos de varios mm. de espesor.

Al microscopio, la roca presenta textura granoblástica de grano fino, con una ligera orientación de la mica. Los minerales integrantes son: carbonato, mica blanca, albita, cuarzo y óxidos de hierro.

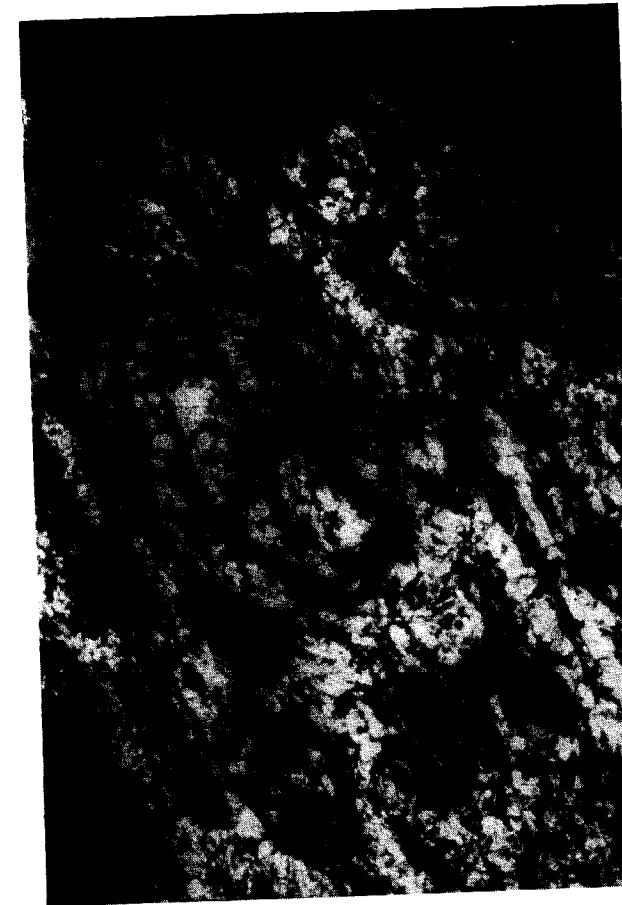


Fig. 11.—Peciloblasto de granate esquelético, en mármol cipolínico con granate y nódulos de siderita, tipo *b*). Las inclusiones de cuarzo, muy abundantes, ocupan la mayor parte del peciloblasto. Alrededor del mismo hay una envoltura micácea. Nic. cruzados; 9 x.

debe a una mineralización tardía, de las que con posterioridad al metamorfismo han afectado esta zona, sino que por el contrario, se debió originar en relación con las vulcanitas básicas que, por metamorfismo, han originado las anfibolitas.

El mármol cipolínico con albita y alternancias micasquistosas, variedad *c*) (microfot. 12), es el más puro del tramo. El color de la roca es blanco amarillento. A simple vista se observan diminutos cris-



Fig. 12.—Mármol cipolínico con albita y alternancias micasquistosas, tipo *c*). Límite entre una capa marmórea y otra micasquistosa de matriz calcárea. Nic. cruzados; 9 x.

La mica blanca se presenta en pequeños cristales prismáticos. En láminas aisladas de este mineral hemos determinado el ángulo de los ejes ópticos obteniendo los siguientes valores: $2V_x = 34-40^\circ$, lo que nos permite clasificarla como moscovita.

La albita hipidiomorfa, generalmente sin maclar o con macla de la albita, tiene $2V_x = 96-106^\circ$, lo que corresponde a An_{0-10} .

En los delgados lechos micasquistosos (microfot. 13), se observa una mayor abundancia de

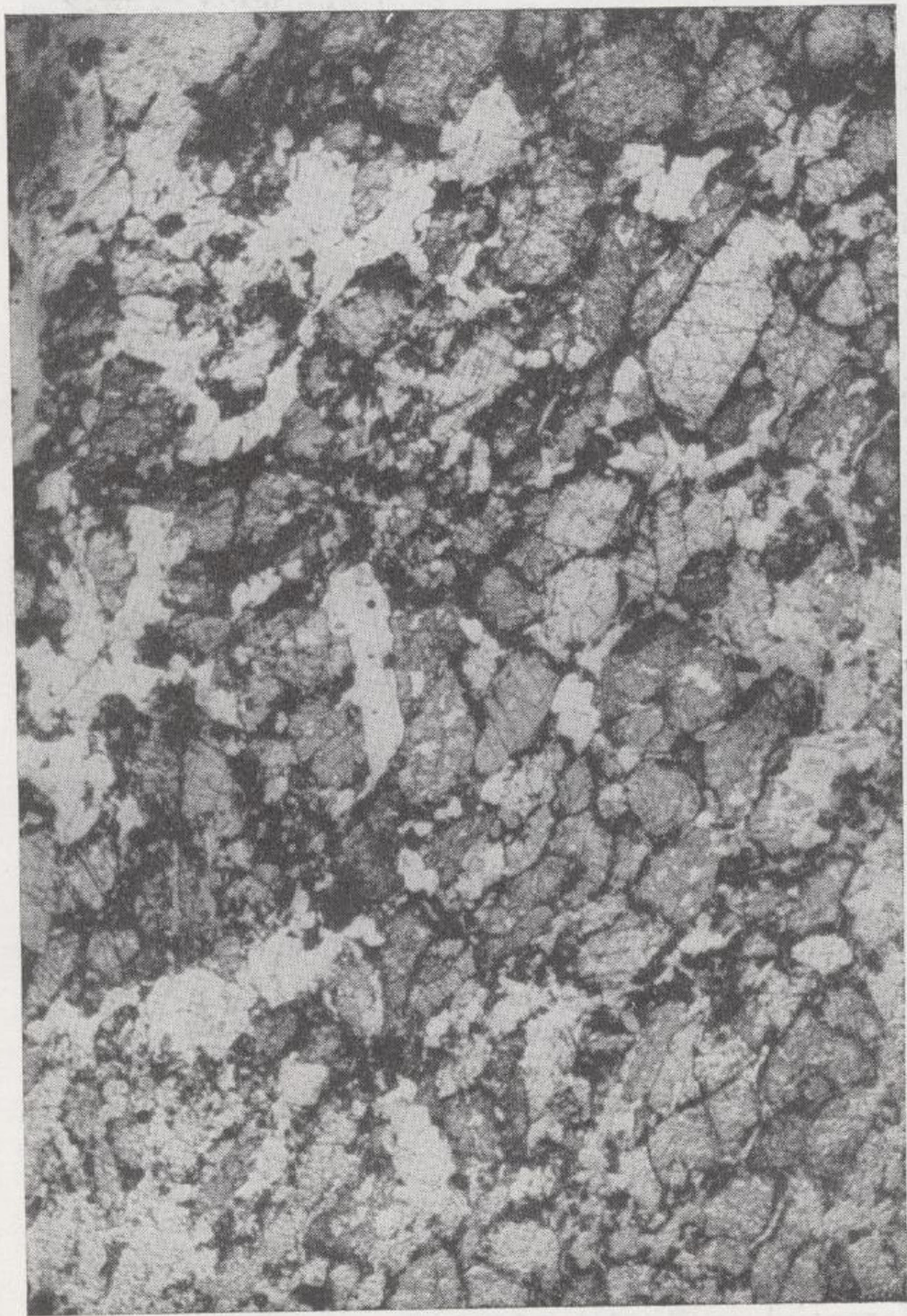


Fig. 10.—Mármol cipolínico con granate y nódulos de siderita, tipo *b*). Alrededor de estos últimos se observa una pátina de óxido de hierro, que penetra por las fisuras hacia el interior de los cristales. Polarizador solo; 10 \times .



Fig. 11.—Peciloblasto de granate esquelético, en mármol cipolínico con granate y nódulos de siderita, tipo *b*). Las inclusiones de cuarzo, muy abundantes, ocupan la mayor parte del peciloblasto. Alrededor del mismo hay una envoltura micácea. Nic. cruzados; 9 ×.

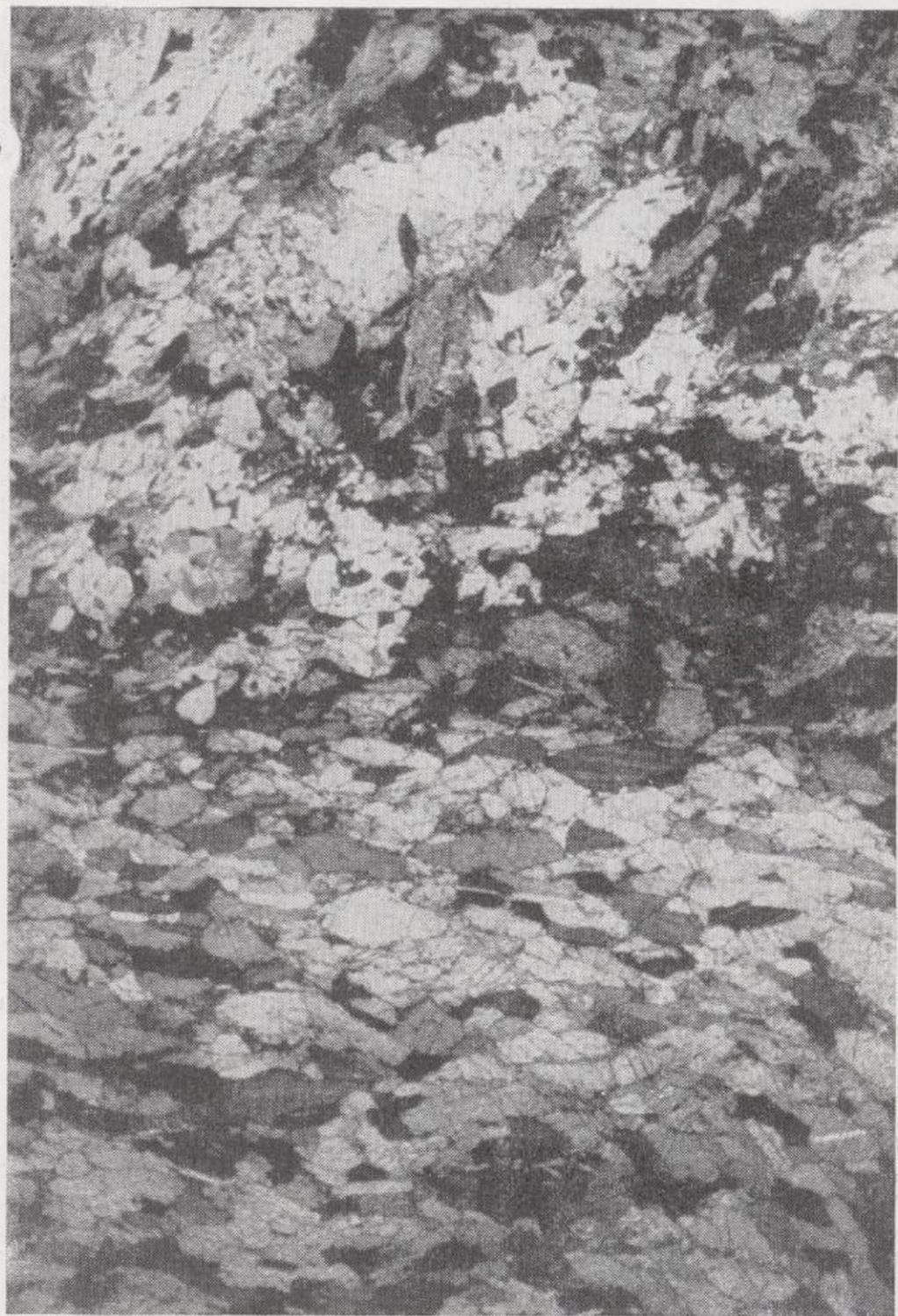


Fig. 12.—Mármol cipolínico con albita y alternancias micasquistas, tipo *c*). Límite entre una capa marmórea y otra micasquística de matriz calcárea. Nic. cruzados; 9 ×.

mica blanca, junto con epidota y turmalina, todo ello en una matriz calcárea.



Fig. 13.—Detalle de una capa de micasquisto epidótico en un mármol, tipo c). Polarizador solo; 31 x.

Anfibolitas

Las anfibolitas aparecen en el tramo de la Caldera, en relación con los mármoles o, por debajo de éstos, intercaladas entre micasquistos.

En el primer caso se presentan en forma de filones-capa o lentejones aproximadamente concordantes con la estratificación. La potencia de estos filones varía desde 10 cm. hasta 2 ó 3 metros. El color de estas anfibolitas varía entre verde oscuro y amarillo verdoso, según la mayor o menor proporción de epidota frente a anfíbol que posean.

La variación del contenido en epidota frente a anfíbol, origina una serie de rocas de composición mineralógica intermedia entre una anfibolita y una epidotita. En el primer caso, el anfíbol forma un entramado de cristales prismáticos, que junto con algo de mena metálica, son los únicos componentes de la roca; en el caso de la epidotita, no es nunca la epidota el único mineral integrante, sino

que va acompañada de anfíbol, titanita y algo de carbonato. Los tipos más frecuentes son los intermedios, que contienen además de los minerales antes citados, albita, carbonato, rutilo y cuarzo en cantidades menores.

Las anfibolitas existentes en la base del tramo están intercaladas entre micasquistos; sus afloramientos tienen una potencia mayor en algunos casos, que las que aparecen junto a los mármoles, pudiendo alcanzar hasta 20 metros de espesor. Son anfibolitas granatíferas y granatífero-micáceas.

a) *Anfibolitas epidóticas con fenoblastos de feldespato.*

A simple vista, se observa una disposición en bandas subparalelas, de color verde oscuro, formadas por anfíbol y epidota, alternando con otras de color blanco, constituidas por fenoblastos de feldespato de 3 a 6 mm. de longitud.

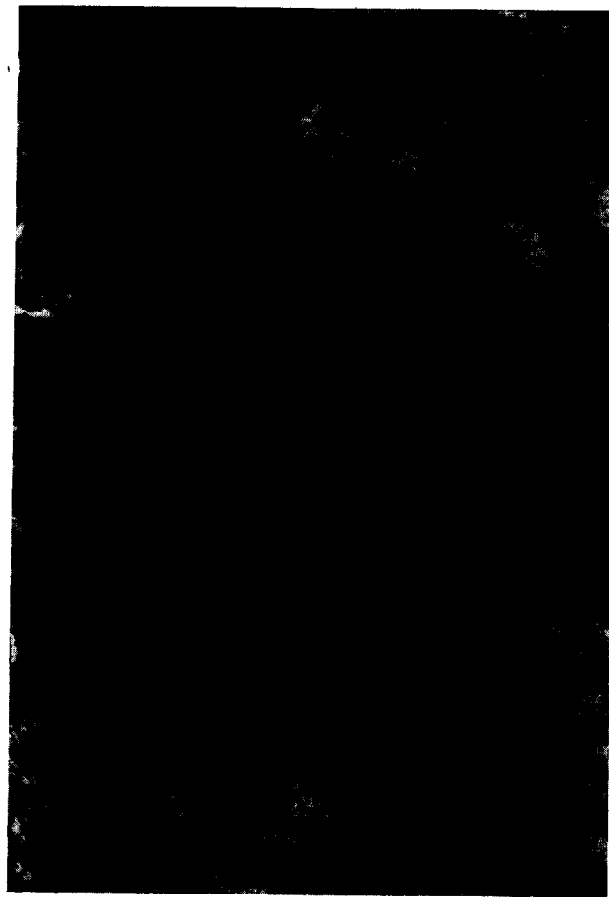


Fig. 14.—Anfibolita epidótica, tipo a). Cristales de anfíbol y epidota con orientación preferencial. Nic. cruzados; 12 x.

Al microscopio se observan: anfíbol, epidota, plagioclasa y cuarzo. El anfíbol y la epidota forman un entramado de cristales (microfot. 14), entre los cuales hay algunos cristallitos de cuarzo con extinción ondulante y bordes suturados. Todos estos cristales presentan una disposición más o menos paralela, y se adaptan alrededor de los fenoblastos de plagioclasa.

El anfíbol tiene:

$$2V_x = 62-70^\circ.$$

$$Z^c = 14-18^\circ.$$

X = amarillo verdoso.

Y = verde oscuro.

Z = verde azulado.

Estas características son propias de una hornblenda rica en hierro.

La epidota tiene:

$2V_x = 74-80^\circ$, valor que corresponde a una pistacita con 25-28 moles por 100 de $Si_3O_{13}Fe_3Ca_2H$ y 75-72 moles por 100 de $Si_3O_{13}Al_3Ca_2H$.

La plagioclasa es una albita que se presenta sin maclar o con maclas, polisintéticas, según la ley de la albita.

En otras preparaciones, la misma roca se presenta sin fenoblastos de feldespato.

b) *Epidotita anfibólica.*

Roca compacta de grano fino a grueso, formada por una matriz de epidota de color amarillo verdoso, en la cual aparecen aislados cristales de anfíbol, que pueden alcanzar hasta 2 cm. de largo.

Al microscopio se observan los siguientes minerales: epidota, anfíbol, carbonato, albita y titanita. El anfíbol forma cristales de hipidiomorfos a idiomorfos, a veces atravesados por la epidota. Esto parece indicar que la formación de la epidota es coetánea, o en parte posterior a la del anfíbol.

Son notables en estas rocas, intercrecimientos micropegmatíticos de carbonato y anfíbol, y de cuarzo y anfíbol que parecen rellenar huecos entre los otros minerales.

La epidota presenta:

$$2V_x = 82-87^\circ.$$

l —.

Plano de los ejes ópticos perpendicular al eje b.

Todas estas características corresponden a una pistacita con 15 a 20 moles por 100 de $Si_3O_{13}Fe_3Ca_2H$ y 85 a 80 por 100 moles por 100 de $Si_3O_{13}Al_3Ca_2H$.

El anfíbol es pleocroico entre:

X = amarillo verdoso.

Y = verde.

Z = verde.

$$2V_x = 78-82^\circ.$$

$$Z^c = 14^\circ.$$

Estos valores pueden corresponder a una actinolita o a una hornblenda magnesiana.

La titanita es bastante abundante en estas rocas; se representa en cristales idiomorfos o hipidiomorfos.

c) *Anfibolitas granatíferas.*

Son rocas de estructura esquistosa-microplegada y color verde oscuro. A simple vista se observan



Fig. 15.—Peciloblastos de granate con inclusiones orientadas de anfíbol, rutilo y epidota, en una anfibolita granatífera, tipo c). Nic. cruzados; 11 x.

numerosos cristales de granate de 1 a 5 mm. de diámetro, de color rojizo, mineral que no es frecuente en las otras variedades de anfibolitas citadas (microfot. 15). El anfíbol se presenta fuertemente orientado según la dirección de linealidad; sólo en parte es visible macroscópicamente. Además de estos minerales, se observan, en las superficies de exfoliación, láminas de mica blanca que pueden alcanzar en algunos ejemplares hasta 1 centímetro de longitud.

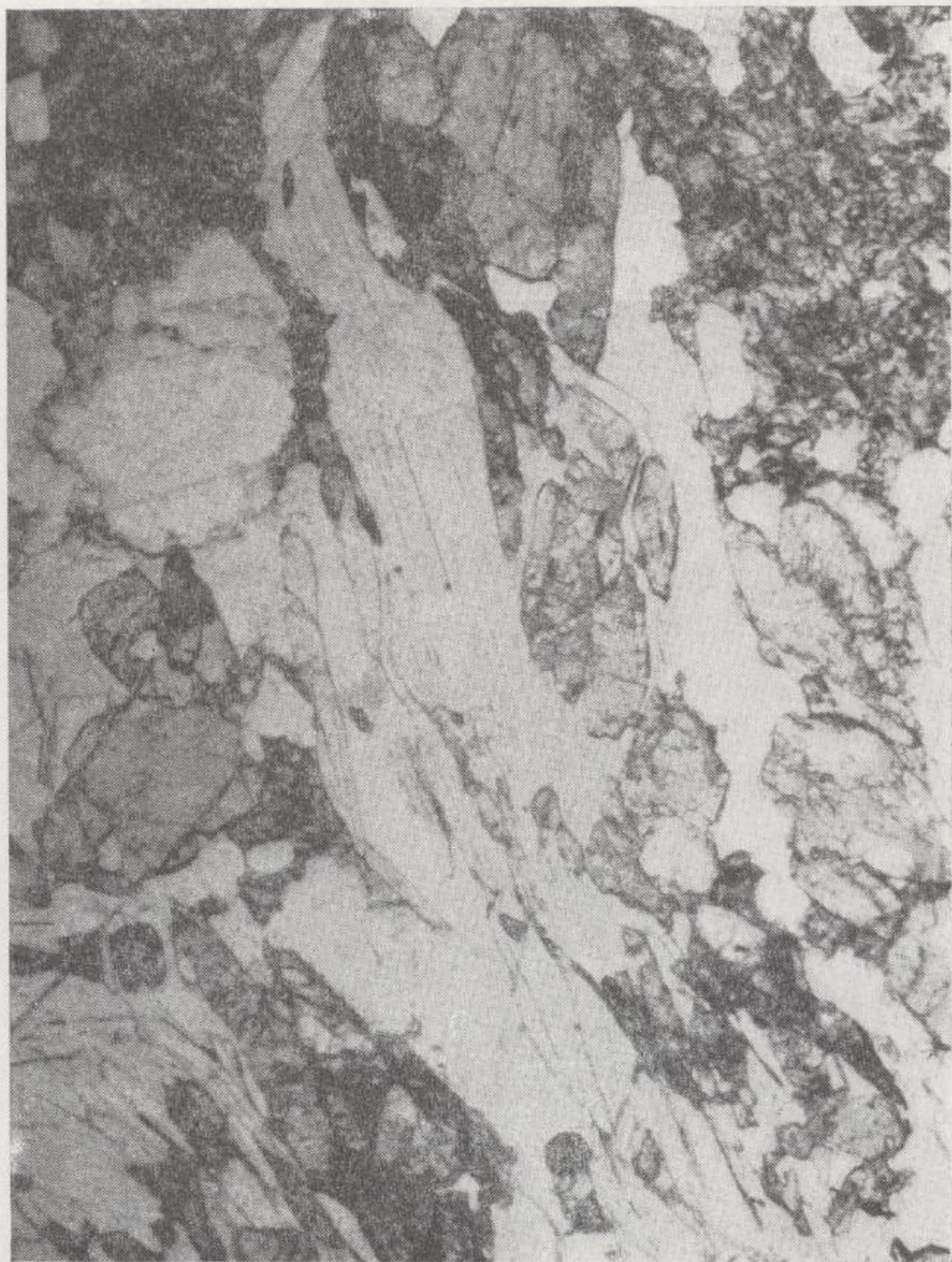


Fig. 13.—Detalle de una capa de micasquisto epidótico en un mármol, tipo *c*). Polarizador solo; 31 x.



Fig. 14.—Anfibolita epidótica, tipo a). Cristales de anfíbol y epidota con orientación preferencial. Nic. cruzados; 12 ×.



