

# INSTITUTO GEOLOGICO y MINERO



Ríos Rosas, 23

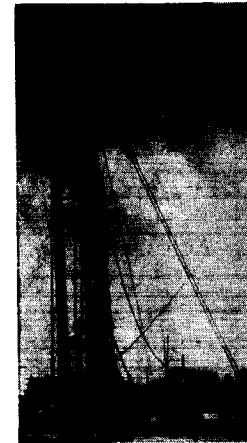
Teléfono 253 46 05

MADRID-3



**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,  
MICROPALEONTOLOGIA, QUIMICO, TESTIGOS,  
LÓDOS, 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



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**

# boletín geológico y minero

TOMO LXXIX

Fascículo II

MARZO ABRIL - 1968

revista bimestral de geología económica, industrias extractivas y de su beneficio - fundada en 1874 - 4.<sup>a</sup> seri

## INDICE

	PÁGINAS
<i>Geología</i>	
J. PELLO MUÑIZ: Nuevos datos sobre la estratigrafía y tectónica del borde NO. de la cuenca carbonífera central ... ..	1
L. JEREZ MIR: Nueva interpretación tectónica de la zona septentrional de la provincia de Guipúzcoa ... ..	16
L. JEREZ MIR: Estructuras de lavas almohadilladas en los basaltos de la provincia de Guipúzcoa, Precisiones acerca de la edad de las erupciones ... ..	21
<i>Minería</i>	
J. M. FERNÁNDEZ BECERRIL: Estudio de concentración de los minerales de hierro del Suroeste de España. Zona de Jerez de los Caballeros (Badajoz). Mina «Bernardo de Hoyos» ... ..	21
A. QUESADA GARCÍA y J. A. ESPEJO MOLINA: Aportación al conocimiento geológico-minero de la Sierra de Gáldor en las proximidades de Berja (Almería) ... ..	29
<i>Aguas subterráneas</i>	
E. FERNÁNDEZ GONZÁLEZ: Mapa pluviométrico de la isla de Gran Canaria ... ..	45
<i>Energía</i>	
E. DUPUY DE LÔME SÁNCHEZ y J. E. COMA GUILLÉN: Límites de rentabilidad en la explotación de hidrocarburos ... ..	51
<i>Geobiología, Geofísica, Geonucleónica y Geoquímica</i>	
F. ESTEBAN SANTISTEBAN: Investigación hidrogeológica por el método eléctrico en Baza (Granada) ... ..	75
<i>Estudio de minerales y rocas</i>	
J. MONTORIOL-POUS: Técnica seguida en la toma de muestras para la formación de una colección monográfica sobre la cuenca potásica catalana ... ..	82
<i>Información</i>	
Personal.—Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa.—Notas bibliográficas.—Sección informativa de revistas ... ..	94

### COMISION DE REDACCION

- ALMELA SAMPER, Antonio.**  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.
- ALVARADO ARRILLAGA, Manuel María.**  
Instituto Geológico y Minero de España (Geología).
- ARANGUREN SABAS, Félix.**  
Instituto Geológico y Minero de España.
- BERTRAND Y BERTRAND, Carlos.**  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Oviedo.
- BONED SOPENA, José Antonio.**  
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Madrid.
- CANTOS FIGUEROLA, José.**  
Instituto Geológico y Minero de España.
- CRUSAFONT PAIRO, Miguel.**  
Facultad de Ciencias de Barcelona.
- DOETSCH SUNDHEIM, Jorge.**  
Instituto Geológico y Minero de España (Minería).
- FONTBOTE Y MUSOLES, José María.**  
Facultad de Ciencias de Granada.
- FUSTER CASAS, José María.**  
Instituto "Lucas Mallada", de Investigaciones Geológicas.
- GALVEZ CAÑERO, Augusto de.**  
Instituto Geológico y Minero de España (Aguas).
- HERNANDEZ-PACHECO, Francisco.**  
Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- LOPEZ DE AZCONA, Juan Manuel.**  
Comisión Nacional de Geología.
- MELENDEZ 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

EDITADA POR EL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE 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

Calizas dolomíticas arrosariadas. Triásico Superior.  
Concesión «18 de Diciembre», Sierra de Gádor, Berja (Almería)  
*Pot.: J. A. Espejo Molina.*

Depósito Legal M. 8.279.-1958

# Nuevos datos sobre la estratigrafía y tectónica del borde NO. de la cuenca carbonífera central de Asturias (\*)

Por J. PELLO MUÑIZ

## RESUMEN

Se dan los resultados preliminares obtenidos en las investigaciones estratigráfico-tectónicas efectuadas en el borde NO. de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias (NO. de España) durante 1964-65.