Fig. 15.—Peciloblastos de granate con inclusiones orientadas de anfíbol, rutilo y epidota, en una anfibolita granatífera, tipo *c*). Nic. cruzados; 11 \times .

En lámina delgada predomina la textura esquistosa nematoblástica.

El anfíbol es el mineral más abundante de la roca. Se trata de una variedad de glaucofana, análoga a las existentes en los otros tipos de anfíbola descritos en este artículo.

La epidota forma grupos de pequeños cristales concentrados en algunas zonas de la preparación; hay también cristales independientes, mayores, orientados según la esquistosidad general.

Los granates son de mayor tamaño que el resto de los minerales de la roca. Son incoloros o de un ligero color rosado. La mayoría son idiomorfos o peciloblásticos con inclusiones de rutilo, epidota, cuarzo y anfíbol. Hay algunos ejemplares heliográficos.

El rutilo es abundante en estas rocas; aparece siempre en pequeños cristales, con la orientación general.

Formando una especie de trama entre los distintos minerales melanocratas, aparece cuarzo y algo de albita.

En algunos ejemplares se observan restos de antiguos fenoblastos de piroxeno, casi totalmente transformados en anfíbol. Aunque su ángulo axial es difícil de medir por su estado de transformación, suponemos que podría tratarse de una variedad de augita que contuviese titanio dada la abundancia de pequeños cristales de rutilo dentro de estos fenoblastos; estas inclusiones son paralelas entre sí dentro de cada cristal, pero no siguen la dirección general de linealidad.

Gneises

Estas rocas constituyen un banco único en la parte basal del tramo de la Caldera. Su potencia no alcanza en ningún punto más de 3 metros, y en gran parte, a lo largo de su extensión, el banco está cubierto por derrubios que impiden su reconocimiento en el terreno.

Se trata de gneises glandulares muy leucocratos (microfot. 16), que presentan un cierto parecido en cuanto a composición mineralógica y aspecto macroscópico, con los descritos por Puga y Fontboté (1966a) en la unidad suprayacente a la serie de Sierra Nevada, o *Mischungszone*. Se observan, no obstante, en principio algunas diferencias: a) Los gneises del tramo de la Caldera, son de color más claro, blanco en muchos puntos, debido a su mayor riqueza en elementos leucocratas; los melanocratas se encuentran en algunas capas milimétricas, aisladas entre sí por bandas claras de varios centímetros de espesor. b) Los porfidoblastos o glándulas de feldespato son más abundantes y de mayor tamaño. Algunos de los estudiados alcanzan 8 cm.

de largo y 4 de ancho. c) La composición de estos porfidoblastos es casi exclusivamente de feldespato sodopotásico en diferentes grados de transformación en pertita, mientras que en los descritos en el trabajo antes citado, hay también grandes cristales de plagioclasa. d) La roca, en general, es más pobre en plagioclasa y más rica en cuarzo y microclina.



Fig. 16.—Gneis glandular con fenocristales xenomorfos de ortosa y microclina en una matriz de grano fino, esencialmente cuarzo-feldespática. Por efecto de cataclasis la matriz penetra en el interior de algunos fenocristales. Nic. cruzados; 11 x.

Al microscopio presentan estructura porfidoblástica, con un ligero fajeado originado por la concentración en bandas paralelas de los elementos melanocratas.

En lámina delgada se observan por orden decreciente de abundancia: cuarzo, pertita, microclina y plagioclasa, entre los leucocratas; y fengita, turmalina, epidota, granate y biotita verde entre los melanocratas.

Tiene textura gneílica-esquistosa.

La pertita forma ojos o glándulas bastante mayores que los restantes minerales (microfot. 17); su tamaño oscila entre el centímetro y el decímetro de longitud, siendo los más frecuentes los de 2 ó 3 cm. En estos cristales el ángulo axial es normalmente $2V_x = 34^\circ$, lo que correspondería a una composición de $Or_{66}Ab_{34}$.



Fig. 17.—Fenocristal pertítico con venillas de albita de exsolución, en un gneis fengítico. Nic. cruzados; 11 x.

La microclina forma también cristales mayores que el resto de la matriz, presenta macla en enrejado algo imperfecta y un ángulo axial de $2V_x = 80^\circ$.

La plagioclasa es muy escasa; algunos pequeños cristales maclados según la ley de la Albita, presentan:

$$2V_x = 106^\circ.$$

$$Y^{\wedge}(010) = 14^\circ.$$

por cuyas características se pueden clasificar como albita con An_{6-7} .

El cuarzo es muy abundante en estas rocas; apa-

rece en forma de pequeños cristales con bordes ligeramente indentados.

La mica blanca está diseminada por toda la roca y concentrada en las bandas melanocratas. Al microscopio presenta color verde manzana; esta característica, junto con su ángulo $2V_x (= 32^\circ)$, permite clasificarla como fengita.

La turmalina se presenta en cristales idiomorfos de 2 a 3 mm. de longitud, zonados, con un pleocroísmo de:

E (X) = amarillo pálido.

O (Z) = marrón-naranja en el centro.
azul verdoso en la periferia.

Según esta característica, debe tratarse de una variedad de chorlo.

Hay otro tipo de turmalina en estas rocas que difiere del anterior, sobre todo por presentarse en cristales totalmente xenomorfos, con numerosas inclusiones de cuarzo, y por su pleocroísmo

E (X) = rosa salmón.

O (Z) = azul muy oscuro.

La epidota, el granate, y la mica verde, forman pequeños cristales hipidiomorfos y poco abundantes, principalmente concentrados en las bandas melanocratas.

El origen de estas rocas podría ser volcánico, como se indicó para los gneises de la *Mischungszone* (Puga y Fontboté, 1966a). Se trataría en este caso de una delgada capa de material piroclástico, que, posteriormente a su depósito en la superficie, ha sufrido metamorfismo regional. Por acción de este metamorfismo debió recrystalizar el material vítreo existente en la roca originaria, y orientarse los minerales preexistentes, entre ellos los fenocristales de feldespato sodopotásico, que se han dispuesto siguiendo los planos de esquistosidad de la roca. En esta misma fase de metamorfismo, se pudo iniciar el desmezclado del sodio existente dentro de las redes de los feldespatos potásicos, originando así las pertitas.

Si este origen se confirmara en los estudios más detallados en curso, se trataría de un ortogneis procedente de una antigua roca volcánica ácida, muy rica en cuarzo y potasio, que se podría clasificar como queratófido cuarcífero. Esto indicaría que el vulcanismo ácido tuvo también una modesta representación en esta zona profunda de Sierra Nevada, como la tuvo en el Trías Alpujárride (*)

(*) Las recientes investigaciones realizadas más al E. de la transversal de Almería por el equipo de la Universidad de Amsterdam, dirigido por el Prof. Egeler y el Dr. Simon, han conducido a los autores a distinguir dos unidades en el conjunto considerado como Alpujárride por los autores e investigadores anteriores: una, más «inferior», es denominada «Unidad Ballabona-Cucharón-Almagro», mientras que para la otra «superior», se conserva la denominación de «Alpujárride». Las manifestaciones volcánicas ácidas, aquí aludidas, del Complejo

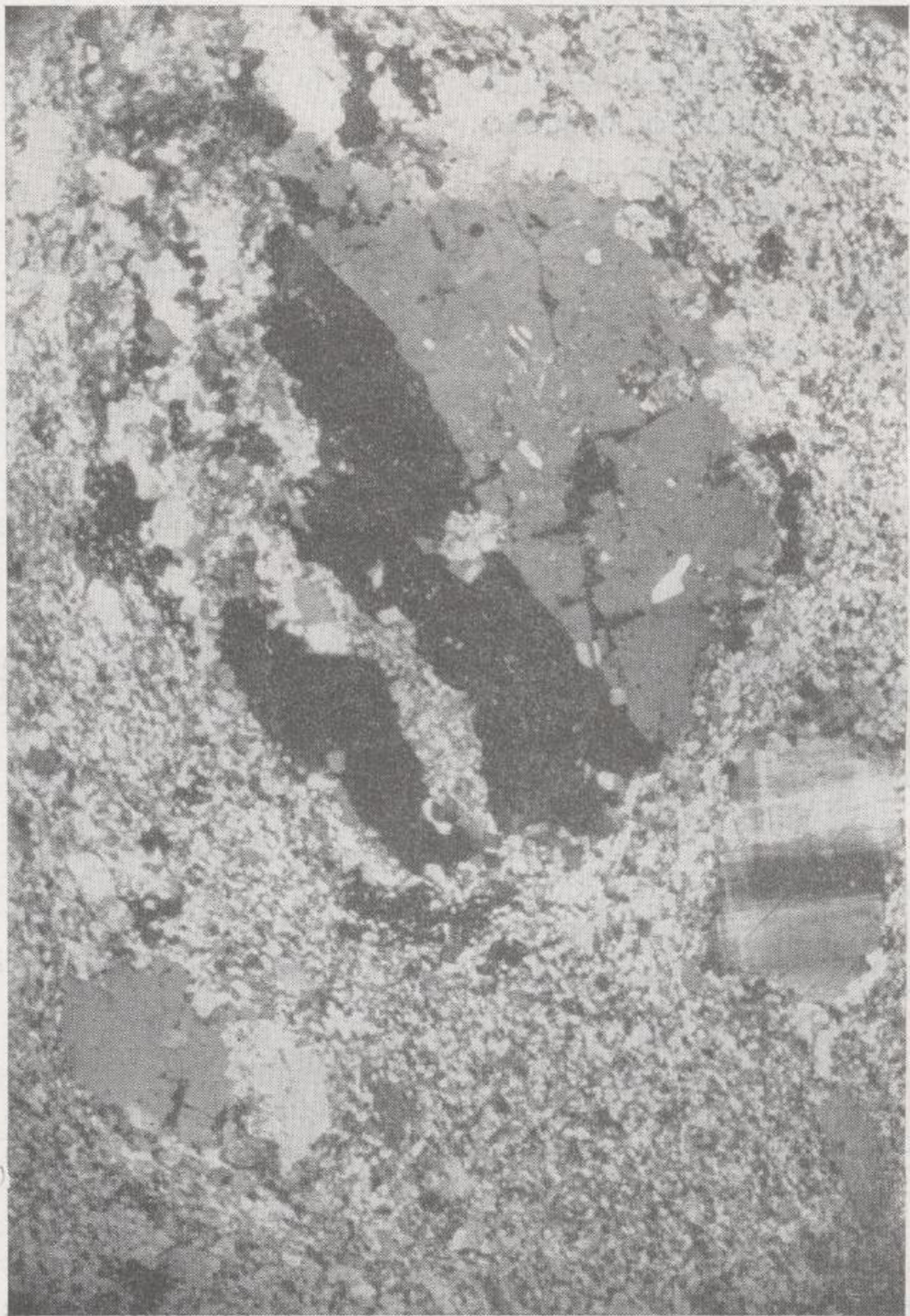


Fig. 16.—Gneis glandular con fenocristales xenomorfos de ortosa y microclina en una matriz de grano fino, esencialmente cuarzo-feldespática. Por efecto de cataclasis la matriz penetra en el interior de algunos fenocristales. Nic. cruzados; 11 \times .

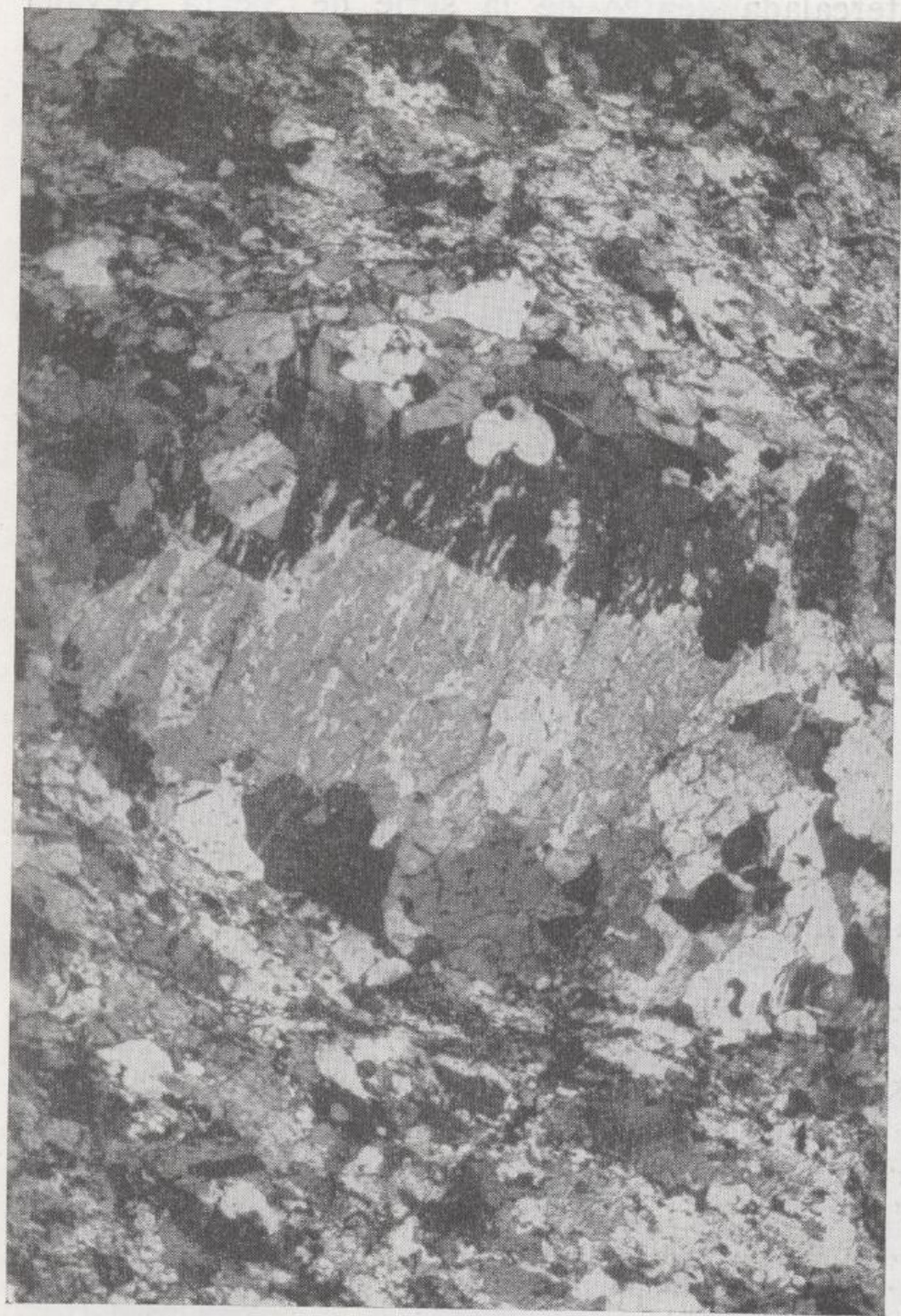


Fig. 17.—Fenocrystal perítico con venillas de albita de exsolución, en un gneis fengítico. Nic. cruzados; 11 \times .

de la región, mientras que estas manifestaciones volcánicas ácidas han alcanzado su máximo en la llamada Mischungszone.

FILONES Y LENTEJONES FELDESPÁTICOS

En el tramo de la Caldera, se encuentran también filones y lentejones feldespáticos, semejantes a los ya descritos en otros niveles del complejo de Sierra Nevada (Puga y Fontboté, 1966b). Su potencia varía generalmente entre algunos centímetros y un decímetro, y su forma es irregular. Atraviesan indistintamente micasquistos y anfibolitas de las diversas variedades aquí descritas, pero se advierte una mayor frecuencia entre las anfibolitas y los micasquistos anfibólico-feldespáticos.

Están formados por un agregado de cristales de albita, diversamente orientados, entre los cuales quedan a veces algunos minerales propios de la roca encajante. El tamaño de los cristales de albita es variable, según los filones, desde 1 mm. hasta 1 cm. (microfot. 18).

Describimos a continuación dos variedades de estos filones.

a) Filón de albita en micasquisto anfibólico.

Tiene aproximadamente 15 cm. de potencia, y sigue la esquistosidad general de los micasquistos. Es de color blanco, y de grano muy fino; en su interior se conservan restos de algunas capas muy delgadas de micasquisto cloritizado.

El feldespato se presenta en cristales sin maclar o con macla polisintética de albita, más o menos orientado, siguiendo la esquistosidad del micasquisto encajante.

Su origen lo interpretamos como resultado de un proceso metasomático a partir de fluidos hidrotermales, al cual hay que atribuir también la cloritización referida.

b) Filón de albita en anfibolita epidótica.

La forma de este filoncillo es irregular, tiene una potencia máxima de 10 cm. Los cristales de albita son mayores en este caso, pudiendo alcanzar hasta 1 cm. excepcionalmente. Son idiomorfos, y no presentan ninguna orientación preferencial.

Lo mismo que en el caso anterior, atribuimos a su génesis un origen hidrotermal.

Alpujarride se situarán, seguramente, en la primera de estas unidades. De todos modos, sería ahora prematuro el establecimiento de tal correlación como segura.

CONCLUSIONES E INTERPRETACIÓN DEL ESTUDIO PETROLÓGICO

Las investigaciones efectuadas hasta ahora, permiten avanzar algunas conclusiones sobre la sucesión de fases de metamorfismo en el referido tramo de la Caldera.

El tramo de la Caldera aparece como una unidad intercalada dentro de la serie de Sierra Nevada s. str. Ni las características de sus contactos, que son normales, ni las del metamorfismo, permiten



Fig. 18.—Albita filoniana, sin orientación preferencial. Nic. cruzados; 16 x.

en lo más mínimo suponer que se trata de una unidad tectónica diferente; ni tampoco de una reaparición, por duplicación, de la llamada Mischungszone, a pesar de ciertas semejanzas (abundancia de anfibolitas, presencia de mármoles, gneises, etc.).

Sus características diferentes con respecto a los micasquistos y cuarcitas, bastante monótonos, y que hasta ahora se consideraban como rocas exclusivas de la serie de Sierra Nevada, son el resultado

de una composición originaria diferente, y más variada de las rocas originarias. Mientras que los micasquistos y cuarcitas referidas serían el resultado del metamorfismo de un potente tramo detrítico arcilloso, el tramo de la Caldera correspondería a una sucesión vulcano-sedimentaria de naturaleza más variada, con rocas volcánicas (o mejor sub-

volcánicas) básicas, calizas impuras, una pequeña representación de materiales volcánicos ácidos, y también, estratos arcillosos, repetidamente alternantes con los de las otras composiciones citadas.

La mineralogénesis del tramo de la Caldera aparece como netamente plurifacial. En principio, reconocemos en su desarrollo las etapas siguientes:

Tipo de roca	Fase previa de metamorfismo de contacto, localizada junto a las instrucciones básicas	I Fase Sincinemática Facies Antibólitas almandínicas (Subfacies Almandino-estauroлита)	II Fase Facies Esquistos Verdes (Subfacies Almandino-epidota-albita-cuarzo)
Mármoles.	Hornblenda magnesiána. Pistacita. Siderita.	Calcita. Dolomita. Oxidos de hierro. Epidota. Moscovita. Almandino-espesartita. Albita.	
Micasquistos. a_1, a_2, a_3 y a_4		Glaucófana s. 1. Albita (An_n ..n). Moscovita. Paragonita. Cuarzo. Epidota. Turmalina. Clorita-mena metálica (procedente de biotita).	Biotita. Peciloblastos de: Albita. Glaucófana s. 1. Almandino.
Micasquistos. b)		Estauroлита. Almandino. Cloritoide monoclinico. Grafito. Moscovita. Paragonita. Cuarzo.	Granate.
Micasquistos. c)		Cuarzo. Mica blanca. Clorita. Grafito. Albita.	Peciloblastos de albita.
Anfibolitas.		Hornblenda. Epidota. Albita. Titanita. Rutilo. Granate. Moscovita.	
Gneises.		Cuarzo. Pertita. Microclina. Albita. Fengita. Turmalina. Epidota. Biotita verde. Granate.	

III Fase.—Deformación tectónica con giro de los peciloblastos, y milonitización.

IV Fase.—Postcinemática. Facies Esquistos Verdes. Formación de: clorita, cloritoide y sericita.

V Fase.—a y b ¿Coetáneas?

a) Feldespatización más difusa, con formación de filoncillos albiticos sin orientación preferentes.

b) Formación de diaclasas de dirección predominante N 140° E. Relleno de estas diaclasas por una asociación de: albita, cuarzo, oligisto y/o siderita.



Fig. 18.—Aibita filoniana, sin orientación preferencial.
Nic. cruzados; 16 \times .

De la composición mineralógica de estas rocas se deduce que el grado de metamorfismo alcanzado, al menos durante la formación de la paragénesis principal, fase I, es correspondiente a la facies Anfíbolitas almandínicas, y dentro de ésta se podría correlacionar con la subfacies de metamorfismo más bajo de Almandino-estaurolita estudiada por Barrow en las Highlands de Escocia.

El límite inferior de temperatura de esta facies ha sido establecido por Winkler (1965) en 550° C, de acuerdo con trabajos experimentales llevados a cabo en condiciones próximas a las naturales. No obstante, el metamorfismo que ha afectado a esta zona es de tipo alpino. Este metamorfismo se caracteriza por presiones más elevadas que las reinantes en el metamorfismo de tipo barrowiano, por lo cual es posible que algunas reacciones de transformación mineralógica que marcan el paso de una subfacies a otra, a una temperatura determinada en el metamorfismo de este tipo, no se llevan a cabo en el metamorfismo alpino aunque se alcancen estas mismas temperaturas. Esto explicaría la coexistencia de un mineral, que, como el cloritoide, se considera perteneciente a la facies Esquistos Verdes, con la paragénesis estaurolita-almandino, propia de un metamorfismo más elevado de la facies Anfíbolitas almandínicas.

Aparte de este cloritoide paragenético con la estaurolita, aparece, como se indicó en la descripción de los micasquistos con estaurolita, otro tipo de cloritoide de formación posterior. Este mineral es producto de un metamorfismo retrógrado de la estaurolita y pertenecería a la facies Esquistos Verdes.

La presencia en estas rocas de una plagioclasa de naturaleza albitica An_{8-10} , no es argumento en contra de que el grado de metamorfismo haya alcanzado la facies Anfíbolitas almandínicas, como indica la aparición de estaurolita. La razón de que esta plagioclasa no sea más rica en anortita, debe haber sido la insuficiencia de calcio en el sedimento originario, que se refleja actualmente en su composición mineralógica. Para algunos micasquistos que contienen algo de calcio en forma de epidota, su plagioclasa albitica tampoco es indicador del grado de metamorfismo, puesto que no es paragenética, sino de formación posterior.

Es de notar que también en el tramo de la Caldera, lo mismo que en las demás formaciones de

Sierra Nevada, se han desarrollado fenómenos de feldespatización de cierta importancia. Unos, difusos, que dan lugar a la albita de la fase Va, y otros más modernos, que han dado como resultado la génesis de filones en los que la albita está acompañada por cuarzo, oligisto y/o siderita, o en filones difusos de albita sola.

Finalmente, desde el punto de vista estructural haremos notar que la variedad de rocas representada en el tramo, de diferentes grados de competencia, explica el desarrollo de pliegues disarmónico de cierta importancia. Sin embargo, no se llega a producir despegues generalizados, de modo que este tramo, en conjunto, no ha tenido un comportamiento autónomo con respecto al resto de la serie de Sierra Nevada.

BIBLIOGRAFÍA

- BOTELLA, F. de: *Descripción geológica de Almería*, «Bol. de la Com. del Mapa Geológico de España», t. IX, Madrid (1982).
- FALLOT, P.; FAURE MURET, A.; FONTBOTÉ, J. M., y SO...
SABARÍS, L.: *Estudio sobre las series de Sierra Nevada y de la llamada Mischungszone*, «Bo. Inst. Geol. y Min. de España», t. 71, págs. 347-557 (1960).
- HALFERDAHL, L. B.: *Chloritoid: Its composition, X-ray and optical properties, stability and occurrence*, «Journ. Petr.», vol. 2, part. I, págs. 49-135 (1961).
- MESSERLI, M.: *Beiträge zur Geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien)*, Tesis Univ. Berna, pág. 177 (1965).
- PUGA, E., y FONTBOTÉ, J. M.: *Sur d'origine des gneiss de la Sierra Nevada (Granada, Espagne)*, «C. R. Acad. Sc.», Paris, t. 262, págs. 2681-2684 (1966, a).
- PUGA, E., y FONTBOTÉ, J. M.: *Albite filonienne et albitisation dans les formations métamorphiques de la Sierra Nevada (Cordillères Bétiques, Espagne)*, «C. R. Acad. Sc.», Paris, t. 263, págs. 13-15 (1966, b).
- SRIRAMADAS, A.: *Diagram for correlations of unit cell edge and refractive indexes with the chemical composition of garnets*, «Amer. Min.», v. 42 (1957).
- WINCHELL, A. and WINCHELL, H.: *Elements of Optical Mineralogy*, Part. II. London (Chapman & Mall, (1964).
- WINKLER, N. G. F.: *Die Genese der Metamorphische Gesteine*, Berlin, Springer-Verlag (1965), viii + 218 págs., 40 figs.

Recibido 10-V-68.

El filón de Navarredonda (Avila)

Caracteres petrográficos, mineralógicos y metalogénicos

por M. MARTÍN CALVO (*)

RESUMEN

El filón uranífero de Navarredonda, situado en la Sierra de Gredos, provincia de Avila, constituye en España un ejemplo más de yacimiento supergénico encajado en granito y caracterizado por la asociación hierro-cobre-uranio.

Las principales características mineralógicas y metalogénicas, son las siguientes:

Sólo existen minerales secundarios de uranio sobre todo torbenita y algo de autunita, que se han depositado con preferencia en las zonas más brechificadas del hastial NO.

Se han encontrado sulfuros de hierro, pero son escasos, por estar transformados en goethita y estilnosiderita. El cuarzo filoniano, que en parte es jasperoideo, constituye el mineral de la ganga.

Existe una estrecha relación genética entre los óxidos de hierro y los fosfatos de uranio.

SUMMARY

The Navarredonda uranium vein, located at the Sierra de Gredos, Avila province, constitutes a new example in Spain of supergene deposit incased in granite and featured by association iron-copper-uranium.

The main mineralogic and metalogenic features are:

Only secondary uranium mineral, mainly torbenite and some autunite, are in the deposit. Those were deposited for choice in the most brecciated zones of the NW wall.

Some iron sulphides have been found; but generally those become oxidized in goethite and stilnosiderite. Veined quartz, partially jasperoid, forms the gangue mineral.

The uranium phosphates and iron oxides have a profound genetic relation.

I. ROCAS ENCAJANTES

Clasificación.

Las rocas encajantes del filón de Navarredonda, situado en la Sierra de Gredos, corresponden a granitos adamelíticos y granodioríticos y no presentan una distribución uniforme, variando irregularmente la proporción de feldespato potásico y calcosódico. Son granitos de dos micas, pero la moscovita aparece en menor proporción y en

parte como subproducto formado por desferrificación de biotita. Se han determinado las plagioclasas de una de las muestras, resultando la composición correspondiente a 33 % de An, con ley de macla compleja, tipo Albita Karlsbad; algunas están zonadas. Contienen cristales relativamente grandes e idiomorfos de apatito, que en general se presentan incluidos en biotita, que igualmente engloba pequeños circones. Algunas muestras contienen turmalina, pero en conjunto ésta es muy escasa.

(*) Publicado con permiso de la Junta de Energía Nuclear.

Modos de ocho muestras del granito encajante en %

	M. 1	M. 2	M. 3	M. 4	M. 5	M. 6	M. 7	M. 8
Cuarzo	23,1	34,1	19,3	27,5	29,6	22,3	27,3	29,8
Ortoclusas	19,6	22,8	13,4	14,4	22,0	27,1	9,2	13,6
Plagioclasas	36,1	31,4	31,3	40,7	39,7	30,3	42,4	40,8
Biotita	20,6	7,4	31,3	10,1	5,9	19,9	20,8	15,5
Moscovita	—	3,5	4,1	7,0	2,5	—	—	—
Accesorios	0,6	0,7	0,6	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3

Tales porcentajes volumétricos han sido realizados con el contador de puntos J. Swift. Los minerales accesorios comprenden circón y apatito; la M. 1 también contiene turmalina.

Como adoptamos la nomenclatura propuesta por Noekolds (1954) para las rocas plutónicas, basada en la distinta proporción del feldespato potásico y el calcosódico, las muestras 2 y 6 corresponden a granitos adamellíticos y las restantes a granodioritas.

Facies estructurales y texturales.

Son granitos en general porfídicos, con matriz dominante de grano medio. El grado de porfirismo es mayor al NO. del filón, donde predominan granitos con megacristales de feldespato potásico, cuya orientación tiende a coincidir con la del mismo. Los megacristales son de ortoclusas y engloban microcristales de plagioclasas, micas y algo de cuarzo. Estas inclusiones aparecen unas veces distribuidas al azar, sin conexión cristalográfica con el fenocristal, otras sí presentan conformidad cristalográfica con el mismo; pertenecen a distintas generaciones.

Las adamellitas y granodioritas están orientadas; con frecuencia se observa cierto bandeo mineralógico entre las micas y productos cuarzo-feldespáticos, por lo que en sección delgada aparece una textura groseramente granoblástica (figura 1); es debida a fenómenos dinámicos, ya que los efectos de cataclasis son igualmente patentes.

Enclaves.

Es frecuente en los granitos de Navarredonda la presencia de enclaves que destacan por su color más oscuro, aspecto noduloso y grano fino.

En sección delgada tienen textura holocristalina microporfídica. Están compuestos por microfenocristales de plagioclasas, biotita y cuarzo, en una matriz de aspecto lamprofídico formada por

minerales de la misma composición, con tendencia al idiomorfismo. Las plagioclasas han dado una composición de 43 por 100 An. Por tanto, se trata de inclusiones más básicas que el granito.



Fig. 1.—Sección transparente $\times 12$ N. C. Navarredonda, M. 6.591. Un aspecto de la granodiorita encajante. Las presiones tectónicas han reordenado los minerales disponiéndolos con una cierta textura granoblástica.

Alteración.

Las rocas encajantes del filón han sido profundamente afectadas por alteración hidrotermal y meteórica. Se observa que la alteración hidro-

termal avanza de un modo gradual. Los elementos lábiles de granitos adamellíticos y granodioritas se van descomponiendo cada vez con más amplitud a medida que nos acercamos al filón. En el contacto sólo queda un producto desmoronable y decolorado, formado casi exclusivamente por cuarzo (en parte de nueva génesis) y sericita.

Respecto a los cambios mineralógicos subsiguientes, hemos de señalar la sericitación de las plagioclasas y transformación del feldespato potásico en minerales de la arcilla. En este proceso hay liberación de silicio, Schwartz (1959), que engrosará el depósito de sílice posterior.

La biotita está en parte cloritizada y a veces totalmente transformada en moscovita. En el proceso de cloritización se libera potasio (Chayes, F. 1955), que ha quedado fijado en forma de ortosa secundaria dentro de la biotita cloritizada o bordeándola. Igualmente la movilización del titanio existente en la red de la biotita, ha dado lugar a segregación de minerales tipo leucoxeno, perfectamente observables en sección delgada.



Fig. 2.—Sección transparente $\times 25$. I. N. Navarredonda, M. 6.513. Trabajos de superficie. Un aspecto de la brecha de cuarzo mineralizada en fosfatos de uranio con cuarzo (color blanco y gris claro), óxidos de hierro (negro) y autunita (agregados escamosos en color gris-negro).

II. EL YACIMIENTO

Cuarzo y brecha filoniana.

Se trata de un potente filón de cuarzo de varias generaciones, ya que representa una estructura reabierto con la subsiguiente brechificación y milonitización locales. Estas deformaciones mecánicas se acusan sobre todo en el hastial NO., que es donde está localizada la mena de uranio. Ahí aparecen pequeños núcleos con rocas de fricción, y sobre todo la brecha silícea, cementada por cuarzo micro-criptocristalino y óxidos de hierro englobando a veces restos graníticos muy alterados.

Mena uranífera y asociada.

La mineralización uranífera está constituida exclusivamente por fosfatos del tipo autunita y torbernita (figs. 2 y 3). Los estudios de rayos X, realizados mediante diagramas de polvo, han permitido identificar las variantes menos hidratadas, es decir, metautunita y metatorbernita, pero es debido a la facilidad con que estos fosfatos pierden alguna molécula de H_2O cuando quedan expuestos al aire.

La torbernita es mucho más abundante que la autunita, y ambas presentan el mismo hábito de yacer: en pequeños cristales de sección cuadrada, en agregados foliáceos y diseminaciones que tapizan oquedades o rellenan fisuras, siempre asociadas a óxidos de hierro y en las zonas constituidas petrográficamente por brechas silíceo-ferruginosas.

Como mineralización asociada sólo existe pirita (fig. 4) en núcleos muy locales y en pequeña cantidad, como corresponde a la parte superficial del filón, que es la única que de momento podemos estudiar. Se presenta en cristales corroídos y en masa brechoide cementada por sílice posterior: cortando el conjunto hay fisuras rellenas de limonita.

Óxidos de hierro.

La limonita es del tipo goethita y estilnosiderita. En sección pulida la goethita se presenta en general con estructura fibroso radiada, marcada anisotropía y reflexiones internas rojo-amarillentas puntuales. La estilnosiderita se presenta con estructura metacoloidal y es isotropa. La mineralización uranífera se asocia a las variedades amorfas de la limonita.



Fig. 1.—Sección transparente $\times 12$ N. C. Navarredonda, M. 6.591. Un aspecto de la granodiorita encajante. Las presiones tectónicas han reordenado los minerales disponiéndolos con una cierta textura granoblástica.



Fig. 2.—Sección transparente $\times 25$. L. N. Navarredonda, M. G.513. Trabajos de superficie. Un aspecto de la brecha de cuarzo mineralizada en fosfatos de uranio con cuarzo (color blanco y gris claro), óxidos de hierro (negro) y autunite (agregados escamosos en color gris-negro).



Fig. 3.—Sección transparente $\times 40$ N. C. Navarredonda, M. 6.514. Trabajos de superficie. Otro aspecto de la brecha mineralizada con las mismas características que la anterior. La mineralización que en esta figura está representada por torbenita se concentra siempre en los poros y fisuras de la roca y se asocia a óxidos de hierro y cuarzo de nueva génesis.

III. METALOGENIA

Consideraciones características.

A la luz de los datos ofrecidos por el estudio de las muestras en el laboratorio, podemos suponer que el filón de Navarredonda es otro ejemplo de yacimiento supergénico, encajado en granito y caracterizado por la asociación hierro-uranio-cobre.

Respecto al estado actual y en superficie, el filón presenta las siguientes características:

Abundancia de torbenita a la que sigue en menor cantidad autunita; ambas se depositan en las zonas de brecha, sobre todo en el hastial N. O. y en contacto con la granodiorita y granito adamellítico totalmente alterados.

Escasez de sulfuros que, como es lógico, están

transformados, por alteración supergénica, en productos de oxidación.

Abundancia de ganga silicea, pues el depósito de fosfatos de uranio yace en las zonas brechoides de un potente filón de cuarzo.

La relación paragenética y la sucesión, ser la siguiente:

1.º A la fase orogénica de emplazamiento del granito, sigue una fase tectónica de fracturación del mismo a la que acompaña la venida principal de cuarzo filoniano.

2.º Reapertura y brechificación subsiguientes con depósito de sílice microcristalina con ramificaciones en el granito encajante. Esta constituiría la fase uranífera primaria y la mena de sulfuros asociada.

3.º Nuevos fenómenos de cataclasis y llegada del cuarzo concrecionado. La fisuración del material favorece el desarrollo de la fase posterior.



Fig. 4.—Sección pulida $\times 25$ L. N. Navarredonda, P. P. 760. La única mena asociada que aparece en Navarredonda está representada por pirita (en la foto color blanco). Puede observarse cristales con las caras cúbicas estriadas; formas que van quedando como residuales en el proceso de alteración.

4.º Es la de oxidación y supergénica que afectaría a la mena primaria de uranio y sulfuros, cuyo desarrollo final consiste en abundante formación de hidróxidos de hierro y fosfatos de uranio.

Origen de la mineralización.

En cuanto a la fuente del uranio, como ya se expuso en un trabajo anterior (Martín, 1967), este tipo de yacimientos representan un concentrado por lixiviación del contenido en los minerales petrográficos de las rocas circundantes o en el campo microfisural de los mismos.

Ciñéndonos al desarrollo genético del mismo filón, se observa una relación estrecha entre los óxidos de hierro y los fosfatos de uranio, lo que sugiere que ambos se han formado a partir de las mismas soluciones o un proceso equivalente y más o menos simultáneo. Ahora bien, la limonita procede fundamentalmente de sulfuros de hierro de los que aún quedan fragmentos y otras huellas que lo demuestran. Esto nos lleva a suponer que los minerales de uranio en Navarredonda son secundarios y proceden de otros primarios depositados en el filón anteriormente, y que estarían asociados a los sulfuros metálicos. Efectivamente, el campo de estabilidad de los minerales con U^{+4} y Fe^{+2} coincide casi exactamente y lo mismo el de los minerales con U^{+6} y Fe^{+3} ; esto controlado por los potenciales Eh y pH (Vickers, 1957).

Dado el primitivo ambiente reductor de la estructura filoniana con sulfuros, es de suponer que la primera venida uranífera se depositaría en forma de minerales con una cierta proporción de U^{+4} , ya que tal es su campo de estabilidad. Al pasar a un medio ambiente oxidante, a la alteración de sulfuros iría asociada la del mineral primario de uranio. Ahora bien, el paso de $U^{+2} \rightarrow U^{+3} + e$ lleva

consigo la fijación de fósforo (Goldschmidt, 1954), lo que daría lugar a la formación de los fosfatos de uranio, procediendo el fósforo del apatito, del que aún quedan restos en los granitos encajantes.

Sin embargo, actualmente, en el filón de Navarredonda no cabe esperar conexión local inmediata del mineral uranífero secundario con su correspondiente primario. Suponemos esto porque la mineralización actual es muy sencilla y compuesta fundamentalmente por torbenita, que es el que se deposita más lejos del foco primario. El mismo supuesto se deduce de la experiencia adquirida en numerosos filones españoles con tipo de mineralización semejante. Por lo que todo hace suponer que la mena de uranio en Navarredonda ha de proceder de minerales secundarios. El criadero primario, si aún quedan restos, estaría a bastante profundidad.

BIBLIOGRAFÍA

- CHAVES, F.: *El feldespato potásico como subproducto de la transformación biotita-clorita*. «Estudios Geológicos» números 27-28. Traducido al español por Fuster, J. M.: C. S. I. C. (1955).
- GOLDSCHMIDT, V. M.: «Geochemistry» Clarendon Press Oxford (1954).
- MARTÍN, M.: *Estudio geológico del yacimiento uranífero La Carretona*, Albalá (Cáceres). «Notas y comunicaciones del I. G. M.», núm. 96, pp. 7-38 (1967).
- NOEKOLDS, S. R.: *Average Chemical Compositions of some igneous Rocks*. «Bull. Geol. Soc. America», vol. 65, pp. 1007-1032 (1954).
- SCHWARTZ, G. M.: *Hydrothermal alteration*. «Econ. Geol.», vol. 54, núm. 2 (1959).
- VICKERS, R. C.: *Alteration of sandstone as a guide to uranium deposits and their origin Northern Black Hills, South Dakota*. «Econ. Geol.», vol. 52, núm. 6 (1957).

Recibido 21-XII-66.

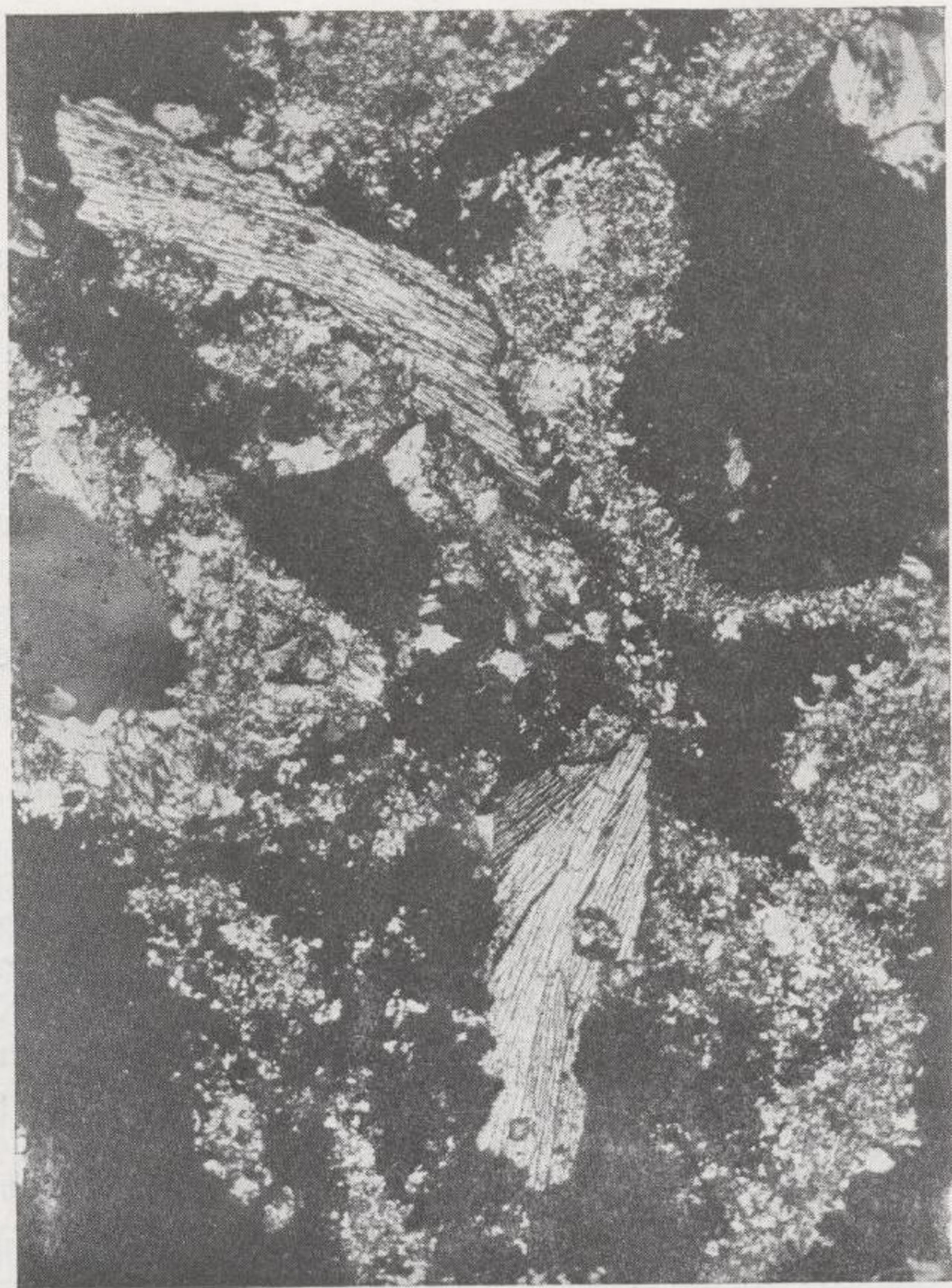


Fig. 3.—Sección transparente $\times 40$ N. C. Navarredonda, M. 6.514. Trabajos de superficie. Otro aspecto de la brecha mineralizada con las mismas características que la anterior. La mineralización que en esta figura está representada por torbenita se concentra siempre en los poros y fisuras de la roca y se asocia a óxidos de hierro y cuarzo de nueva génesis.



Fig. 4.—Sección pulida $\times 25$ L. N. Navarredonda, P. P. 760. La única mena asociada que aparece en Navarredonda está representada por pirita (en la foto color blanco). Puede observarse cristales con las caras cúbicas estriadas; formas que van quedando como residuales en el proceso de alteración.

INFORMACION

Noticias

NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

NUEVO INSTRUMENTO GEOFISICO

La «Geoscience Inc» ha anunciado un nuevo instrumento geofísico para minería. Le llaman Receptor R-401 Geomite, cuyas dimensiones son 6 1/4 pulgadas × 8 1/4 pulgadas y cuyo peso es menor de nueve libras. Este instrumento fue diseñado para trabajar con exactitud, seguridad y con sencillas operaciones.

Los voltajes de entrada del potencial espontáneo (SP) y las medidas de resistividad se leen directamente en los paneles dials frontales dentro de los límites más menos 3 por 100. La PFE se lee directamente en el panel medidor frontal dentro de un 0,3 por 100. El SP o el potencial del electrodo de contacto no afecta a las medidas de la resistividad o de la polarización inducida (IP).

Está contruido completamente en estado sólido y montado con juntas en circuito precintado. Se ha diseñado el Geomite para ser usado en los medios ambientes más extremos.

El nuevo instrumento posee además: seis polos activos, filtros Tchebycheff, sensibilidad de 9 microvoltios, e impedancia de entrada de 100 mega-ohmios, lo cual permite captar señales de bajo nivel y áreas de baja resistividad. También puede tolerar una resistencia de contacto de electrodos muy alta.

Conjuntamente con su sistema de detección sincrónica, se dice que el Receptor Geomite es un instrumento extremadamente versátil.

NUEVAS APLICACIONES DEL TITANIO.

El interés mundial en las nuevas aplicaciones del titanio quedó demostrado con la presentación de unas 130 ponencias en ocasión de la Conferencia Internacional del Titanio, celebrada en mayo en Londres. La conferencia fue auspiciada

conjuntamente por el Instituto de Metales, de Londres, la Sociedad Metalúrgica del A. I. M. E., la Sociedad Americana de Metales, el Instituto de Metales del Japón y la Academia de Ciencias de la Unión Soviética.