Se aporta nueva información sobre la posición ascendente hacia el NO. del Carbonífero productivo de esta región (de acuerdo con Jongmans y Wagner, 1957). Como consecuencia de ello, se discute la equivalencia entre los distintos paquetes de capas y se llega a la conclusión de que la correlación reconocida por Adaro (1914-1926), con otros paquetes de la zona NO. de la Cuenca Carbonífera Central asturiana (esto es, la región de Sama de Langreo), no puede ser defendida.

Se señala además, la presencia de un potente conglomerado calcáreo entre La Pereda y Tudela de Agüeria, cuya base reposa en discordancia erosiva poco acentuada sobre los niveles inferiores. Las determinaciones paleobotánicas permiten asignar a estos conglomerados una edad Westfaliense D inferior (Wagner y Pello, *in litt.*).

Una cartografía más detallada y precisa que la que hasta ahora existía, ha puesto de manifiesto que todo el borde NO. de la Cuenca Carbonífera está afectado por un gran empuje hacia el SE. que hace cabalgar los estratos del Devónico y Carbonífero marinos sobre la sucesión Westfaliense superior. Se observa también que la principal estructura de las capas, que llevan dirección SO.-NE., está deformada por un replegamiento E.-O., correspondiente a una fase posterior del plegamiento Hercínico.

## RÉSUMÉ

On donne les résultats préliminaires obtenus dans des investigations stratigraphiques et tectoniques effectuées dans la bordure NO. du Bassin Houiller Central des Asturies (NO. de l'Espagne) pendant les années 1964-65.

Des nouvelles précisions sont apportées sur la position stratigraphique ascendante vers le NO. du Carbonifère productif dans cette région (d'accord avec Jongmans & Wagner, 1957), et sur la corrélation des couches. Il en suit que la nomenclature des couches dans la partie noroccidentale du Bassin Central des Asturies ne devrait être celle qu'on a employée pour la partie nororiental (Adaro, 1914-1926).

La présence d'un puissant conglomérat calcaire, d'âge Westphalien D Inferieur (Wagner & Pello, *in litt.*) est signalée dans un lieu entre La Pereda et Tudela de Agüeria. La base de ce conglomérat repose en discordance erosive peu accentuée sur des niveaux inférieures.

Finalemant, une cartographie plus détaillée et plus précise que celle qui existait jusqu'au présent, a mis en évidence la nature chevauchante du Dévonien et du Carbonifère marins de la Bordure du Bassin Central, ainsi que d'autres accidents, tels comme le replissement posterior E.-O. qui déforme les structures antérieurement formées.

(\*) Este estudio constituye una nota previa de una parte de la Tesis Doctoral del autor, realizada con beca del Patronato de Protección Escolar.



ABSTRACT

The results are given of a preliminary stratigraphical and structural investigation of the NW. border of the Central Asturian Coalfield in NW. Spain done during 1964-65.

Further data are provided to prove the ascending sequence in northwestern direction of Upper Westphalian coal-mesures in this area (in accordance with Jongmans & Wagner, 1957). The correlation of various coal-bearing formations is discussed, with the result that the earlier correlation with formations recognised by Adaro (1914-1926) in the northeastern part of the Central Asturian Coalfield (i. e. the region of Sama de Langreo) proves untenable.

Attention is drawn to the presence of a thick succession of strata characterised by frequent limestone conglomerates in the region between La Pereda and Tudela de Agüeria. It shows an erosive base resting on disconformable coal-mesures. The age of the limestone conglomerate formation has been determined on palaeobotanical evidence as lower Westphalian D (Wagner & Pello, *in litt.*).

Mapping to the scale of 1 : 25,000 has showed that the whole northwestern border of the coalfield is marked by a large overthrust which moved toward the SE. and brings Devonian and Carboniferous marine strata on top of coal-bearing Upper Westphalian rocks. It has also become apparent that the main structure of SW.-NE. trending strata is affected by E.-W. striking cross-folds, which may be ascribed to a later phase of the Hercynian folding.

I. INTRODUCCIÓN

El borde NO. de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias se extiende en dirección NE.-SO. desde Tudela de Veguín, por los valles de Olloniego y Riosa, hasta la sierra del Aramo (fig. 1).