Gracias a la investigación, fue posible aumentar la resistencia a la tracción de aleaciones de titanio a temperatura ambiente de más de 16.000 kg/m². De interés inmediato es el creciente uso de piezas de titanio forjadas y termotratadas en aviones y vehículos espaciales. Otro mercado creciente se halla en los equipos de elaboración de productos químicos. En los Estados Unidos, el consumo de productos de titanio durante el año pasado llegó a 14.000 toneladas, y los pedidos en los próximos cuatro años aumentarán, sin duda al doble gracias a los aviones de transporte supersónicos.

PROCESO BELGA PARA HACER COK.

En las minas de carbón Collard de Seraing, Bélgica, será construida una planta piloto que producirá un cok de calidad metalúrgica más homogénea y en menos tiempo, desarrollado por el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas de Bélgica. El carbón se somete primero a un proceso de pre-carbonizado a 550° C en un horno de lecho de arena fluidizado. Sigue la carbonización a 900° C en un horno vertical.

La planta piloto será construida juntamente por las firmas Inichar, Cockerill-Ougrée-Providence y Stein & Roubaix. La capacidad será de cuatro a cinco toneladas por hora. La construcción deberá quedar terminada para fines de 1968.

PLANTA NUCLEAR EN EL PERIMETRO URBANO EN SUECIA.

En Suecia se está estudiando una central nuclear que sería la primera de esta clase instalada en una ciudad. Estaría ubicada en Värtan, un suburbio de Estocolmo, en una excavación en la roca viva, a 80 metros por debajo del nivel del

suelo. El agua de enfriamiento, usada a razón de 25 metros cúbicos por segundo, sería evacuada en el puerto de Estocolmo para derretir los hielos invernales.

NUEVA PILA DE COMBUSTIBLE.

La Sociedad «Alsthom» ha inaugurado recientemente un laboratorio de investigaciones en Massy (París), para el desarrollo de la nueva pila de combustible ideada por uno de sus científicos en 1962.

La «pila Alsthom», como se la denomina, es de hidracina y aire, y presenta una potencia de 1 kW para unas dimensiones de 1 dm³, lo que puede ser calificado de excelente si se tiene en cuenta que las pilas utilizadas para la propulsión de las cápsulas espaciales «Gémini» requerían un volumen de 30 dm³ para suministrar dicha potencia, y que las pilas realizadas hasta ahora en Francia con esta misma potencia ocupan 250 dm³ de volumen.

REUNIONES CIENTIFICAS

III CONGRESO INTERNACIONAL DEL PLOMO

Organizado por el Comité Europeo para el Desarrollo del Plomo (E. J. D. C.), tendrá lugar en Venecia (Italia), del 18 al 20 de septiembre del presente año, el III Congreso Internacional del Plomo.

En este Congreso serán presentados y discutidos treinta trabajos sobre los siguientes temas:

Fabricación y servicios de las vainas de plomo por cables; manufactura, aplicaciones y nuevos desarrollos en las baterías ácidas de plomo; obtención y utilización del plomo reforzado por dispersión; fabricación de productos estabilizadores para el cloruro de polivinilo; y utilización del plomo como aislante acústico.

Se han previsto también una serie de visitas opcionales a Centros de investigación y plantas industriales, y una exposición de materiales y equipos para las industrias elaboradoras, transformadas y utilizadoras del plomo.

EXPLOTACION DEL SUBSUELO OCEANICO.

En el seno de las Naciones Unidas, 28 países miembros han propuesto la creación de una Comisión cuya labor consiste en estudiar toda posible explotación pacífica del subsuelo oceánico en un plan internacional.

Se pedirá la preparación de un informe de las actividades realizadas y en curso de realización por parte de las Naciones Unidas y de sus agencias en el tema del aprovechamiento de las riquezas del fondo de los océanos; asimismo se analizaron todos los problemas científicos, económicos, técnicos, legales, etc., que se pueden plantear al analizar de modo internacional los recursos submarinos y, finalmente, se pedirá que sugiera los medios adecuados para promover la coopera-

ción internacional en la explotación, conservación y uso del suelo y subsuelo oceánicos.

EL IV CONGRESO DEL ACERO.

El acero en las industrias químicas y en particular el comportamiento de los aceros sometidos a sollicitaciones químicas y físicas extremas, fueron los temas tratados por el IV Congreso del Acero, celebrado en Luxemburgo del 9 al 11 de julio de 1968, bajo los auspicios de la Comisión de las Comunidades Europeas.

Igualmente que los Congresos que lo han precedido, el IV Congreso ha permitido reunir cerca de cuatrocientos especialistas (siderúrgicos, utilizadores e investigadores) procedentes de casi todos los países del mundo.

Este Congreso se situó en un plano específicamente científico y técnico. La Comisión de las Comunidades Europeas deseaba, en efecto, que este Congreso permitiese trazar las líneas directrices de la investigación siderúrgica en el interés solidario de los productores y de los utilizadores de acero, cuya cooperación no puede sino salir ganando.

Se había, igualmente, previsto la selección de los temas con la intención de resumir los resultados más recientes de la investigación metalúrgica y los problemas más importantes que aún quedan por ser resueltos, y que condicionan las posibilidades de expansión abiertas a los productos siderúrgicos en un mercado sometido a una muy viva competencia.

El tema del Congreso estuvo dividido en cuatro capítulos principales, cuyo examen fue confiado a cuatro Comisiones:

1. Sollicitaciones por tensiones poliaxiales altas.
2. Sollicitaciones por temperaturas altas y bajas.
3. Sollicitaciones por agresiones químicas -Estudios teóricos.
4. Sollicitaciones por agresiones químicas -Estudios prácticos.

El Congreso fijó orientaciones precisas para las investigaciones siderúrgicas en los próximos años y la definición de los grandes rasgos de una cooperación internacional en el sector-tipo de la tecnología del acero.

VARIOS

TUBOS DE ACERO PARA LA U. R. S. S.

Se ha anunciado que la «Grangesberg Co.» proporcionará aproximadamente 40.000 toneladas de tubos de acero a Rusia durante 1968.

Estos tubos serán utilizados para tuberías de gas, tienen un diámetro de 100 cm. y han sido manufacturados en la fábrica «Oxelosuud» de Grangesberg.

Suecia ha estado proporcionando este tipo de tubos a Rusia desde 1961.

UNION DEL ALUMINIO ESPAÑOL.

El productor francés de aluminio, Pechiney, ha anunciado la unión entre su subsidiario español «Aluminio Español», una de las compañías españolas más importantes, y «Aluminio Earle».

Las compañías agrupadas se llamarán «Earle Aluminio Español» y se espera que ayuden a racionalizar la producción mundial de aluminio.

VERIFICACION DE GASODUCTOS BELGAS.

La red de gasoductos de Bélgica, que comunica a los consumidores belgas y franceses con los grandes yacimientos holandeses de gas natural en Slochteren, en la desembocadura del río Ems, tendrá una verificación central mediante una instalación Siemens de telemando, acoplada a una computadora de procesos. La instalación tiene unos sistemas de telemaniobra que trabajan en múltiple de frecuencia o de tiempo según el método de código de impulsos. Registra cíclicamente o por accionamiento manual los valores importantes de circulación y de presión, así como todo el programa de avisos y órdenes de la instalación de telemaniobra, y calcula los pagos a cuenta para los consumidores.

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Las plantas que deseen reutilizar sus aguas residuales con costo mínimo podrán recurrir al uso de cal. En Estados Unidos, el Consejo Nacional para Mejoramiento del Aire y de los Ríos ha comprobado que cuando se depositan los sólidos contenidos en aguas residuales, la cal elimina el 50 por 100 de los materiales orgánicos. Con carbón activado puede eliminarse el 60 por 100 del resto. El proceso cuesta un centavo de dólar menos por metro cúbico que los métodos que aplican tratamiento biológico. Es probable que el proceso sea eficaz en fábricas de papel y su pasta, pero su posible aplicación en plantas de productos químicos no ha sido evaluada aún.

INDUSTRIA CARBONERA EN EL BRASIL.

Se está llevando a cabo un estudio técnico y económico de la industria carbonera en el Estado de Santa Catarina. La investigación está patrocinada por el Battelle Memorial Institute y MONTOR (Montreal Montangen e Representação Industrial, S. A.). El estudio representa un gasto de 165.000 dólares.

Situado en el sur del Brasil, el Estado de Santa Catarina tiene yacimientos carboníferos evaluados en 1.200 millones de toneladas. La industria siderúrgica brasileña consume

anualmente 1,6 millones de toneladas de carbón sin lavar, que se elabora para obtener 770.000 toneladas de carbón metalúrgico, residuos de pirritas, etc.

El carbón de Santa Catarina es bueno para preparar cok, pero contiene ceniza fina que no puede extraerse por simple lavado. Los investigadores estudian métodos mejorados de extracción selectiva y elaboración, así como el sistema de transporte del carbón a las plantas.

LA OBTENCION DEL ACIDO SULFURICO DEL YESO.

Acido sulfúrico a partir del yeso es la meta de una planta experimental que la Kent Feeds Co. construye en Muscatine, Iowa, E. U. A. El yeso se calienta hasta 1.204°C por la combustión de gas natural en un ambiente de aire. El hidrógeno y monóxido de carbono resultantes reaccionarán con sulfato cálcico, para producir el ácido y la caliza.

PETROLEO EN EL PUTUMAYO.

El grupo de empresas Texaco-Gulf ha perforado, con resultados positivos, un cuarto pozo en la región del Putumayo, del sur de Colombia. Calculan que las reservas existentes en el sector ecuatoriano de esta región llegan a unos 300 millones de barriles, volumen suficiente para justificar el oleoducto que se está construyendo actualmente a un costo de unos 50 millones de dólares desde la zona del Putumayo a través de los Andes y hasta el puerto colombiano de Tumaco en el Pacífico. Se cree que la producción total de petróleo de Colombia aumentará en 30 por 100, o sea, 200.000 barriles por día. En 1967 el Ecuador sólo produjo 6.000 barriles por día. La Anglo-Ecuatorian Oilfields, mayor productora del Ecuador, completará este año la ampliación de su refinería «La Libertad», cerca de Quito, cuya capacidad será aumentada de 15.000 a 35.000 barriles por día.

ORO EN RORAIMA.

Se ha encontrado oro y diamantes en el territorio de Roraima, en la parte más norteña del Brasil.

La región de Roraima, antes llamada Río Branco, se halla entre Guayana al Este y Venezuela al Oeste, en el límite Norte del Estado de Amazonas.

PROSPECCION DE PETROLEO EN LA ARGENTINA.

La AGIP Argentina, que pertenece al grupo E. N. I. (Ente Nazionale Idrocarburi, propiedad del Gobierno italiano), en asocio con la Phillips Petroleum Co. de Nueva York, ha sido autorizada para buscar petróleo en aguas territoriales argentinas. Ha obtenido permiso para la prospección inmediata

en una zona de 25.000 kilómetros cuadrados alrededor de Bahía Blanca, a unos 400 kilómetros al Sudoeste de Buenos Aires. Aun cuando la E. N. I. ya realiza trabajos en 13 países de cuatro continentes, es la primera concesión que ha obtenido en Sudamérica.

CENTRAL NUCLEAR PARA LA ARGENTINA.

El Gobierno de la Argentina firmó recientemente un decreto autorizando a la Comisión Atómica Argentina a cerrar un contrato con la casa alemana Siemens para la construc-

ción de una central nuclear de 318 MW con reactor de uranio natural enfriado por agua a presión, en Atucha, a orillas del río Paraná y a 110 kilómetros al noroeste de Buenos Aires.

Será la primera central nuclear en Sudamérica. El valor del pedido, incluyendo los costos secundarios, asciende a unos 300 millones de marcos.

La Siemens, como contratista general y en estrecha colaboración con la industria argentina, se encargará del proyecto, construcción y puesta en servicio de la instalación completa. La entrega a la Comisión Atómica ha sido prevista para mediados de 1972.

Estadística y Economía

COTIZACIONES

COTIZACIONES DE METALES

MATERIAS	3-12-64	15-12-66	4-1-68	30-5-68	1-8-68
ZINC					
Nueva York (centavos por libra)...	14,50	14,50	13,50	13,50	13,50
Londres (£ por Tm.).....	130 ¹ / ₂ -131	104-105	112 ¹ / ₈ -112 ¹ / ₄	109 ¹ / ₂ -109 ⁵ / ₈	113 ¹ / ₂ -113 ⁵ / ₈
ALUMINIO					
Nueva York (centavos por libra)...	24,50	24,50	25,—	25,—	26,—
Londres (£ por Tm.).....	196,—	192,—	228-13-4	228-13-4	238-0-0
MERCURIO					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramos).....	480-500	495-510	523-528	522-527	505-515
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.)	140,—	185-210	220,—	235,—	214,—
WOLFRAMIO					
Londres (chelines por Tm.).....	169-174	310-325	410-425	320-345	405-415
PETROLEO					
Nueva York (\$ por barril).					
East Texas, crudo, en pozo....	3-3,10	3,10	3,20	3,20	3,20
ESTAÑO					
Nueva York (centavos por libra) ..	171,—	154,—	150,—	143,—	141,25
COBRE					
Nueva York (centavos por libra).					
Electrolítico.....	64,50	36,38	38-38,25	42-52,25	42-42,25
Londres (£ por Tm.).....	502-510	426-426 ¹ / ₂	579-580	464-465	432-432 ¹ / ₂
PLOMO					
Nueva York (dólares por libra)....	15,—	11,30	14,—	13,—	12,50
Londres (£ por Tm.).....	141-142	81-81 ¹ / ₄	93 ¹ / ₈ -93 ¹ / ₄	100 ⁵ / ₈ -100 ³ / ₄	103 ³ / ₄ -104

ECONOMÍA

LOS METALES NO FERROSOS DESPUES DE LA DEVALUACION

Se han celebrado conversaciones entre el Ministerio de Comercio y los representantes de la «British Non-ferrous metals Federation» y la «Aluminium Federation». La discusión se desarrolló sobre los metales no ferrosos británicos, sobre el precio de las materias primas, sobre el coste de la manufacturación, sobre el precio de los productos semiterminados, así como sobre las posibles consecuencias que todo esto va a tener en la importación y en la exportación de estos productos.

AYUDA JAPONESA PARA BRASIL

La Compañía Fuji, de Japón, de hierro y acero, va a cooperar en la modernización de la «Compañía Siderúrgica Nacional» (C. S. N.). Dos expertos japoneses se trasladarán a Brasil y realizarán un estudio sobre la eficiencia de los Altos Hornos, la variedad de las plantas, la planta del proceso de hierro, etc.

CAPACIDAD DE EXPANSION DEL NIQUEL

Para alcanzar la creciente demanda de níquel se está procediendo a la exploración y al desarrollo de nuevos recursos en muchas partes del mundo. Sin embargo, la demanda va en cabeza de la oferta, de momento; en 1968 los usuarios tendrán dificultades para obtener todo el níquel que necesitan, sobre todo en la primera mitad del año.

El señor G. T. N. Woodroffe, vice-presidente de finanzas de las Minas Níquel de Falconbridge ha manifestado que la extracción de níquel en Canadá aumentó de 235.000 toneladas en 1966 a 250.000 toneladas en 1967. En 1968 es muy probable que se llegue a 290.000 toneladas, estimando que la producción total del Mundo Libre es de 410.000 toneladas. Según esta proporción, la producción del Mundo Libre en 1968 será más del doble de la conseguida en 1958.

Se están realizando nuevos pozos para la explotación de dicho metal en distintos puntos, como son: el Distrito de Sudbury-Inco, al Oeste de Ontario, donde se ha terminado la excavación de pozos y se va llevar a cabo el desarrollo de galerías, etc. En el NW. de Ontario, la Newmont Mining Cor., de Canadá, va a llevar a cabo la explotación de níquel-cobalto. Realizados los primeros cálculos, se cree que habrá aproximadamente unos 300 millones de toneladas a 400 pies de profundidad.

De antiguo, Canadá ha sido el principal productor mundial de níquel y se espera que siga manteniendo esta posición. Aunque se cree que el porcentaje de níquel que proporciona el Canadá al Mundo Libre disminuirá a partir de 1970, a no ser que nuevas minas entren en producción.

En Nueva Caledonia, la Société le Níquel, en asociación con la Kaiser, así como otras Compañías, piensan trabajar en los depósitos de laterita de la isla.

En Guatemala, Exploraciones y Explotaciones Mineras S. A. (Eximbel), plantean la explotación de un depósito de laterita.

Australia, por su lado, está haciendo rápidos progresos en el desarrollo de fuentes de níquel.

En Rhodesia, la «Anglo-American» va a gastar unos 10 millones de libras en la explotación del níquel en el Area Shamva.

Con estas actividades, parece ser poco razonable por parte de los consumidores de níquel, el hecho de que estén preocupados por el futuro; lógicamente cierta disminución en los yacimientos parece ser inevitable, mientras no se implanten nuevas técnicas de desarrollo durante 1969 y 1970.

PRODUCCION MUNDIAL DE ACERO

La producción mundial del acero bruto en 1967, exceptuando la de la República Popular China, ascendió a 484 millones de toneladas, lo que supone una cifra superior en un 4,7 por 100 a la del año precedente. Destaca notablemente la producción conseguida por el Japón, de 62,2 millones de toneladas, o sea, 14,4 millones de toneladas más que en 1966, lo que supuso una elevación de la producción de 30,1 por 100 respecto al año anterior. De esta cantidad correspondieron 41,7 millones de toneladas a la producción de acero por el procedimiento del oxígeno puro. A la participación, por tanto, de la industria del acero japonesa a la producción mundial, corresponde ya un 12,8 por 100, frente al 10,3 por 100 del año anterior.

La producción de EE. UU. (118,3 mill. t.) es inferior en 6,4 millones de toneladas a la del año precedente; no obstante, continúa situada esta nación en cabeza de los países productores de acero. Le sigue la Unión Soviética con 102,2 millones de toneladas (un 5,5 por 100 más que en 1966). En el bloque de los países europeos orientales, la producción ascendió a 32,4 millones de toneladas (6,2 por 100 superior al año anterior) y en las naciones de la CEE a 89,9 millones t. (5,6 por 100 superior).

PLANTA DE COK PARA MEXICO.

El Banco de Exportación e Importación ha aprobado un préstamo de 10 millones de dólares en favor de la Hullera Mexicana, afiliada de la Cia. Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, para cubrir la financiación de una planta para transformar carbón en cok, que será suministrada por la Koppers Co., de Pittsburgh. El cok será usado en la industria siderúrgica del país.

La capacidad anual de la planta de cok será de 675.000 toneladas y su costo llegará a 17 millones de dólares. La diferencia de unos 7 millones será aportada por intereses mexicanos.

LA INDUSTRIA SIDERURGICA COLOMBIANA.

La industria siderúrgica colombiana se está desarrollando a un ritmo más acelerado. Las Acerías Paz del Río, S. A., único productor integral de acero, han emprendido un programa de expansión que elevará al doble su capacidad en pocos años. Se calcula que esta capacidad llegará a 500.000 toneladas en productos acabados de acero para fines de 1975.

La industria siderúrgica iniciada hace doce años, representa una inversión superior a 178 millones de dólares. En 1955, Colombia produjo 87.400 toneladas de lingotes de acero, en comparación con 216.012 toneladas en 1966, lo que coloca al país en sexto lugar entre los mayores productores iberoamericanos de acero.

Con el aumento de capacidad planeado en Paz del Río y en otras acerías colombianas, la Federación Metalúrgica Nacional (FEDOMETAL) calcula que la industria estará en posición de satisfacer casi toda la demanda nacional por acero.

Aun cuando sin duda habrá algunos productos exportables, el impacto más inmediato será el ahorro en divisas. Para 1970, la producción de Paz del Río representará un ahorro de 53 millones de dólares.

El campo de exportación dentro de la ALALC (Asociación Latino Americana de Libre Comercio) también brindará nuevas posibilidades, especialmente en productos acabados.

Para financiar la primera etapa del programa, Paz del Río había recibido un préstamo de 30 millones de dólares del Banco Mundial en 1965. El costo total ha sido evaluado en 180 millones.

El programa incluye el desarrollo de una mayor producción en las minas de mineral de hierro, carbón y caliza pertenecientes a la compañía: instalación de una nueva batería de hornos de coque; un nuevo horno alto, y nuevos trenes laminadores. Cuando quede terminada esta parte del programa en 1970, la acería cuenta con poder satisfacer cerca del 70 por 100 de la demanda nacional por acero y productos de acero.

A diferencia de muchos otros países iberoamericanos, Colombia dispone de considerables reservas de materia prima para la industria siderúrgica. Las principales fuentes de materiales son las minas de carbón, mineral de hierro y piedra

caliza en Paz del Río, situadas en las montañas que circundan a la acería en el Departamento de Boyacá. Los yacimientos de mineral de hierro se calculan en más de 55 millones de toneladas, bastante para durar cincuenta años al ritmo actual de producción. Las reservas de carbón se estiman en 40 millones de toneladas y las de caliza se consideran amplias para los próximos cincuenta años.

LA MINERIA DEL RUHR.

Las minas alemanas de hulla figuraron en 1967 a la cabeza de los países mineros de Europa occidental con una producción en el trabajo subterráneo de 3.264 kilogramos por hombre y turno. El aumento del rendimiento, en un 11,6 por 100, fue mayor que en los años pasados.

El promedio de rendimiento subterráneo en la región del Ruhr durante 1967 ascendió a 3.366 kilogramos y en diciembre de 1967 a más de 3.500 kilogramos por vez primera. En 17 de los 81 pozos en funcionamiento en Alemania Occidental se logró en diciembre de 1967 un rendimiento, en la explotación subterránea, superior a cuatro toneladas.

Este aumento de rendimiento fue posible gracias a mejoras técnicas y de organización en toda la minería, a rigurosas medidas de racionalización, al cierre de pozos que trabajaban de modo no rentable, y a la intensificación de trabajos de investigación y desarrollo, llevados adelante con éxito, a pesar de la difícil situación económica de la mayor parte de las sociedades mineras.

Estos trabajos de investigación y desarrollo (para los que se destinaron también en 1967 subvenciones de la Federación y los Estados federados —al lado de considerables fondos propios de las sociedades mineras— así como ayudas de la Comunidad Europea), constituyen una de las tareas más importantes de la Asociación de Minas de Hulla. Se informa sobre progresos en muchos sectores parciales de la técnica minera, seguridad en las galerías, ennoblecimiento del carbón y utilización del mismo.

En el trabajo subterráneo se han podido esclarecer cuestiones importantes de la presión del terreno, se han mejorado los procedimientos de la sismica subterránea y se ha desarrollado la técnica de explotación en todos los tipos de yacimientos; se han aumentado las posibilidades de aplicación del entibado hidráulico en las minas y se han hecho progresos en el recorrido mecánico de trayectos, así como en el horadamiento de grandes túneles en la roca y en el carbón.

La cifra de accidentes obligatorios de declarar disminuyó en un 30 por 100 durante 1967. También ha disminuido la silicosis, debido al afortunado desarrollo de procedimientos técnicos para combatir el polvo.

Un plan de investigación y desarrollo, elaborado por la Asociación de Minas de Hulla, en colaboración con el Erario público y numerosas instituciones de la minería hulla, prevé puntos básicos de investigación para los sectores principales, como por ejemplo, el ulterior desarrollo de la fabricación ininterrumpida de coque de forma determinada y la invención de un procedimiento para desazufar los gases del humo.

LA INDUSTRIA DEL ETILENO EN EUROPA

Las reuniones celebradas en el Benelux entre representantes de las firmas productoras y consumidoras de etileno, se espera conduzcan en plazo no largo, a un acuerdo de producción y distribución conjunta de etileno en Europa por medio de una red de tuberías que enlacen los distintos países participantes.

Las compañías interesadas en el logro de este acuerdo son DOW, DSM, Gulf, Shell, Petrochim, ICI, Atlantic Polymer, BASF, Polyolefines, Solvay y Union Carbide.

Con dicho acuerdo se conseguirán racionalizar y armonizar en gran parte de Europa occidental los costes de producción y distribución del etileno.

PROGRAMA NUCLEAR DE ALEMANIA FEDERAL.

El Gobierno de la República Federal Alemana tiene previsto invertir 87.500 millones de pesetas en su tercer programa

nuclear, que abarca el periodo 1968-1972. Esta cantidad supone un 53 por 100 de aumento sobre el presupuesto del período precedente (1963-1967). La investigación básica nuclear realizada fuera de los Centros de investigación propiamente dichos dispondrá, a su vez, de mayores recursos: 12.250 millones de pesetas, frente a los 10.535 invertidos en la etapa anterior. El desarrollo de reactores se dedicarán también, independientemente de lo gastado en dichos Centros, 18.375 millones, es decir, casi el doble de lo presupuestado anteriormente.

Por su parte, en la investigación y desarrollo dentro de los propios Centros de investigación se emplearán 40.250 millones, o sea, 12.000 más que en el segundo programa.

También es superior la contribución que el tercer programa nuclear alemán asigna a las organizaciones internacionales CERN, EURATOM, etc., que ascenderá a 9.625 millones (comparado con los 3.500 millones del programa anterior) si el Gobierno de la República Federal Alemana decide participar en los gastos implicados por el proyectado sincrotrón de protones de 300 Gev de la CERN, cuya construcción fue decidida con carácter de urgencia en la reunión de Ginebra celebrada en junio de 1967.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESION DE EXPLOTACION

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
145	8831	17-VI-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles anunciando concurso para la adjudicación de dos permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona I (Península).
148	9020	20-VI-68	Ind.	Resolución de la Sección de Minas de la Delegación de Jaén cancelando permiso de investigación.
152	9326	25-VI-68	Ind.	Resolución de las Delegaciones de Cáceres y Castellón, caducando concesiones de explotación.
152	9326	25-VI-68	Ind.	Resolución de las Delegaciones de Gerona y Málaga, otorgando y titulando concesiones de explotación.
152	9337	25-VI-68	Ind.	Resolución de la Jefatura de la Sección de Minas de la Delegación de Almería, rehabilitando concesiones de explotación.
152	9337	25-VI-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Córdoba, Salamanca y Sevilla, rehabilitando concesiones de explotación.
152	9325	25-VI-68	Ind.	Resolución de las Delegaciones de Burgos, Gerona, Guadalajara, Lérida y Soria, caducando permisos de investigación.
152	9337	25-VI-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las Delegaciones Provinciales de León y Lugo, cancelando permisos de investigación.
152	9337	25-VI-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Huelva y Salamanca, otorgando permisos de investigación que se mencionan.
153	9399	26-VI-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Badajoz y Granada, caducando concesiones de explotación.

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
153	9399	26-VI-68	Ind.	Resolución de las Delegaciones de Avila, Pontevedra, Burgos y Alicante, otorgando permisos de investigación.
153	9399	26-VI-68	Ind.	Resolución de las Delegaciones de Cáceres y Castellón, cancelando permisos de investigación.
153	9399	26-VI-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Barcelona y León, caducando permisos de investigación.
157	9627	1-VII-68	Ind.	Resolución de la Delegación de Navarra otorgando y titulando concesión de explotación.
157	9627	1-VII-68	Ind.	Resolución de la Jefatura de la Sección de Minas de la Delegación de Badajoz, otorgando y titulando concesión de explotación.
159	9747	3-VII-68	Ind.	Resolución de la Jefatura de la Sección de Minas de la Delegación de León, cancelando permiso de investigación.
159	9747	3-VII-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Oviedo y Salamanca, caducando los permisos de investigación.
161	9881	5-VII-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Badajoz y Salamanca, cancelando permisos de investigación.
161	9881	5-VII-68	Ind.	Resolución de la Jefatura de la Sección de Minas de la Delegación de Zaragoza, otorgando permisos de investigación.
174	10666	20-VII-68	Ind.	Resolución de la Sección de Minas de la Delegación de Badajoz cancelando permisos de investigación.
174	10667	20-VII-68	Ind.	Resolución de las Secciones de Minas de las Delegaciones Provinciales de Industria de Jaén y Santander, otorgando permisos de investigación.
174	10667	20-VII-68	Ind.	Resolución de las Secciones de Minas de las Delegaciones de León y Valencia, caducando permisos de investigación.
174	10667	20-VII-68	Ind.	Resolución de la Sección de Minas de la Delegación de Palencia otorgando permisos de investigación.
175	10727	22-VII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles otorgando permisos de investigación.
176	10798	23-VII-68	Ind.	Resoluciones de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Ciudad Real, Córdoba, Jaén, León, Madrid y Zamora, otorgando permisos de investigación.
176	10798	23-VII-68	Ind.	Resolución de la Sección de Minas de la Delegación de Córdoba cancelando permiso de investigación.
176	10798	23-VII-68	Ind.	Resolución de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Córdoba y Zaragoza, cancelando permisos de investigación.
176	10798	23-VII-68	Ind.	Resolución de las Secciones de Minas de las Delegaciones de Granada, Guadalajara, Oviedo, Sevilla, Valencia y Vizcaya, caducando permisos de investigación.
176	10795	23-VII-68	Ind.	Resolución de las Delegaciones de Cáceres y Segovia, otorgando permisos de investigación.
176	10795	23-VII-68	Ind.	Resolución de la Delegación de Málaga otorgando permisos de investigación.
177	10868	24-VII-68	Ind.	Resolución de la Sección de Minas de la Delegación de Zamora otorgando y titulando concesión de explotación.
177	10857	24-VII-68	Ind.	Resolución de la Delegación de Guadalajara otorgando permisos de investigación.
191	11802	9-VIII-68	Ind.	Suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de minerales de hierro en Alava, Santander y Vizcaya.

HIDROCARBUROS

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
146	8883	18-VI-68	Ind.	Orden del 24 de mayo por la que se acepta la renuncia del Instituto Nacional de Industria (I. N. I.) y «COPAREX Española, S. A.» (COPAREX), a los permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península): «Milano», «Cañadas», «Villafranca» y «Cincotorres».
146	8885	18-VI-68	Ind.	Anuncio concurso para la adjudicación de permiso de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
148	9018	20-VI-68	Ind.	Anuncio concurso para la adjudicación de seis permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
151	9235	24-VI-68	Ind.	Decreto 1375/68 adjudicando ocho permisos de investigación de Hidrocarburos solicitados por la «Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, Sociedad Anónima» (ENPASA) en la Zona III (África Occidental Española).
155	9533	28-VI-68	Ind.	Orden de 3 de junio por la que se aprueba el proyecto de Convenio de Colaboración entre «EMPASA», «IEPASA», «SEPE» para la investigación de hidrocarburos en cuatro permisos otorgados a dicha Compañía en la Zona I (Isla de Mallorca).
155	9554	28-VI-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la adjudicación de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona III (Sáhara).
162	9948	6-VII-68	P. del G.	Orden de 28 de junio de 1968 por la que se modifica el número primero de la Orden de 4 de agosto de 1966, complementaria del Decreto 596/1966, de 12 de marzo.
164	10019	9-VII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la adjudicación de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
165	10079	10-VII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la adjudicación de cuatro permisos de investigación de hidrocarburos en Zona III (Sáhara).
165	10079	10-VII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la adjudicación de seis permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
172	10557	18-VII-68	Ind.	Orden de 4 de julio de 1968 por la que se aprueba el Convenio de 22 de marzo de 1968 entre «Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos, S. A.», «California Oil Company of Spain» y «Texaco (Spain) Inc.».
172	10557	18-VII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la adjudicación de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
175	10727	22-VII-68	Ind.	Orden de 15 de julio de 1968 por la que se aprueba la cesión al Instituto Nacional de Industria de las acciones que «Recherches et Exploitation de Gaz et de Petrole» (REGAP), posee en la «Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A.», (ENPASA).
175	10727	22-VII-68	Ind.	Orden de 15 de julio de 1968 por la que se aprueba la cesión al Instituto Nacional de Industria de las acciones que «Recherches et Exploitation de Gaz de Petrole» (REGAP), posee en la Empresa Nacional de Navarra, S. A. (ENPENSA).
184	11371	1-VIII-68	Ind.	Decreto 1845/1968, de 11 de julio, por el que se aprueba el Convenio de cesión por «Shell Española, N. V.», a CAMPSA de una participación del 25 por 100 en veinte permisos de la Zona I.

VARIOS

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
147	8949	19-VI-68	Ind.	Orden de 11 de mayo de 1968 sobre el régimen de crudos y venta de productos al Monopolio de Petróleos para la ampliación de la refinería de Petroliber.
149	9054	20-VI-68		Ley 25/1968, de 20 de junio, modificando los artículos 9 y 16 de la Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre energía nuclear.
152	9295	25-VI-68	Ind.	Orden de 10 de junio de 1968 creando la Sección de Minas en las Delegaciones de Burgos, Málaga, Navarra y Toledo.
156	9593	29-VI-68	O. P.	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas por la que se hace pública la autorización y legalización de labores de alumbramiento de aguas subterráneas en el subsuelo de los montes de propios de los Ayuntamientos de La Matanza de Acentejo y El Sauzal (Tenerife) a la Comunidad de las Aguas «El Empedrado».
159	9648	2-VII-68	P. del G.	Decreto 1422/1968, de 20 de junio, fijando la fecha a partir de la cual se ha de computar el plazo de duración de los beneficios aplicables a determinadas centrales térmicas.
159	9741	3-VII-68	Ind.	Orden de 15 de julio de 1968 sobre autorización de reforma y acondicionamiento del ferrocarril de acceso a la fábrica de la «Empresa Nacional Calvo Sotelo», en Puertollano (Ciudad Real).
167	10158	12-VII-68	Ind.	Resolución de inclusión en la Lista Oficial de Explosivos de cinco nuevos tipos de explosivos industriales para usos civiles.
167	10157	12-VII-68	Ind.	Decreto 1484/1968, de 11 de julio, de reorganización de Direcciones Generales de Minas y Combustibles y la Energía.
168	10292	13-VII-68	O. P.	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas autorizando a Comunidad de Regantes de la Vega Mayor de Telde para realizar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en término municipal de Valsequillo (Las Palmas).
169	10399	15-VII-68	Ind.	Orden de 13 de julio convocando concurso para la concesión de los beneficios previstos en el Decreto 1107/1968, de 1 de junio, para las industrias que se instalen en el suelo industrial de los términos municipales de Mieres y Langreo.
171	10486	17-VII-68	Ind.	Orden de 8 de julio aprobando el Reglamento Orgánico y Funcional de Consejo Superior del Ministerio de Industria.
174	10617	20-VII-68	P. del G.	Resolución de la Dirección General de Flazas y Provincias Africanas anunciando concurso para la provisión de una plaza de Ingeniero de Minas vacante en el Servicio Minero y Geológico de la Provincia de Sáhara.
175	10701	22-VII-68	J. de E.	Decreto-Ley 7/1968, de 17 de julio, prohibiendo temporalmente la captación de aguas subterráneas en determinadas zonas de Andalucía incluidas en el proyecto de investigaciones hidrogeológicas en la cuenca del Guadalquivir.
176	10789	23-VII-68	Ind.	Orden de 10 de julio sobre régimen de crudos y venta de productos al Monopolio de Petróleos para la refinería de la «Compañía Española de Petróleos, S. A.», en Algeciras.
176	10790	23-VII-68	Ind.	Orden de 10 de julio de 1968 sobre régimen de crudos y ventas de productos al Monopolio de Petróleos para la refinería de la Sociedad «Eso Petróleos Españoles, S. A.», en Castellón de la Plana.
176	10790	23-VII-68	Ind.	Orden de 10 de julio sobre régimen de crudos y venta de productos al Monopolio de Petróleos para la refinería de la Sociedad «Río Gulf de Petróleos, S. A.», en Huelva.
178	10911	25-VII-68	Ind.	Resolución de la Sección de Minas de la Delegación de Burgos autorizando la instalación eléctrica que se cita y se declara en concreto la utilidad pública de la misma.

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
179	10948	26 VII 68	Ind.	Resolución de la Delegación de Oviedo por la que se hace público haber sido señaladas fechas para el levantamiento de las actas previas a la ocupación de las fincas que se citan, afectadas en el término municipal de Oviedo, Cantera de Naranco, por la expropiación forzosa solicitada por la «Empresa Nacional Siderúrgica, S. A.».
184	11354	1-VIII 68	O. P.	Decreto 1831/1968, de 11 de julio, extendiendo la aplicación del Decreto 3221/1966 sobre Policía de Aguas en la Cuenca del Segura a la cuenca del Júcar, y ampliándolo para toda clase de aprovechamientos en ambas cuencas.
187	11593	5 VIII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Energía y Combustibles por la que delegan determinadas facultades en el Subdirector general de Combustibles.
187	11593	5 VIII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Energía y Combustibles por la que se delegan determinadas facultades en el Subdirector general de la Energía.
189	11711	7 VIII 68	T	Orden de 5 de julio de 1968 por la que se dispone el cumplimiento de la sentencia recaída en el recurso contencioso administrativo interpuesto contra este Departamento por «Altos Hornos de Vizcaya, Sociedad Anónima».
190	11734	8 VIII-68	Ind.	Corrección de errores de la Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se dispone la inclusión en la Lista Oficial de Explosivos de cinco nuevos tipos de explosivos industriales para usos civiles.
191	11789	9-VIII-68	Ind.	Orden de 31 de julio aprobando los valores de la compensaciones de nuevas construcciones de centrales hidráulicas y térmicas, terminadas en los años 1966 y 1967.
194	11981	13 VIII 68	Ind.	Orden de 31 de julio convocando oposiciones para cubrir vacantes en el Cuerpo de Ayudantes de Minas.
195	12075	13 VIII 68	Ind.	Decreto 1953/1968, de 24 de julio, por el que se declara de urgente ocupación los bienes efectuados por la construcción de la central térmica de La Robla, de «Hidroeléctrica Moncabril, S. A.», «Unión Eléctrica Madrileña, S. A.», «Hullera Vasco Leonesa, S. A.» y «Empresa Nacional de Electricidad, S. A.», en La Robla (León).
RESERVAS				
146	8884	18-VI-68	Ind.	Corrección de errores de la Orden del 18 de mayo sobre la reserva provisional del Estado de minerales radiactivos en una zona de la provincia de Huelva, denominada «Huelva Cuatro Hinojales» en los términos municipales de Cumbres Mayores, La Nava, Hinojales, Cortelazor, Aracena, Cañaveral de León, Cortecóncepción, y Arroyomolinos de León.
152	9325	25-VI-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se hace público que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigaciones y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Pontevedra.
152	9325	25-VI-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se hace público que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Oviedo.
164	10021	9-VII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
				que se hace público que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales de tantalio, niobio, circonio, berilo, molibdeno, cesio, titanio y estaño en los perímetros que se indican, comprendidos en las provincias de Pontevedra y Orense.
177	10857	24 VII 68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles suspendiendo el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Avila y Toledo.
177	10857	24-VII-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles suspendiendo el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica en la provincia de Cáceres.
196	12141	15-VIII-68	Ind.	Orden de 31 de julio de 1968 por la que se reservan provisionalmente para investigación a favor del Estado toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos líquidos o gaseosos y las rocas bituminosas, en una zona denominada «Ebro».

Notas bibliográficas

GEOFISICA

J. M. MUNUERA: *El mapa de zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica*. Instituto Geográfico y Catastral, 52 págs. y 14 mapas, abril 1968.

La Comisión Sísmica Europea, y dentro de ella su grupo de trabajo de «zonas sísmicas», recomendó la formación de los mapas de zonas sísmicas generalizadas y el presentado en este trabajo corresponde a la Península Ibérica.

Las partes de la comunicación científica son: antecedentes, esquema general, datos sísmicos, estadísticas sísmicas, mapas sísmicos, mapa preliminar de zonas sísmicas, mapa morfológico, historia del geosinclinal, mapa geotectónico, datos complementarios, mapa de zonas sísmicas generalizadas. Figura a continuación un capítulo de bibliografía con 36 citas.

Los mapas se refieren: Densidad regional media, promedio de flujo anual, epicentros hasta 1966, isosistas máximas sentidas, flujo tectónico medio o intensidad máxima probable para cincuenta años, riesgo sísmico, zonas sísmicas, morfológico, histórico del geosinclinal, geotectónico, movimientos actuales, anomalía gravimétrica de Bouguer, anomalías geomagnéticas del campo total F, complementario preliminar, de zonas sísmicas generalizadas de la región de la Península Ibérica.—L. DE A.

MINERALURGIA

ANTONIO MARTÍN y RAMIRO CASSELL: *Los lignitos como posible fuente industrial de recuperación de renio*. «Ensayos e Investigaciones», año 111, núm. 9, Bilbao, 1968, páginas 16 a 21.

Hacen los autores unas consideraciones sobre el renio, las menas del mismo y su contenido en los lignitos.

Efectúan la valoración en los lignitos por activación neutrónica y lo encuentran en las cenizas de la cuenca de Arenas del Rey de 1.1 a 6.9 ppm y en las de Mequinenza-Payón de 0.76 a 9.1 ppm.

Comentan la recuperación del renio de los lignitos. Relación de una serie de circunstancias que son fundamentales para este proceso mineralúrgico, sin entrar en su estudio.—L. DE A.

GEOQUIMICA

B. MASOS: *Geochemistry and meteorites*. «Geochim. Cosmochim. Acta», N.º 365 a 374, abril, 1966.

Se discute y comenta la aplicación a los meteoritos, de la clasificación de Goldschmidt (1923), de los elementos desde

el punto de vista geoquímico en siderófilos, calcófilos, litófilos y atmófilos. Discute el contenido y distribución en los meteoritos del nitrógeno, magnesio, silicio, fósforo, calcio, titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, níquel y cobre. De estos elementos, los normalmente litófilos, calcio, titanio, cromo y manganeso, se presentan como calcófilos en los meteoritos con un grado elevado de reducción.—I.

GEOLOGIA

MEMORIAS DEL B. R. G. M.: *Coloquio sobre el Eoceno*. París, mayo 1968, núm. 58, 1968, 742 págs., varias láminas y planos.

En el año 1965, el Comité Francés de Estratigrafía propuso organizar un Coloquio sobre el Eoceno de Francia y países vecinos, y cuyos temas serían:

Inventario y descripción de los estratos tipos de pisos y de subpisos; la investigación de los estratos tipos, presentando las facies diferentes de los de la localidad tipo; establecimiento y correlación entre los estratos tipos de las cuencas nórdicas y las cuencas atlánticas y mesógenas; la redacción de documentos de síntesis paleogeográfica; la confrontación de escalas de Europa occidental con las admitidas en otros países.

Este Coloquio tiene la particularidad de que las comunicaciones se han publicado con anterioridad a la celebración del Congreso, que son el objeto del tomo que comentamos.

Esperan los editores completar la obra con un segundo tomo dedicado al estudio de la litología, sedimentología, geoquímica, paleontología (moluscos, foraminíferos, ostrácodos, polen) y estratigrafía, y cuatro sondeos efectuados por el B. R. G. M., con la intención del Coloquio en la cuenca de París.

El volumen tercero se espera publicar al principio de 1969, y estará esencialmente consagrado a monografías regionales, a las relaciones de coordinación, y a los resultados de las discusiones y resoluciones propuestas.

Se espera que este Coloquio permita una confrontación aprovechable y un diálogo permanente entre los estratígrafos del Eoceno, y contribuirá sin duda alguna a clarificar la estratigrafía tan compleja de este período en el Oeste de Europa.

Los trabajos de que consta el tomo son los siguientes:

I. *Microorganismos*.

Répartition stratigraphique des grands foraminifères de l'Éocène dans les Alpes-Maritimes (franco-italiennes et les Basses-Alpes, por A. Blondeau, J. Bodelle, R. Campredon, M. Lanteaume y M. Neumann.—Révision des Nummulites et des Assilines des Alpes-Maritimes, por A. Blondeau.—Les zones de grands Foraminifères du Paléocène (Than-

tien Sparnacien) de l'avant pays pyrénéen à l'Est du plateau de Lannemezan et leur extension, por Y. Tambareau J. Villatte.—Une échelle de Nummulites pour la stratigraphie sud-pyrénéenne, por S. Reguati.—Les Nummulites de l'U. R. S. S., leur évolution, systématique et distribution stratigraphique, por G. I. Nemkov.—Nouvelle découverte de Fabiana cassis (Oppenheim) dans le Lutétien du Bassin de Paris, por G. Bignot.—A propos de Gyroidinella magna Le Galvez en Aquitaine et en Mésogée, por M. Neumann.—Les petits Foraminifères de l'Éocène de l'Ouest de la France et leur intérêt stratigraphique, por J. P. Margerel.—Contribution à la connaissance des Foraminifères planctoniques de l'Éocène, incluant le Paléocène, du Bassin anglo-franco-belge, por P. Bronnimann, D. Curry, Ch. Pomerol y Szots.—Quelques foraminifères planctoniques de l'Yprésien de la Belgique et du Nord de la France, por T. Moorkens.—Zones provisoires de Foraminifères planctoniques de la série éocène du Bassin de Dorog (Hongrie), por L. Vitali, Zilahy.—Ostracodes de l'Éocène supérieur et l'Oligocène inférieur dans les Bassins de Paris, du Hampshire et de la Belgique, et leur contribution à l'échelle stratigraphique, por M. Ch. Keen.—Etat actuel de nos connaissances sur les algues calcaires de l'Éocène, por M. Massieux.—On the study of tertiary fish otoliths, por F. Ch. Stinton.—L'analyse pollinique dans l'Est de la France. Étude des formations éocènes ou rapportées à l'Éocène et des stratotypes polynologiques de Borken et de Messel, por C. Sittler.