Los primeros datos geológicos que de esta región se tienen, se deben a las obras generales de Schulz (1838, 1844-45, 1958), Barrois (1881, 1882) y Adaro (1911, 1914, 1926), que consideran como normal el contacto de la caliza de montaña del borde con la sucesión pizarrosa del Carbonífero de la cuenca, asignándole una edad Westfaliense A-B.

Transcurren casi cincuenta años hasta que Llopis (1950a, 1950b, 1952, 1954, 1958, 1960) confirma nuevamente en sus líneas generales las ideas estratigráficas y tectónicas de estos autores.

A partir de estas fechas los trabajos sobre la zona de Riosa se suceden casi ininterrumpidamente. En efecto, Almela y Ríos (1953), conjuntamente con García Fuentes (1956), salvo pequeños detalles, siguen admitiendo las ideas estratigráficas anteriores, pero discrepan en la interpretación tectónica del borde, indicando que en su mayor extensión se debe a una falla inversa.

Jongmans y Wagner (1957) verifican un estudio paleobotánico de la zona de Riosa, y llegan a la conclusión de que los niveles próximos al borde pertenecen al Westfaliense D, y de que el techo de la sucesión productiva se sitúa hacia el N., donde está en contacto fallado con la caliza de montaña del Monsacro.

Kindelán (1958) estudia la región más oriental, entre Olloniego y El Viso, y vuelve a la interpretación primitiva.

Oliveros y Bodega (1962, Empresa Nacional Adaro), y Deremetz y Greber (1963, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Paris), si

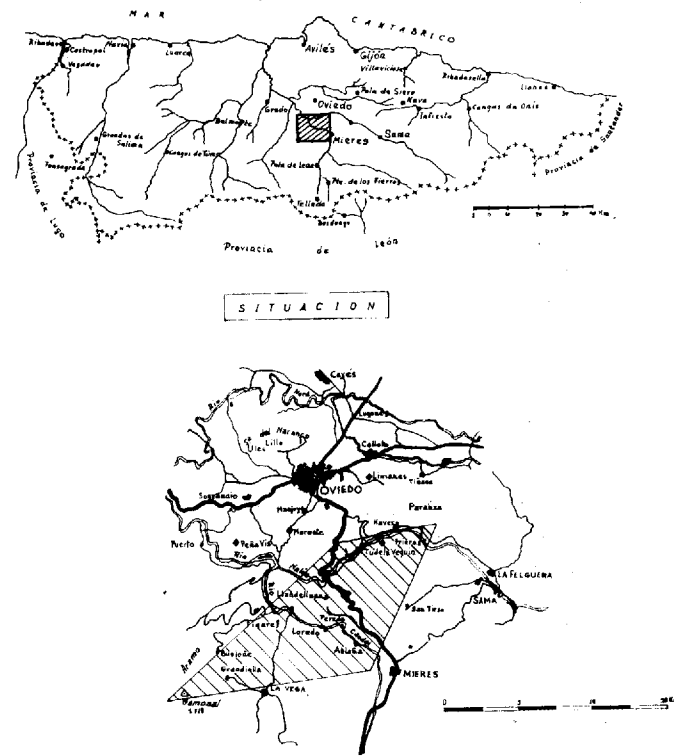


Fig. 1.

bien aceptan el criterio de Jongmans y Wagner de que el techo de la sucesión explotada se sitúa hacia el N., interpretan como *namurienses* las pi-

zarras con intercalaciones calcáreas situadas entre el conjunto productivo y la caliza de montaña. Así pues, para ellos el contacto caliza de montaña-pizarras, es normal, pero entre éstas y la sucesión explotada ha de haber necesariamente un accidente, una falla que no les fue posible localizar.

Por último, Julivert (1963), confirma la idea tectónica de Jongmans y Wagner para la zona de Riosa y acepta sus resultados estratigráficos.

Como consecuencia de esta disparidad de opiniones resaltan claramente los *problemas generales* que esta región plantea: 1. *Carácter normal o anormal del borde de la Cuenca.* 2. *Naturaleza y posición de la superficie de fractura en caso de que exista.* 3. *Posición del techo del conjunto productivo y de las pizarras con intercalaciones calizas que se sitúan entre éste y la caliza de montaña del borde.* 4. *Estratigrafía de los paquetes productivos y su relación con los que se explotan en el resto de la Cuenca Central.*

II. ESTRATIGRAFÍA

El estudio detallado de todos los materiales que afloran en la región se saldría fuera de los límites de esta nota, por ello, se prescindirá en lo posible de la descripción estratigráfica del Carbonífero inferior (caliza griotte y caliza de montaña), así como también del Devónico y Pérmico?, por estar más desligados del problema que nos ocupa.