II. *Moluscos, equinodermos*.

Contribution à l'étude de la faune de gastéropodes de sables auversiens de Barisseuse (Oise), por L. Gougerot J. Braillon.—Étude paléontologique du Bartonien moyen (= Marinésien) du Quoniam (Val-d'Oise), por M. Parreau.—Quelques espèces nouvelles de mollusques de l'Éocène du Bassin de Paris, por L. Gougerot.—Les mollusques du stratotype du Priabonien et leur signification paléocéologique, por G. Piccoli y G. Massari de Gasperi.—Les Echinides de l'Éocène de France. Gisements et caractères généraux, por J. Roman.—Quelques Echinodermes éocènes des Alpes-Maritimes (franco-italiennes) et des Basses-Alpes, por J. Bodelle, R. Campredon y O. Villoutreys.

III. *Mamíferos*.

Succession, en Europe, des faunes mammaliennes au début du Tertiaire, por E. D. Russell.—Mammifères éocènes du Bassin de Mayence et de la partie orientale du Fossé rhénan, por H. Tobien.

IV. *Vegetales superiores*.

Sur la présence des genres Taxodioxydon et Palmoxylon dans l'Yprésien de Cuise-la Motte (Oise), por J. C. Koeniguer.

V. *Geoquímica*.

Les couches éocènes dans la région du Fossé rhénan septentrional, por G. Matthess.—Age de formations glauconieuses de l'Albien et de l'Éocène du Bassin de Paris, por M. Bonhomme, G. Odin y Ch. Pomerol.—Résultat et interprétation d'analyses isotopiques de faunes malacologiques du Tertiaire parisien, por J. Tivollier y R. Létolle.—Le gypse du Bassin de Paris. Historique et données récentes, por J. Ch. Fontes.

VI. *Sedimentación marina y continental. Paleogeografía*.

Le Paléogène des forages de Marcoussis (Essonne), por C. Cavalier.—The environment of deposition of the clays of Ieper in the Netherlands, por J. Brouwer.—Le Lutétien au large du Cotentin, por G. Bignot, P. Hommeril y C. Larssonneur.—L'Éocène du Massif Armoricaire (Données nouvelles apportées par l'étude des minéraux argileux, applications paléogéographiques et paléoclimatiques), por J. Esteoule-Choux.—Recherches morphométriques sur les galets patinés de la trainée tourangelaise des cailloutis à chailles roulées, por J. C. Yvard.—L'Éocène continental du détroit poitevin, por M. Steinberg.—Note sur les conditions de dépôt des sables éocènes de la région de Rians (Basse-Provence intérieure), por T. Vogt di Poppa.—Les formations à Microcodium dans les Alpes-Maritimes (franco-italiennes) et les Basses-Alpes. Leur importance paléogéographique, por J. Bodelle y R. Campredon.—L'Éocène inférieur continental «Vitrollien» du chaînon de Saint-Chinian (Hérault): exemple d'utilisation de résultats sédimentologiques pour des reconstitutions paléogéographiques, por P. Freydet.—Projet d'un atlas des lithofaciès de l'Éocène du Bassin de Paris, por C. Mégnién.—Les indications stratigraphiques fournies par les minéraux argileux des différentes formations éocènes du fossé rhénan. Comparaison avec les régions voisines, por C. Sittler.

VII. *Estratotipos. Límites. Estratigrafía regional*.

L'Éocène supérieur et la base de l'Oligocène en Europe occidentale, por C. Cavalier.—Zur Frage der Eozän-Oligozän-Grenze im nördlichen Deutschland, por F. Gramann.—Bartonien, Ludien et Tongrien, por G. Denizot.—Sur la corrélation du Lédien avec les formations éocènes du Bassin de Paris, por Ch. Pomerol.—A propos du Biarritzien, por G. Bignot y D. Boulanger.—Qu'est-ce que l'Auversien?, por A. Blondeau y Ch. Pomerol.—Corrélation à l'aide de macrofaunes marines entre l'Ilerdien du Bassin de Tremp (Lérida-Espagne) et la série cuiso-lutétienne des Corbières (Aude-France), por J. C. Plaziat y M. Renzi.—Le Paléogène de la vallée d'Ager et ses rapports avec celui de la Conca de Tremp (Prépyrénées de la province de Lérida, Espagne), por M. Crusafont, J. Rosell, J. M. Golpe y M. Renzi.—Les grands traits d'une coupure Crétacé-Paléocène-Eocène au Sud des

Pyrénées (Isabena), por M. Crusafont, M. de Renzi y E. Clavell.—Trois nouvelles coupes de l'Ilerdien marin de l'Aragon et leurs rapports avec le stratotype de l'Ilerdien à la Conca de Tremp (Espagne), por M. de Renzi.—Sur un essai de corrélation entre des coupes paléogènes de Corbières et du Bassin de Paris, por H. Schaub.—Le Paléocène et l'Éocène de Padermo d'Adda (Italie septentrionale), por M. B. Cita, I. Premoli-Silva, M. Toumarkine, H. Bolli, P. H. Luterbacher, H. Molher y H. Schaub.—The «Priabonian» type section, por J. Hardenbol.—Sur la corrélation de quelques étages du Paléogène de l'Aquitaine, de l'Italie septentrionale et du Bassin de Paris, por H. Schaub.—A propos de quelques étages du Paléocène et de l'Éocène du Bassin de Paris et leur corrélation avec les étages de la Thetys, por H. Schaub.—Elementi sulla stratigrafia dell'Éocene Siciliano, por L. Montanari.—Les molasses éocènes de l'Albanie sud-orientale, por A. Papa.—Quelques problèmes actuels de l'Éocène dans la montagne centrale transdanubienne (Hongrie), por E. Dudich, L. Bidai, T. Kecskemeti y G. Gabor.—Stratigraphy of the Tertiary of Northern Poland, por E. Wozny.—Données actuelles sur le Nummulitique de Transylvanie, por G. Bombita y V. Moiescu.—Les limites stratigraphiques de l'Éocène du fossé rhénan, por J. Sittler y Claude.—L. DE A.

AGUAS SUBTERRANEAS

HENRI PALOC: *Carte hydrogéologique de la France région karstique Nord-Montpelliéraine. Notice explicative*. B. R. G. M., núm. 50, 1967.

La primera carta hidrogeológica de la región kárstica del Norte de Montpellier y su Memoria explicativa, se realizaron por iniciativa del Servicio Hidrogeológico del B. R. G. M. en 1964, y la segunda en 1966.

El mapa y la memoria, constituyen un ensayo de síntesis de los conocimientos actuales sobre los diversos tipos de acuíferos calizos de la región del mediterráneo del sur francés, comprendido entre la parte meridional y la villa de Montpellier.

El mapa consta esencialmente de una representación de los terrenos con figuras diferentes según su edad y sus características litológicas. En el dibujo de la red hidrográfica se distingue la circulación permanente, la circulación temporal. Utiliza símbolos diferentes para fuertes pérdidas, cavidades naturales, pozos, perforaciones y otras obras hidráulicas.

La memoria explicativa contiene una puesta a punto sobre la hidrogeología de la región estudiada; precisa, entre otras, las características esenciales y las referencias bibliográficas para cada uno de los manantiales, cavidades naturales y perforaciones.

La primera parte comienza con un capítulo dedicado a comentario geográfico, donde considera el relieve, la red hidrográfica, la vegetación y la población.

El capítulo 2.º trata de las condiciones geológicas, y se habla del zócalo, los terrenos de cobertura.

- R. Pozzi: *Esquema tectónico del Alto Valtellina desde Livigno al grupo del Ortles*. (en italiano).
- P. Kellerhals: *Algunas nuevas observaciones sobre la geología del grupo de Ortles del Vintschgau y de los Dolomitas sudorientales de la Engadina*.
- P. Leonardi: *Tectónica y tectonogénesis de las Dolomitas* (en inglés).
- O. Reithofer: *Sobre los transtornos en el Cristalino de Silvretta, entre los valles de Fimber y Jam (Tirolo)*.
- H. Küpper: *Quasieratón y ortogeosinclinal (Alpes Orientales y Masa de Bohemia dentro del ámbito de conocimientos de la geología actual)*.
- U. P. Büchi, G. Wiener y F. Hofmann: *Nuevos conocimientos en la cuenca de molasas basándose en sondeos profundos de petróleo en Suiza Central y Oriental*.
- F. Roesli: *El sumidero de Rengg como fenómeno geológico y como ejemplo de una corrección antigua del Wildbach*.
- H. Jäckli: *El concepto de «disponibilidad de aguas freáticas»*.
- A. Lombard: *La estratificación. Revisión, crítica y ensayo de teoría genética* (en francés).
- H. R. Grunau: *Pederal de radiolarios y rocas asociadas en espacio y tiempo* (en inglés).
- H. Lininger y F. Hofmann: *La edad del aluvión de Sundgau, al Oeste de Basilea*.
- H. P. Laubscher: *Un modelo cinemático del plegamiento del Jura*.
- G. Colom: *Ensayos sobre la biología, distribución geográfica y estratigráfica de los Tintinnoides fósiles*. (en francés).
- E. Niggli y C. R. Niggli: *Mapas de difusión de algunos minerales del metamorfismo alpídico en los Alpes suizos (stilpnomelano, anfíbol alcalino, cloritoide, estauroilita, distena, sillimanita)*.
- A. Arnold y E. Jäger: *Determinaciones de edad Rb-Sr en micas de la zona límite entre los valores de edad prealpina y el rejuvenecimiento de la biotita. Mediciones en las rocas del macizo del Gotardo y de Tavetsch (muestras de superficie y del socavón de la central eléctrica del Rhin Superior)*.
- T. Hügi: *Contenido en distena y sillimanita de algunas rocas de los Alpes de Suiza*.
- W. Nowacki: *Sobre algunos hallazgos minerales del Lengenbach (valle de Binn, cantón de Valais)*.
- A. Streckeisen: *Sistemas jóvenes de rotura en la región de Simplón (Valais, Suiza)*.
- E. Wenk y V. Trommsdorff: *Estructura paralela y regulación de la mica en la parte sudoriental del grupo del Simplón*.
- M. Schenker: *Observaciones más recientes sobre la aparición y extensión de los yacimientos de molibdenita en el valle de Balschieder (Valais)*.
- M. Vuagnat: *Nota sobre una inclusión rodingítica del Alpe de Champatsch (Baja Engadina)* (en francés).
- E. Ott: *Perfiles magnéticos a lo largo de una fisura mineralizada en las montañas Quitman de Tejas Occidental U.S.A* (en inglés).
- S. Dollfus: *Sobre el Dogger helvético, entre Linth y Rhein*.
- D. Aubert: *Casquete glacial y morfología jurásicos* (en francés).
- R. Schroeder: *Neorbitolinopsis n. gen. y su posición sistemática dentro de los orbitolinidos*.
- ANNALES GUEBARD. Publ. por la Fundación Adrien Guéhard-Séverine, Neuchâtel (Suiza). Año, 41, 1965.

Publicaciones canadienses

- PAPER. Publ. por el Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa.
- Núm. 66-19, 1967.
- E. W. Mountjoy: *Triassic stratigraphy of Northern Yukon territory*.
Núm. 66-24, 1967.
- H. H. Bostock: *Geological notes, Itchen Lake map area, district of Mackenzie*.
Núm. 65-27, 1967.
- H. L. Martin: *Mississippian subsurface geology, Rocky Mountain House Area, Alberta*.
Núm. 65-28, 1967.
- M. L. Parsons: *Groundwater geochemistry, upper Nottawa Creek basin, Saskatchewan*.
Núm. 65-29, 1967.
- L. M. Cumming: *Geology of the Passamaquoddy Bay region, Charlotte county, New Brunswick, 21 B, 21, G (parts of)*.
Núm. 66-25, 1967.
- J. A. Baer: *Bella Coola and Laredo Sound map-areas, British Columbia 93D and 193A*.
Núm. 66-28, 1967.
- I. P. Tremblay: *Contwoyto Lake area (North Half), district of Mackenzie*.
Núm. 66-36, 1967.
- R. W. Klassen: *Surficial geology of the Waterhen-Grand Rapids area, Manitoba 63B, 63G*.
Núm. 66-51, 1967.
- A. P. Sabina: *Rocks and minerals for the collector: Eastern Townships and Gaspé, Québec; and parts of New Brunswick*.
Núm. 67-1, Part B, 1967.
- Report of activities. Part B, november, 1967 to april, 1967.
Núm. 67-2, 1967.
- J. A. Lowdon, J. G. Fyles y W. Blake: *Geological Survey of Canada radiocarbon dates VI*.
Núm. 67-3, 1967.
- D. Snowden: *1966-1967, Index of publications of the Geological Survey of Canada*.

- Núm. 67-4, 1967.
- Abstracts of publications in scientific journals by officers of the Geological Survey of Canada, January, 1966 to March, 1967*.
Núm. 67-7, 1967.
- A. A. Petryk: *Some Silurian stromatoporoids from Northwestern island, district of Franklin*.
Núm. 67-16, 1967.
- F. J. E. Wagner: *Published references to Champlain Sea faunas 1837-1966 and list of fossils*.
Núm. 67-19 (part A), 1967.
- D. F. Stott: *Ferrie and Minnes strata North of Peace River, Foothills of Northeastern British Columbia*.
Núm. 67-28, 1967.
- A. Larochelle y K. W. Christie: *An automatic 3-magnet or biastatic magnetometer*.
Núm. 67-30, 1967.
- T. T. Uyeno: *Conodont zonation, Waterways formation (Upper Devonian), Northeastern and Central Alberta*.
Núm. 67-40, 1967.
- D. C. Findlay: *The mineral industry of Yukon Territory and Southwestern district of Mackenzie, 1966*.
Núm. 67-41, 1967.
- Canadian Upper Mantle report, 1967*.
Núm. 67-43, 1967.
- J. W. Kerr: *Verdan Fiord formation—a new red-bed unit of probable early middle Devonian (Eifelian) age, Ellesmere Island, Arctic Canada*.
Núm. 67-46, 1967.
- J. Terasmae: *Notes on Quaternary palaeoecological problems in the Yukon territory, and adjacent regions*.
Núm. 67-50, 1967.
- A. Y. Smith: *No. 9. Tin in soils and stream sediments*.
Núms. 68-1 Part A.
Report of activities, Part A: may to october, 1967.

- MEMOIR. Publ. por el Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa.
- Núm. 346, 1967.
- H. R. Wynne-Edwards: *Wesport map-area, Ontario, with special emphasis on the Precambrian rocks*.
Núm. 347, 1967.
- R. L. Christie: *Bache Peninsula, Ellesmere Island, Arctic Archipelago*.

- ECONOMIC GEOLOGY REPORT. Publ. por el Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa.
- G. A. Gross: *Geology of iron deposits in Canada. Volumen II. Iron deposits in the Appalachian and Grenville regions of Canada*.

- LE NATURALISTE CANADIEN. Publ. por la Universidad Laval Quebec.
- Vol. 94, núm. 4, julio-agosto, 1967.
- Vol. 94, núm. 5, septiembre-octubre, 1967.

- BULLETIN, Publ. por el Geological of Canada, Ottawa.
- Núm. 153, 1967.
- A. R. Ormiston: *Lower and Middle Devonian trilobites of the Canadian arctic islands*.
Núm. 155, 1967.
- A. Logan: *Middle and Upper Triassic Spiriferid trachiocholds from the Canadian arctic archipelago*.
Núm. 156, 1967.
- E. Y. Tozer: *A standard for Triassic time*.

Publicaciones estadounidenses

- OKLAHOMA GEOLOGY NOTES. Publ. por el Geological Survey y la Universidad de Oklahoma, Norman.
- Vol. 27, núm. 7, julio, 1967.
- J. F. Roberts: *Statistics of Oklahoma's Petroleum Industry, 1966*.
- C. C. Branson: *Progress in topographic mapping in Oklahoma*.
- H. A. Brown: *Structural control of Canadian River in Western Oklahoma*.
- C. C. Branson: *Trace elements in Oklahoma coals*.
- C. C. Branson: *Protest against names for trace fossils*.
Vol. 27, núm. 8, agosto, 1967.
- R. L. Kerns: *Clay-mineral dehydration*.
Vol. 27, núm. 9, septiembre, 1967.
- R. L. Kerns: *Particle-size separation of clays*.
Vol. 27, núm. 10, octubre, 1967.
- R. L. Kerns: *Determination of cation-exchange capacity by continuous titration*.

- BULLETIN OF THE MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY, Publicado por el Museum of Comparative Zoology, Universidad de Harvard, Cambridge, Massachusetts.
- Vol. 135, núm. 8, abril, 1967.
- W. D. Sill: *Proterochampsia barrionuevei and the early evolution of the Crocodylia*.
Vol. 135, núm. 9, junio, 1967.
- H. B. Whittington y K. S. W. Campbell: *Silicified silurian trilobites from Maine*.

- MONTHLY WEATHER REVIEW. Publ. por U. S. Department of Commerce, Washington.
- Vol. 95, núm. 2, febrero, 1967.

Vol. 95, núm. 4, abril, 1967.
Vol. 95, núm. 5, mayo, 1967.

GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN.

- Núm. 1.063-K, 1967.
D. E. Wolcott: *Geology of the Hot Springs quadrangle, Fall River and Custer counties, South Dakota.*
Núm. 1.063-L, 1967.
E. V. Post: *Geology of the Cascada Springs quadrangle, Fall River county, South Dakota.*
Núm. 1.216, 1967.
S. Maessig: *Geology of the Republic quadrangle and a part of the Aeneas quadrangle, Ferry county, Washington.*
Núm. 1.227, 1967.
C. S. Bromfield: *Geology of the Mount Wilson quadrangle, Western San Juan Mountains, Colorado.*
Núm. 1.229, 1967.
E. S. Davidson: *Geology of the Circle Cliffs area, Garfield and Kane counties, Utah.*
Núm. 1.231, 1967.
C. C. Hawley y F. B. Moore: *Geology and ore deposits of the Lawson-Dumont-Fall River district, Clear Creek county, Colorado.*
Núm. 1.241-C, 1967.
L. J. P. Muffler: *Stratigraphy of the Keku Islets and neighboring parts of Kuiu and Kupreanof Islands, Southeastern Alaska.*
Núm. 1.241-F, 1967.
G. H. Espenshade y E. L. Boudette: *Geology and petrology of the Greenville quadrangle, Piscataquis and Somerset counties, Maine.*
Núm. 1.241-G, 1967.
A. W. Quinn: *Bedrock geology of the Chepachet quadrangle, Providence county, Rhode Island.*
Núm. 1.241-I, 1967.
H. H. Waldron: *Debris flow and erosion control problems caused by the eruptions of Irazú volcano, Costa Rica.*
Núm. 1.242-E, 1967.
F. F. Barnes: *Coal resources of the Cape Lisburne-Colville River region, Alaska.*
Núm. 1.244-G, 1967.
H. Barnes y R. L. Christiansen: *Cambrian and Precambrian rocks of the Groom district, Nevada, Southern Great Basin.*
Núm. 1.247, 1967.
R. G. Coleman: *Low-temperature reaction zones and alpine ultramafic rocks of California, Oregon and Washington.*
Núm. 1.248, 1967.
R. A. Robie, P. M. Bethke y K. M. Beardsley: *Selected X ray crystallographic data molar volumes, and densities of minerals and related substances.*

- Núm. 1.250, 1967.
J. W. Frondel, M. Fleischer y R. S. Jones: *Glossary of uranium and thorium-bearing minerals.*
Núm. 1.254, 1967.
P. H. Mattson: *Cretaceous and Lower Tertiary stratigraphy in West-Central, Puerto Rico.*
Núm. 1.260-A, B, 1967.
G. O. Bachman: *Summary report on the geology and mineral resources of the Salt Creek area, Bitter Lake National Wild life Refuge, Chaves county, New Mexico.*
G. O. Bachman y R. B. Stotelmeyer: *Bosque del Apache National Wildlife Refuge, Socorro county, New Mexico.*
Núm. 1.260-C, 1967.
L. S. Hilpert: *Summary report on the geology and mineral resources of the Bear River Migratory Bird Refuge, Elder county, Utah.*

NUCLEAR SCIENCE ABSTRACTS. Publ. por la División de Technical Information de la Atomic Energy Commission, Estados Unidos.
Vols. 16-20, diciembre, 1966.
Cumulative Report Number Index (19 tomos).
Vol. 21, núms. 5 a 19, marzo a octubre de 1967.
Vol. 21, enero-marzo, 1967.
First Quarter Index.

- BULLETIN. Publ. por el State Geological Survey of Kansas, Lawrence.
Núm. 165, Part 7.
W. E. Hill y E. D. Goebel: *Rates of solution of limestone using the chelating properties of versene (EDTA) compounds.*
Núm. 175, Part 1.
K. Hamlin: *Internal structures of «homogeneous» sandstones.*
Núm. 175, Part 2.
L. F. Dellwig y A. D. Baldwin: *Ice-push deformation in Northeastern Kansas.*
Núm. 175, Part 3.
W. E. Hill y D. R. Evans: *Solubility of twenty minerals in selected versene (EDTA) solutions.*
Núm. 177.
M. E. Broecker y J. D. Winslow: *Ground-water levels in observation wells in Kansas, 1964.*
Núm. 1.218, 1967.
S. C. Creasey: *General geology of the Mammoth quadrangle, Pinal county, Arizona.*
Núm. 1.230-I, 1967.
M. D. Crittenden, Ch. A. Wallace y M. J. Sheridan: *Mineral resources of the High Uintas primitive area, Utah.*
Núm. 1.230-J, 1967.
F. C. Canney, W. L. Lehmeck y F. E. Williams: *Mineral resources of the High Uintas primitive area, Utah.*
Núm. 1.237, 1967.

- W. C. Prinz: *Geology and ore deposits of the Philipsburg district, Granite county, Montana.*
Núm. 1.241-E, 1967.
W. P. Pratt: *Geology of the Hurley West quadrangle, Grant county, New Mexico.*
Núm. 1.241-B, 1967.
H. L. Foster: *Geology of the Mount Fairplay area, Alaska.*
Núm. 1.242-C, 1967.
P. E. Soister: *Geology of the Puddle Springs quadrangle, Fremont county, Wyoming.*
Núm. 1.243, 1967.
A. G. Epstein, J. B. Epstein, W. J. Sprink y D. S. Jennings: *Upper Silurian and Lower Devonian stratigraphy of Northeastern Pennsylvania, New Jersey, and Southeasternmost New York.*
Núm. 1.244-J, 1967.
W. B. Cashion: *Carmel formation of the Zion Park region, Southwestern Utah.*
Núm. 1.261-A, 1967.
F. C. W. Dodge y P. V. Fillo: *Mineral resources of the Desolation primitive area of the Sierra Nevada, California.*
Núm. 1.261-B, 1967.
R. C. Pearson, P. T. Hayes y P. V. Fillo: *Mineral resources of the Ventana primitive area, Monterey county, California.*

- GEOLOGICAL SURVEY WATER-SUPPLY PAPER. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.
Núm. 1.330-H, 1967.
F. B. Walling y L. E. Otts: *Water requirements of the iron and steel industry.*
Núm. 1.685.
L. E. Young y R. W. Cruff: *Magnitude and frequency of floods in the United States. Part 11. Pacific Slope basins in California. Vol. I. Coastal basins South of the Klamath River basin and Central Valley drainage from the West.*
Núm. 1.839-E.
R. W. Mower: *Causes of fluctuations in the rate discharge of Clear Lake springs. Millard county, Utah.*
Núm. 1.849.
H. H. Barnes: *Roughness characteristics of natural channels.*
Núm. 1.885.
S. K. Love: *Quality of surface waters of United States, 1961. Parts 9-14. Colorado River basin to Pacific Slope basins in Oregon and Lower Columbia River basin.*
Núm. 1.576-H, 1967.
E. H. Baltz y S. W. West: *Ground-water resources of the Southern part of Jicarilla Apache Indian Reservation and adjacent areas, New Mexico.*
Núm. 1.594-E, 1967.
B. L. Foxworthy y C. T. Bryant: *Artificial recharge through a well tapping basalt aquifers at The Dalles, Oregon.*

- Núm. 1.662-D, 1967.
A. I. Johnson: *Specific yield — Compillation of specific yields for various materials.*
Núm. 1.686, 1967.
L. E. Young y R. W. Cruff: *Magnitude and frequency of floods in the United States. Part 11. Pacific slope basins in California. Volume 2. Klamath and Smith River basins and Central Valley drainage from the East.*
Núm. 1.817-C, 1967.
D. F. Goerlitz y W. L. Lamar: *Determination of phenoxy acid herbicides in water by electron-capture and microcoulometric gas chromatography.*
Núm. 1.824, 1967.
C. L. McGuinness: *Ground-water levels in the United States 1960-64, South-Central States.*
Núm. 1.827-A, 1967.
J. D. Hem y C. E. Roberson: *Form and stability of aluminum hydroxide complexes in dilute solution.*
Núm. 1.832, 1967.
G. T. Malmberg: *Hydrology of the valley-fill and carbonate rock reservoirs. Pahrump Valley, Nevada-California.*
Núm. 1.833, 1967.
D. Price: *Geology and water resources in the French Prairie area, Northern Willamette Valley, Oregon.*
Núm. 1.836, 1967.
C. H. Carpenter, G. B. Robinson y L. J. Bjorklund: *Ground-water conditions and geologic reconnaissance of the upper Sevier River basin, Utah.*
Núm. 1.839-A, 1967.
L. S. Hughes y D. K. Heifeste: *Reconnaissance of the chemical quality of surface waters of the Neches River basin, Texas.*
Núm. 1.839-G, 1967.
D. R. Albin, M. S. Hines y J. W. Stephens: *Water resources of Jackson and Independence counties, Arkansas.*
Núm. 1.839-I, 1967.
D. Price: *Ground-water reconnaissance in the Burnt River Valley area, Oregon.*
Núm. 1.839-M, 1967.
R. W. Cruff y T. H. Thompson: *A comparison of methods of estimating potential evapotranspiration from climatological data in arid and subhumid environments.*
Núm. 1.839-N, 1967.
W. M. McMaster: *Hydrologic data for the Oak Ridge area, Tennessee.*
Núm. 1.840-B, 1967.
F. C. Boner y F. Stermitz: *Floods of June 1964 in Northwestern Montana.*
Núm. 1.841, 1967.
G. E. Siple: *Geology and ground water of the Savannah River Plant and vicinity, South Carolina.*
Núm. 1.842, 1967.
S. W. Wiitala, T. G. Newport y E. L. Skinner: *Water resources of the Marquette Iron Range area, Michigan.*

- Núm. 1.844, 1967.
W. A. Pettyjohn: *Geohydrology of the Souris River Valley in the vicinity of Minot, North Dakota.*
Núm. 1.846, 1967.
M. J. Mundorff: *Ground water in the vicinity of American Falls Reservoir, Idaho.*
Núm. 1.851, 1967.
S. E. Rantz y T. H. Thompson: *Surface-water hydrology of California coastal basins between San Francisco Bay and Eel River.*
Núm. 1.881, 1967.
S. K. Lowe: *Quality of surface waters of the United States 1961. Parts 1 and 2. North Atlantic slope basins and South Atlantic slope and Eastern Gulf of Mexico basins.*
-
- INFORMACION CIRCULAR. Publ. por el Bureau of Mines, United States Department of the Interior.
Núm. 8.324, 1967.
R. L. Grant: *A combination statistical design for sensitivity testing.*
Núm. 8.330, 1967.
F. D. Slagle y C. I. Pierce: *Densities and porosities of core samples from wells in Appalachian oilfields.*
Núm. 8.331, 1967.
F. Staff: *Production potential of known gold deposits in the United States.*
Núm. 8.333, 1967.
F. Staff: *Ringelmann smoke chart (revision of IC 7718).*
Núm. 8.334, 1967.
P. R. Jones y S. Katell: *Computer usage for evaluation of design parameters and cost of heat exchangers. With no change in phase and pumping costs of both fluids as prime parameters.*
Núm. 8.343, 1.967.
M. J. Lempel: *A numerical method for determining heat-transfer characteristics for a dilute gas-solids mixture in an externally heated tube.*
Núm. 8.345, 1967.
W. H. Young: *Thickness of bituminous coal and lignite seams mined in 1965.*
Núm. 8.347, 1967.
R. O. Pynnonen y A. D. Look: *An analysis of 44 recent fatal accidents with front-end loaders.*
- REPORT OF INVESTIGATIONS. Publ. por el Bureau of Mines, United States Department of the Interior.
H. W. St Clair: *Developing a thermochemical model for the iron blast furnace. Mathematical model of the reduction zone.*
Núm. 6.978, 1967.
C. A. Komar y C. I. Pierce: *Effects of ultrasonic energy on fluid flow in porous media.*
Núm. 6.979, 1967.
J. E. Miller, R. A. Guereca, H. P. Richardson y J. L. Gordon: *Correction for nonuniformity of the bore of a capillary tube viscosimeter.*
Núm. 6.981, 1967.
E. J. Murphy: *A rapid colorimetric method for field determination of nitrogen dioxide in fumes from explosives.*
Núm. 6.983, 1967.
D. K. Deardorff, M. I. Copeland y R. P. Adams: *The ha-nium — carbon phase diagram.*
Núm. 6.984, 1967.
F. A. Skirvin, T. T. Campbell y F. E. Block: *Purification of tungsten hexachloride.*
Núm. 6.986, 1967.
M. L. Weiss y E. L. Litchfield: *Projectile impact initiation of condensed explosives.*
Núm. 6.988, 1967.
R. Yoda, H. R. Babitzke y H. Kato: *Study of columbian base alloys.*
Núm. 6.990, 1967.
M. Gómez, W. S. Landers y C. K. Boyd: *Estimation of low-temperature carbonization product yields: Utah coal fields.*
Núm. 6.991, 1967.
L. F. Heising, C. B. Daellenbach y E. E. Anderson: *Lak Superior iron resources. Reexamination of nonmagnetic taconite occurrences in the Hibbing, Minn., area by flotation, magnetic separation, and petrographic methods.*
Núm. 6.992, 1967.
K. H. Frohne: *Reservoir study of the William Kaufman lease Clover-Rush Run colliery, Roane county, W. VA.*
Núm. 6.993, 1967.
J. W. Town, P. E. Sanker y J. C. White: *Liberation and concentration of phosphate minerals by attrition grinding and sizing (supplement to RI 6749).*
Núm. 6.994, 1967.
G. E. Johnson, W. A. Decker, A. J. Forney y J. H. Field: *Hydrogen cyanide from the reaction of coal with ammonia.*
Núm. 6.995, 1967.
R. A. Guereca, H. P. Richardson y L. M. Walker: *Steady state laminar flow boundary conditions for a stainless steel coiled-capillary viscosimeter.*
Núm. 6.997, 1967.
R. W. Ageton: *Stress ellipsoid determination in a rock burst-prone area at a 4,000-foot depth, Galena mine, Idaho.*
Núm. 6.998, 1967.
R. M. Doerr, L. A. Neumeier y J. W. Jensen: *Reaction of tungsten-cobalt alloys with oxygen at 1,000° and 1,100° K.*
Núm. 6.999, 1967.
R. N. Spencer, S. C. Schaefer y J. E. Mauser: *Electro-smelting of complex lead-zinc sinter.*
Núm. 7.000, 1967.
J. L. Shultz, R. A. Friedel y A. G. Sharkey: *Mass spectrometric analyses of coal-tar distillates and residues.*
Núm. 7.001, 1967.
L. B. Pankratz y W. W. Weller: *Thermodynamic properties of three lithium-aluminum silicates.*
Núm. 7.002, 1967.
W. Blake: *Stresses and displacements surrounding an open pit in a gravity-loaded rock.*

- Núm. 7.003, 1967.
J. M. Estres y P. C. Tully: *A two-constant equation for helium from 30° to 1,473° K.*
Núm. 7.004, 1967.
A. W. Deurbrouck: *Preparation characteristics of coal from Upshur county, W. VA.*
Núm. 7.005, 1967.
E. K. Kleespies, J. Jackson y T. A. Henrie: *Reaction rates of the titanium-oxygen alloy system and titanium chlorides in molten sodium chloride.*
Núm. 7.006, 1967.
R. V. Higgins, D. W. Boley y A. Leighton: *Unique properties of permeability curves of concern to reservoir engineers.*
Núm. 7.007, 1967.
J. A. Wasson: *Prospects for secondary recovery of oil by waterflooding. Mitchell and Berea sands, Lower Newport field, Newport township, Washington county, Ohio.*
Núm. 7.008, 1967.
B. Porter, R. E. Meaker y T. A. Henrie: *Reaction rate of solid yttrium metal with molten lithium fluoride.*
Núm. 7.009, 1967.
E. L. Litchfield, M. H. Hay, T. A. Kubala y J. S. Monroe: *Minimum ignition energy and quenching distance in gaseous mixtures. Techniques and apparatus.*
Núm. 7.010, 1967.
L. Dockter, J. W. Belter y R. C. Ellman: *Pulverizing lignite in a ball mill.*
Núm. 7.011, 1967.
R. V. Higgins y A. J. Leighton: *Computer techniques for predicting three-phase flow in five-spot waterfloods.*
Núm. 7.012, 1967.
G. A. Brady, H. H. Griffiths y J. W. Eckerd: *Dewatering anthracite slurry.*
Núm. 7.013, 1967.
G. L. Gates y W. H. Caraway: *Gas-reservoir properties from pressure-buildup data.*
Núm. 7.014, 1967.
W. E. Anable: *Electron-beam purification of vanadium.*
Núm. 7.015, 1967.
R. H. Merril: *Three-component borehole deformation gage for determining the stress in rock.*
Núm. 7.016, 1967.
S. D. Cramer, Ch. B. Kenahan, R. L. Andrews y D. Schlain: *Electrodeposition of thick coatings of platinum and palladium on refractory metals from aqueous electrolytes.*
Núm. 7.017, 1967.
H. W. Sternberg, R. E. Markby, Ch. L. Delle y I. Wender: *Electrochemical reduction of coal.*
Núm. 7.018, 1967.
C. C. Merril y M. M. Wong: *Electrorefining yttrium.*
Núm. 7.020, 1967.
R. E. Barieau y B. J. Dalton: *A method for treating PVI data from a burnett compressibility apparatus.*
- Núm. 7.022, 1967.
L. C. George, J. W. Jensen y R. M. Doerr: *Vapor pressure of metal halides. The SnCl₂-ZnCl₂ binary system.*
Núm. 7.023, 1967.
R. L. Andrews, C. B. Kenahan y D. Schlain: *Electrodeposition of iridium from sodium cyanide and aqueous electrolytes. A preliminary study.*
Núm. 7.025, 1967.
T. J. Driscoll y L. D. Norman: *Thermoelectric properties of yttrium-group V and yttrium-group VI binary and ternary compounds.*
-
- BULLETIN. Publ. por el Bureau of Mines, United States Department of the Interior.
S. W. Hazen: *Some statistical techniques for analyzing mine and mineral-deposit sample and assay data.*
Núm. 623, 1967.
G. G. Morgis, L. P. Beau regard y E. P. Shoub: *State compensatory provisions for occupational diseases.*
Núm. 632, 1967.
R. A. Friedel y J. A. Queiser: *Infrared and ultraviolet spectrometric techniques and spectra-structure correlations.*
Núm. 634, 1967.
A. G. Sharkey, J. L. Shultz y R. A. Friedel: *Analytical methods in mass spectrometry.*
Núm. 637, 1967.
C. Karr, P. A. Estep, Ta-Chuang, Lo-Chang y J. R. Comberati: *Identification of distillable paraffins, olefins, aromatic hydrocarbons, and neutral heterocyclics from a low-temperature bituminous coal tar.*
Núm. 638, 1967.
Methods of analyzing and testing coal and coke.
Núm. 640, 1967.
R. A. Friedel, H. L. Retcofsky y J. A. Queiser: *Advances in coal spectrometry. Absorption spectrometry.*
Núm. 641, 1967.
J. T. McCartney y S. Ergun: *Optical properties of coals and graphite.*
Núm. 643, 1967.
J. G. Walters, C. Ortuglio y J. Glaenger: *Yields and analyses of tars and light oils from carbonization of U. S. coals.*
-
- TRANSACTIONS. Publ. por la American Geophysical Union, Washington.
Vol. 48, núm. 2, junio, 1967.
A. L. Hales, J. B. Nation y C. E. Helsley: *The Gulf Coast onshore offshore experiment: Some preliminary results.*
L. Knopoff: *Upper Mantle project: Phase III, 1968-1970.*
Committee on Polar Research: *Glaciology in the Arctic.*
Vol. 48, núm. 3, septiembre, 1967.
D. H. Miller: *Some aspects of hydrologic and hydrometeorologic research abroad.*
Joides: *The deep-sea drilling project.*

- Petroleum Reserve n.º 4 and adjacent areas, Northern Alaska, 1944-53. Part 3. Areal Geology.*
 Núm. 384-B.
 G. T. Faust y B. S. Nagy: *Solution studies of chrysotile, lizardite and antigorite.*
 Núm. 393-B.
 N. F. Sohl: *Upper Cretaceous gastropods from the Pierre shale at Red Bird, Wyoming.*
 Núm. 395.
 R. H. Campbell: *Areal geology in the vicinity of the Chariot site, Lisburne peninsula, Northwestern Alaska.*
 Núm. 440-D.
 M. Fleischer: *Data of geochemistry. Chapter D. composition of the Earth's Crust..*
 Núm. 485-C.
 R. J. Phipps: *Annual growth of suppressed chestnut oak and red maple, a basis for hydrologic inference.*
 Núm. 491-C.
 J. D. Hem: *Composition of saline residues on leaves and stems of Saltcedar (Tamarix pentandra Pallas).*
 Núm. 511.
 J. D. Winslow y G. W. White: *Geology and ground-water resources of Portage county, Ohio.*
 Núm. 513.
 R. W. Bayley, C. E. Dutton y C. A. Lamey: *Geology of the Menominee Iron-bearing district, Dickinson county, Michigan, and Florence and Marinette counties, Wisconsin.*
 Núm. 516-B.
 H. R. Blank y J. H. Mackin: *Geologic interpretation of an aeromagnetic survey of the Iron Springs district, Utah.*
 Núm. 516-C.
 H. R. Joesting, J. E. Case y D. Plouff: *Regional geophysical investigations of the Moab-Needles areas, Utah.*
 Núm. 516-D.
 D. R. Mabey y H. T. Morris: *Geologic interpretation of gravity and aeromagnetic maps of Tintic Valley and adjacent areas, Tooele and Juab counties, Utah.*
 Núm. 517.
 V. T. Stringfield: *Artesian water in tertiary limestone in the Southeastern states.*
 Núm. 518.
 J. H. Feth, D. A. Berker, L. G. Moore, R. J. Brawn y C. E. Veirs: *Lake Bonneville: Geology and hydrology of the Weber Delta district, including Ogden, Utah.*
 Núm. 519.
 R. H. Moench y J. S. Schlee: *Geology and uranium deposits of the Laguna district, New Mexico.*
 Núm. 523-D.
 R. J. Ross: *Some Middle Ordovician brachiopods and trilobites from the basin ranges, Western United States.*
 Núm. 524-A.
 J. C. Ratte y T. A. Steven: *Ash flows and related volcanic rocks associated with the Creede Caldera, San Juan mountains, Colorado.*
 Núm. 527.
 E. B. Ekren y F. C. Frischknecht: *Geological-geophysical investigations of bedrock in the Island Falls quadrangle Aroostook and Penobscot counties, Maine.*
 Núm. 528-A.
 T. H. McCulloh: *Mass properties of sedimentary rock and gravimetric effects of petroleum and natural-gas reservoirs.*
 Núm. 531.
 H. S. Ladd: *Chitons and gastropods (Haliotidae through Adeorbidae) from the Western Pacific Islands.*
 Núm. 538.
 W. I. Finch: *Geology of epigenetic uranium deposit in sandstone in the United States.*
 Núm. 540.
 R. W. Imlay: *Twin Creek limestone (Jurassic) in the western interior of the United States.*
 Núm. 541.
 W. R. Hansen, E. B. Eckel, W. E. Schaem, R. E. Lyle W. George y G. Cahnce: *The Alaska earthquake, March 27 1964. Investigations and reconstruction.*
 Núm. 542-E.
 R. W. Lemke: *Effects of the earthquake of March 27 1964, at Seward, Alaska.*
 Núm. 542-F.
 R. Kachadoorian y G. Plafker: *Effects of the earthquake of March 27, 1964 on the communities of Kodiak and Nearby Islands.*
 Núm. 544-C.
 R. C. Vorhis: *Hydrologic effects of the earthquake of March 27, 1964 outside Alaska.*
 Núm. 544-D.
 A. Post: *Effects of the March 1964 Alaska earthquake on glaciers.*
 Núm. 547.
 D. L. Jones: *Cretaceous ammonites from the lower part of the Maranuska formation, Southern Alaska.*
 Núm. 548.
 W. B. Cashion: *Geology and fuel resources of the Green River formation, Southeastern Uinta basin, Utah and Colorado.*
 Núm. 549-A.
 K. V. Slack: *Physical and chemical description of Birch Creek, a travertine depositing stream, Inyo county, California.*
 Núm. 551.
 D. J. Varnes y G. R. Scott: *General and engineering geology of the United States Air Force Academy Site, Colorado.*
 Núm. 553.
 F. S. MacNeil: *Cenozoic pectinids of Alaska, Iceland, and other Northern regions.*
 Núm. 554-A.
 P. K. Theobald, W. C. Overstreet y C. E. Trompson; *Minor elements in alluvial magnetite from the Inner Piedmont belt, North and South Carolina.*
 Núm. 554-C.
 W. Hamilton y W. B. Myers: *The nature of batholiths,*

- Núm. 554-F.
 B. F. Grossling: *The internal magnetization of seamounts and its computer calculation.*
 Núm. 556.
 R. A. Cadigan: *Petrology of the Morrison formation in the Colorado Plateau region.*
 Núm. 559-A.
 E. F. Brabb: *Stratigraphy of the Cambrian and Ordovician rocks of Ears-Central Alaska.*
 Núm. 560-C.
 J. E. G. W. Greenwood y D. Bleackley: *Geology of the Arabian Peninsula. Aden Protectorate.*
 Núm. 560-E.
 R. P. Willis: *Geology of the Arabian Peninsula. Bahrain.*
 Núm. 560-F.
 D. I. Milton: *Geology of the Arabian Peninsula. Kuwait.*
 Núm. 560-G.
 K. M. Al Naqub: *Geology of the Arabian Peninsula. Southwestern Iraq.*
 Núm. 561.
 T. P. Hill, M. A. Werner y M. J. Horton: *Chemical composition of sedimentary rocks in Colorado, Kansas, Montana, Nebraska North Dakota South Dakota, and Wyoming.*
 Núm. 562-A.
 L. K. Lustig y R. D. Busch: *Sediment transport in Cache Creek drainage basin in the coast ranges, West of Sacramento, California.*
 Núm. 564.
 J. E. Hazel: *Classification and distribution of the recent Hemicytheridae and Trachyleberididae (Ostracoda) off Northeastern North America.*
 Núm. 573-B.
 R. W. Imlay: *The Mesozoic pelecypods Otapira Marwick and Luperella Imlay, new genus, in the United States.*
 Núm. 573-C.
 D. A. Myers: *Fusulinidae from the Graford formation and Winchell limestone, Canyon group, Upper Pennsylvanian, in Brown County, Texas.*
 Núm. 575-B.
 Chapter, B.: *Geological Survey Research 1967.*
 Núm. 579.
 R. D. Brown, J. G. Vedder, R. E. Wallace, E. F. Roth, R. F. Yerkes, R. O. Castle, A. O. Waananen, R. W. Page y J. P. Easton: *The Parkfield-Cholame California earthquakes of June-August 1966. Surface geologic effects, water-resources aspects, and preliminary seismic data.*
- GEOPHYSICAL ABSTRACTS. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.
 Núm. 244, mayo, 1967.
 Núm. 245, junio, 1967.
 Núm. 246, julio, 1967.
 Núm. 247, agosto, 1967.
 Núm. 248, septiembre, 1967.

- ABSTRACTS OF NORTH AMERICAN GEOLOGY. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.
 Marzo, 1967.
 Abril, 1967.
 Mayo, 1967.
 Junio, 1967.
 Julio, 1967.
- THE AMERICAN MINERALOGIST. Publ. por la Mineralogical Society of America.
 Vol. 52, núms. 7-8, julio-agosto, 1967.
 L. F. Aristarain y C. S. Huribut: *Ameghinite, Na₂O. 3B₂O₃. 4H₂O, a new borate from Argentina.*
 P. R. Van Loan: *A study of polytypism in silicon carbide.*
 B. L. Davis y E. H. Oshier: *Memory affect in single-crystal transformations of aragonite-type to calcite-type potassium nitrate.*
 J. J. Papike y T. Zo'tai: *Adering of tetrahedral aluminum in prehnite, Ca₂(Al, Fe⁺³) [Si₃AlO₁₀] (OH)₂.*
 E. W. White y G. V. Gibbs: *Structural and chemical effects on the SiK β X-ray line for silicates.*
 G. Frenzel y F. D. Bloss: *Cleavage in pyrite.*
 H. Bill, J. Sierro y R. Lacroix: *Origin of coloration in some fluorites.*
 G. Michael Bancroft, R. G. Burns y A. G. Maddock: *Determination of cation distribution in the cumingtonite-grunerite series by Mössbauer spectra.*
 W. C. J. van Rensburg y L. Liebenberg: *Mackinawite from South Africa.*
 G. J. Ross y H. Kodama: *Properties of a synthetic magnesium-aluminum carbonate hydroxide and its relationship to magnesium-aluminum double hydroxide, manasseite and hydrotalcite.*
 C. S. Hurlbut y L. F. Aristarain: *Ezcurrite, 2Na₂O. 5B₂O₃. 7H₂O: A restpdy.*
 P. B. Leavens: *Reexamination of bermanite.*
 H. V. R. von Rahden y L. W. R. Dicks: *Descloizite, mottramite, and vanadinite from South West Africa: an infrared and X-ray study.*
 J. Ito y C. Frondel: *Syntheses of lead silicates: larsenite, barysilite and related phases.*
 F. P. Glasser: *New data on kentrolite and melanotekite: ternary phase relations in the system PbO-Fe₂O₃-SiO₂*
 E. Wm. Heinrich: *Micas of the Brown Derby pegmatites, Gunnison, Colorado.*
 S. A. Forman, H. Kodama y J. A. Maxwell: *The trioctahedral brittle micas.*
 R. G. Wolff: *X-ray and chemical study of weathering glauconite.*
 D. H. Speidel y E. F. Osborn: *Element distribution among coexisting phases in the system MgO-FeO-Fe₂O₃-SiO₂ as a function of temperature and oxygen fugacity.*
 K. C. Condie: *Oxygen, carbon dioxide, and sulfur fuga-*

P. M. de Figueiredo: *The effect of grinding on kaolinite and attapulgite as revealed by X-ray studies.*

BOLETIM. Publ. por el Ministerio de Minas y Energía de los E. U. de Brasil, Río de Janeiro.
 Núm. 42, 1963.
 L. I. Miranda: *Relatório da directoria. Período 1953-1960.*
 O. E. de Oliveira: *Período 1961-1962.*
 Núm. 44, 1965.
 O. E. Oliveira: *Análises de minérios de ferro.*
 Núm. 123, 1966.
 G. M. de Araújo Oliveira: *Relatório da directoria, 1965.*
 Núm. 124, 1966.
 R. L. Tessari y R. S. Pirada: *Geología da quadrícula de Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.*
 Núm. 125, 1966.
 F. P. N. Sayo Lobato, L. E. Appel, M. C. F. Toledo de Godoy y J. E. Ritter: *Pesquisa de cassiterita no território Federal de Rondônia, Relatório final.*
 Núm. 126, 1966.
 O. Barbosa: *Geología básica e económica da região do Médio Tapajós, Estado do Pará.*
 Núm. 127, 1966.
 M. Ribeiro, P. R. Bocchi, P. M. Figueiredo y R. I. Tessari: *Geología da quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.*
 Núm. 230, 1966.
 F. W. Sommer y N. M. Trindade: *Lycopodiales do Gondwana brasileiro.*
 Núm. 231, 1966.
 W. Kegel y J. A. Barroso: *Contribucoes à geologia so sub-médio e baixo Rio Sao Francisco.*
 Núm. 233, 1966.
 W. Kegel: *Rastos do Devoniano da bacia do Parnaíba.*
 Núm. 234, 1966.
 L. de Lozy: *Evolução paleogeográfica e geotectônica da bacia gonduânica do Paraná e do seu embasamento.*
 Núm. 237, 1966.
 D. Guimaraes: *Os metamorfitos denominados «Micaxistos seridó».*
 Núm. 240, 1967.
 D. Guimaraes: *O novo método de determinação de idade absoluta.*

AVULSO. Publ. por el Ministerio de Minas y Energía de los E. U. de Brasil, Río de Janeiro.
 Núm. 12, 1964.
 Z. de Souza Caillaux: *Dosagem de manganês em minério.*
 Núm. 13, 1965.
 J. da Cunha y Z. de Souza Caillaux: *Nota prévia sobre argilas da baixada fluminense.*
 Núm. 41, 1966.
Anais da VI Conferência Geológica das Guianas.

Núm. 89, 1966.
 D. Guimaraes: *Contribuição ao estudo das formações arqueo-proterozóicas do Brasil.*
 Núm. 91, 1966.
Código de Minas. Código de águas minerais. Como requerer pesquisa de jazida mineral.
 Núm. 92, 1966.
 P. M. de Figueiredo Filho: *Caracterização sedimentológica das formações sedimentares pré-gonduânicas na zona Caçapava-Lavras.*
 Núm. 93, 1966.
Código de mineração.

NOTAS PRELIMINARES E ESTUDOS. Publ. por el Ministerio de Minas y Energía de los E. U. de Brasil, Río de Janeiro.
 Núm. 124, 1965.
 D. F. Campbell y L. A. Moutinho da Costa: *Reconhecimento regional através do geossinclíneo Centro-leste brasileiro.*
 Núm. 127, 1966.
 R. W. Lewis y A. M. Santos: *Relatório preliminar sobre a geoquímica do depósito de cobre de Caraiíba, Bahia, Brasil.*
 Núm. 131, 1966.
 M. E. C. Marchesini Santos y C. S. Ferreira: *Contribuição à paleontologia do Estado do Pará. Família Ostreidae na formação Pirabas IX (Mollusca-Pelecypoda).*
 Núm. 132, 1966.
 N. M. da Costa van Boekel: *Quitinozoários de Ribeirão do Monte, Goiás.*
 Núm. 133, 1966.
 N. M. Trindade: *Megásporos gonduânicos da Minas de Arroio dos Ratos, Rio Grande do Sul.*
 Núm. 135, 1966.
 M. B. Baptista y R. Cartner-Dyer: *Ocorrência singular de sedimentos médio-palcozóicos no Centro-Oeste de Goiás.*

Publicaciones africanas

BOLETIM DOS SERVIÇOS DE GEOLOGIA E MINAS. Publ. por los Servicios de Geología y Minas de Mozambique, Lourenço Marques.
 Núm. 32, 1964.
 A. R. Moura: *Contribuição para o conhecimento dos dia tomítos do Sul do Save (Moçambique).*
 J. R. Vail: *Esboço geral da geologia da região entre os rios Lucite e Revuê, Distrito de Manica e Sofala, Moçambique.*
 J. H. Koch: *Contribuição para o conhecimento da cronologia do Cuaternario em Moçambique.*
 Núm. 33, 1965.
 J. M. C. Neves y J. E. L. Nunes: *Herderite do pegmatito de Naípa, Muiane, Alto Ligonha (Moçambique).*
 J. R. Vail: *Estrutura e geocronologia da parte oriental da Africa Central, com referências a Moçambique.*

J. R. Vail y M. S. Pinto: *A séries do Fingodê. Contribuição para estudo das rochas da área do Fingodê (Tete, Moçambique).*
 J. R. Araújo y J. C. Couveia: *Contribuição para o estudo da geologia do Distrito de Manica e Sofala, formações Pré-Câmbricas.*

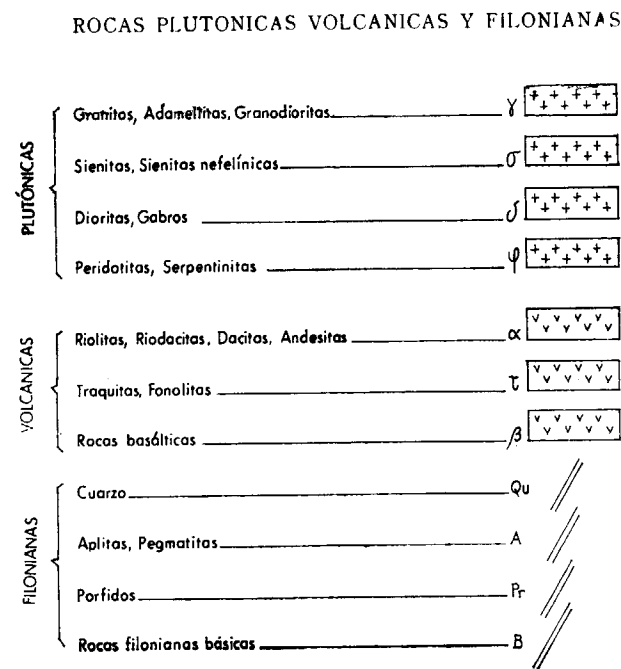
Núm. 23, 1967.
 J. Z. Laidain: *Esquisse paléocologique d'un gisement de Cardium edule Linne.*

ANNALES DES MINES ET DE LA GEOLOGIE. Publ. por el Servicio de Minas, Industria y Energía, Túnez.
 Núm. 18.
 P. F. Burolet: *Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie Centrale.*
 Núm. 22.
 A. Jauzein: *Contribution à l'étude géologique des confins de la dorsale Tunisienne (Tunisie Septentrionale).*

NOTES DU SERVICE GEOLOGIQUE. Publ. por el Servicio Geológico, República de Túnez.
 Núm. 22, 1966.
 L. Memmi: *Associations de faunes dans les grès oligocènes du Djebel Moraba.*

TRABAJOS DE PROXIMA APARICION EN EL «BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO»

J. CANTOS-FIGUEROLA.—*Investigación hidrogeológica por el método gravimétrico en la zona de Inca (Mallorca).*
 E. DUPUY DE LÔME y J. E. COMA GUILLÉN.—*Ensayo de determinación de la magnitud del esfuerzo más conveniente para nuestra exploración de hidrocarburos.*
 T. TORRES PEREZ HIDALGO.—*Un hiénido de las cavernas de Pedraza de la Sierra, Segovia.*
 ROBERT L. FOLK.—*Petrología de las calizas.*
 G. GAIBAR-PUERTAS y OTTO GEYER.—*Estratigrafía, edad y espesor atribuibles al Liásico manchego y sus relaciones con algunos sectores de la Cordillera Ibérica.*
 M. DE RENCI DE LA FUENTE.—*Estratigrafía y tectónica del Triás de la Cordillera Prelitoral Catalana.*
 F. FERNEX, J. MAGNE y D. MONGIN.—*Essai sur le paleogeographie des Cordillères Bétiques (Espagne méridionale).*
 C. MARTÍNEZ DÍAZ.—*Los estudios micropaleontológicos y su aplicación a la investigación minera.*
 J. SIERRA LÓPEZ y A. DE VERGARA SCHULZE.—*La sustitución de siegenita por petlandita.*
 F. RAMBAUD y F. SOBOL.—*Nuevas reservas de pórfidos cobrizos en Río Tinto.*
 PIERRE CHAUVÉ.—*Les rapports du Subbétique et du Penibétique dans la Serranía de Grazalema.*
 P. ARÉVALO y M. CORLETT.—*Estudio del feldespató potásico de Zarzalejo (El Escorial, Madrid) por medio de la microsonda.*
 F. MEDINA VALDERRAMA.—*Contribución al conocimiento petrológico de Galicia.*
 P. SALVADOR.—*Determinación por difracción de rayos X de las distintas fases del sistema sulfato-calcio-H₂O.*



Representación propuesta con carácter exclusivo (*) para los Mapas Nacionales en escala 1:100.000 o inferiores por la Comisión Nacional de Geología en Sesión plenaria del 14-VI-68 y aprobada por el Consejo Superior Geográfico en Sesión plenaria del 5-VII-68.

(*) En caso de que lo permita la escala, se admiten subdivisiones de esta columna.

FE DE ERRATAS

Habiéndose producido una errata en el título del trabajo: «Estudio de concentración de los minerales de hierro del

Suroeste de España — Zona de Jerez de los Caballeros. Mina «Bernardo de Hoyos», publicado en el BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO, tomo LXXIX, año 1968 (138-142), en donde figura la palabra Sureste debe ser Suroeste.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLOGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcada la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

Bibliografía.

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

Parte gráfica.

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de la ilustración. La parte gráfica será reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna),

170 mm. (doble columna), 230 mm. (página) y 380 mm. (doble página). Las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica con objeto de evitar errores en caso de reducir el original.

Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen en ellas las correcciones de carácter gramatical, así como los errores de imprenta, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

La Redacción efectuará la corrección de unas segundas pruebas, que servirán para comprobar que se han cumplido las correcciones efectuadas por el autor en las primeras.

Tiradas aparte.

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá abonar la diferencia.

La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

INSTITUTO GEOLOGICO y MINERO

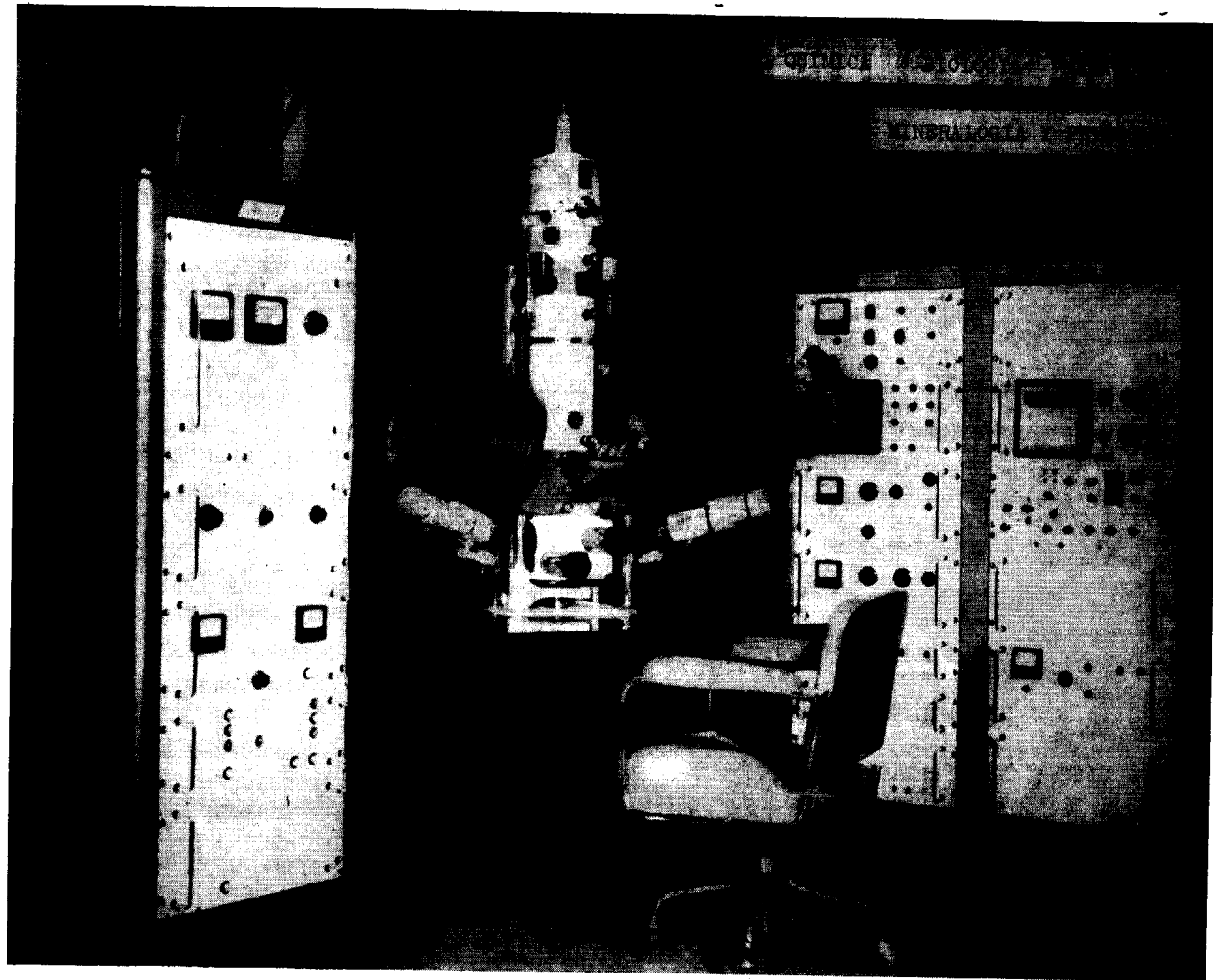


Ríos Rosas, 23

Teléfono 252 46 05

MADRID - 3

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micrones.
- ❖ Especialmente indicada en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc., así como en Mineralogía y Petrología.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3

LABORATORIO DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En el reciente desarrollo industrial español, tanto al productor de primeras materias, como al transformador y el utilizador de las mismas, se le plantean continuamente problemas en relación con elección y utilización de los minerales y productos mineralúrgicos y metalúrgicos más adecuados para los fines que desea.

Los laboratorios del Instituto, con más de cien años de experiencia, ayudan a resolver cuantos problemas de minerales, productos metalúrgicos, materiales de construcción, combustibles, etc., se le presenten.

Los laboratorios en funcionamiento del Instituto Geológico y Minero de España, son los siguientes:

AGUAS SUBTERRANEAS ?
~~COMBUSTIBLES Y TIERRAS CO-~~
~~LOIDALES~~
ESPECTROQUIMICA
RADIOACTIVIDAD Y GEONUCLEONICA
METALOGENIA
PETROLOGIA Y MICROSCOPIA
PREPARACION MECANICA

ANALISIS QUIMICO
DIFRACCION DE RAYOS X
~~SEMICONDUCTORES~~
MACROPALEONTOLOGIA
MICROPALEONTOLOGIA
FOTOGEOLOGIA
MINERALOGIA
FOTOGRAFIA TECNICA

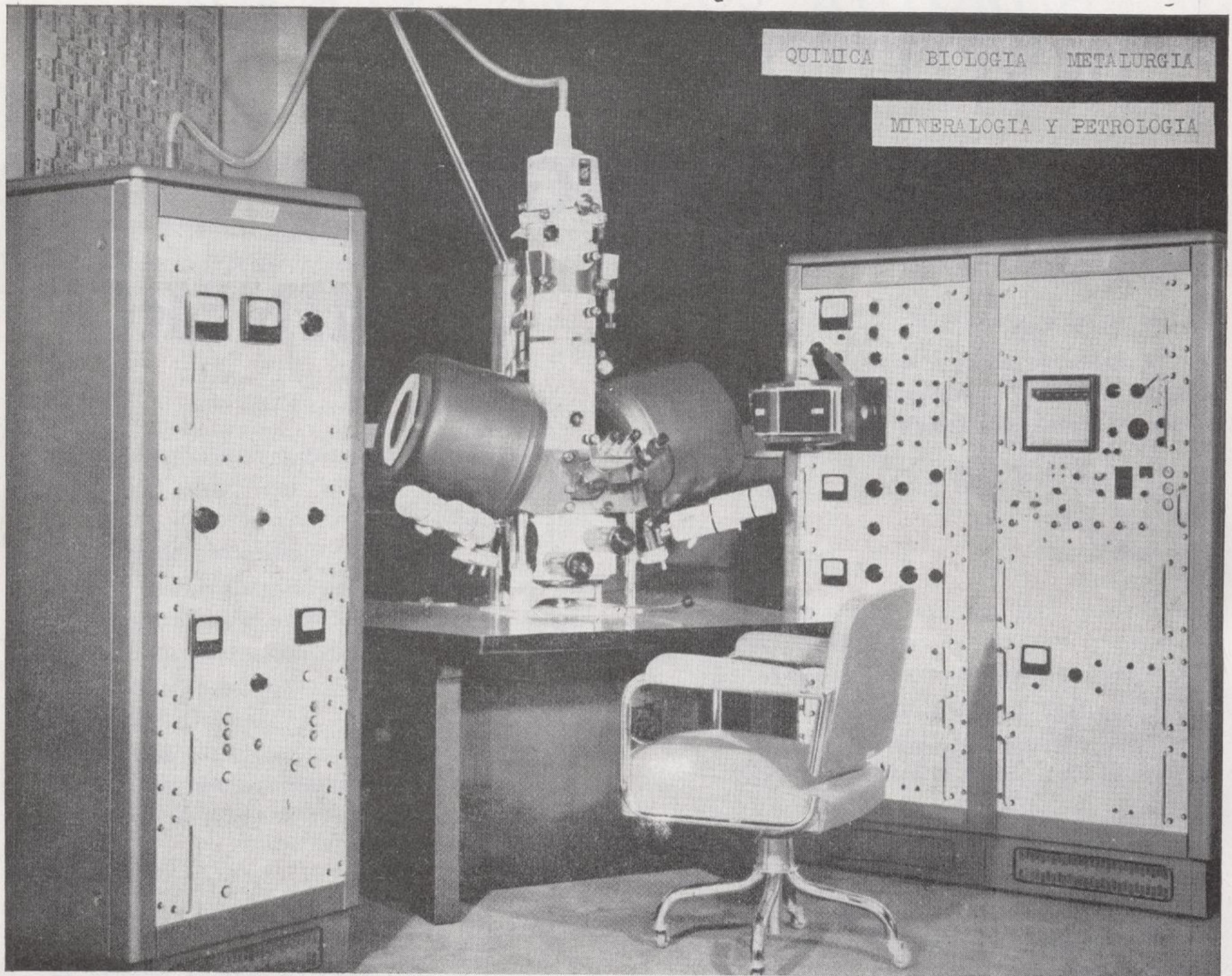
Los asuntos relacionados con ellos, se pueden tratar directamente en la Sección de laboratorios del Instituto o por correspondencia.

Ríos Rosas, 23

MADRID - 3

Tel. 253 46 05

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micrones.
- ❖ Especialmente indicada en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc., así como en Mineralogía y Petrología.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3

ENVIE SUS MUESTRAS A ANALIZAR A LOS

**LABORATORIOS
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

Cuando le interese conocer la composición elemental de sus productos, encontrará grandes facilidades y ayudas si encomienda sus estudios a los laboratorios analíticos del Instituto Geológico y Minero de España.

RAPIDEZ

PRECISION

SENSIBILIDAD

ECONOMIA



Precios muy interesantes para series importantes o contratos de colaboración.

Tendrá a su servicio las técnicas más adecuadas de química clásica, espectroscopía de emisión fotográfica y automática, espectroscopía de absorción atómica, fluorescencia de rayos-X, destellómetros. Análisis microlocales con moderna microsonda.

APARATOS MODERNOS, TECNICAS ADELANTADAS.

Análisis de minerales, productos mineralúrgicos, metalúrgicos en general; toda clase de productos.

Cuando le interese el estudio de las reservas de un criadero, clasificar las partidas de materias primas, calidad de los productos que adquiera o venda, valoración de las partidas comercializadas, así como para muchos de los problemas que se le presenten en su industria, acuda a los.....

LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

RIOS ROSAS, 23
MADRID-3

Tels. { 254 22 00
253 46 05

8 DE CADA 10 CROMATOGRAFOS
8 DE CADA 10 ESPECTROFOTOMETROS { infrarrojos ó ultravioleta visible
9 DE CADA 10 ESPECTROFOTOMETROS de absorción atómica
8 DE CADA 10 REGISTRADORES para laboratorio

VENDIDOS EL PASADO AÑO FUERON

PERKIN-ELMER

**RECONOCIMIENTO GENERAL DEL PRESTIGIO DE UNA MARCA
DEDICADA PLENAMENTE A LA INVESTIGACION
PARA EL AVANCE CIENTIFICO E INDUSTRIAL**

Al adquirir cualquiera de nuestros equipos, Vd. recibe, los siguientes servicios:

- Asistencia técnica
- Servicio y mantenimiento eficaces
- Autodespacho de mercancías
- Centro de entrenamiento en Madrid con gastos de desplazamiento sufragados por nuestra Organización
- Suministro y consulta de bibliografía técnica
- Formación de instrumentistas de su propia empresa
- Contrato de revisión.

PERKIN-ELMER HISPANIA

MADRID
A. Generalísimo 71 A
Tel. 2 70 24 07

BARCELONA
Sicilia 105 - 2°
Tel. 2 26 33 37

LISBOA
Av. Liberdade, 220
Tel. 56 21 81