En toda la zona es posible considerar dos áreas de estratigrafía y tectónica bien definidas: a) *Devónico y Carbonífero que bordean la Cuenca.* b) *Carbonífero que constituye la propia Cuenca.*

Estas zonas se diferencian como consecuencia de un accidente tectónico que hace cabalgar los materiales de la primera sobre los de la segunda. De este modo se explica también el que en la segunda no afloren niveles inferiores al Westfaliense C.

a) *Devónico y Carbonífero que bordean la Cuenca.*

Los afloramientos más antiguos pertenecen al Devónico.

Desde un punto de vista puramente litológico, se distinguen aquí tres tramos: 1. *Tramo basal o de predominio pizarroso*, constituido por pizarras y margas rojas con finos niveles de dolomías amarillentas. 2. *Tramo medio o de predominio calcáreo-dolomítico*, formado en su base por calizas tableadas grises y pizarras amarillentas intercaladas; hacia el techo aparecen calizas dolomíticas y dolomías amarillentas. (Todo el conjunto presenta una potencia variable entre los 25 y 50 metros. 3. *Tramo*

*superior o de predominio pizarroso-areniscoso*, en el que se encuentran areniscas rojas y amarillentas con algunas pizarras y un banco de cuarcitas blancas de dos a tres metros en el techo. Su potencia varía entre 10 y 20 metros.

Estas facies devónicas no son perfectamente comparables a las típicas descritas ya por Barrois (1881, 1882) en la parte N. de Asturias, sino que presentan mayor paralelismo con algunos tramos descritos por Comte (1939). El tramo inferior puede ser equivalente a la parte alta del «complejo de Rañeces» de Comte. El tramo medio sería entonces equivalente a «calizas de Santa Lucía», de Comte o a «calizas de Moniello» de Barrois, y el superior a la parte inferior de la «arenisca del Naranco o de Gosletia» (Barrois, modificado por Delépine, 1928 b). Todos estos tramos serán, pues, de edad Emsiense-Conviense, tal como además se desprende de su relación con la caliza de Moniello y arenisca del Naranco, típicas de la zona occidental periférica a la estudiada en este trabajo.

El Carbonífero comienza con la ya clásica «serie griotte», constituida por calizas rosadas tableadas, calizas grumosas y margas rojas con algunas intercalaciones de radiolaritas; todo ello con una potencia total de 20-30 metros, atribuyéndosele una edad viseense (Delépine, 1943; Kullmann, 1961, 1962; Higgins, Wagner-Gentis y Wagner, 1964). Falta, pues, todo el Tournaisiense representado por un paquete de unos 10 metros de pizarras negras y lúditas que existe en algunos puntos de la región oriental de Asturias y en la provincia de León. Esta importante laguna estratigráfica, que abarca desde el Conviense hasta el Viseense, no es admitida por Almela y Ríos (1962), basándose en que la sucesión Devónico-Carbonífero parece muy continua para justificar un hiato tan importante en la sedimentación, pero en la costa, entre Luanco y cabo Torres, entre la arenisca del Naranco y la caliza griotte se intercalan la «caliza y arenisca de Candás», de edad Frasnense-Fameniense (Delépine, 1928 b; Llopis, 1963; Radig, 1963), quedando la laguna circunscrita sólo al Tournaisiense.

Por encima de la «griotte» se sitúa un paquete, que no debe sobrepasar los 400 metros de potencia (a juzgar por las características del sinclinal de la Mortera), constituido por calizas grises fértidas, más claras hacia el techo, de aspecto masivo en general, que se conocen con el nombre de «caliza de montaña». Seguidamente se sitúan unos 300 metros de pizarras y areniscas con algunas intercalaciones calcáreas de escasa potencia (sinclinal de la Mortera), a las que denominamos «tramo de entrecalizas improductivo», por analogía con la nomenclatura utilizada en algunos trabajos para paquetes similares a éste. A todo el conjunto de «calizas de montaña-tramo de entrecalizas», se le puede atri-

buir una edad Namuriense-Westfaliense?. El límite no puede establecerse con seguridad, ya que a veces se habló de que la parte superior de la caliza de montaña en algunas localidades puede representar ya el Westfaliense (Delépine, 1943) (1) (Delépine y Llopis, 1956), así como de que la sucesión pizarrosa que se le superpone representa aún la parte alta del Namuriense (De Sitter, 1962). En este trabajo se admite provisionalmente esta última idea.

A partir de aquí, el conjunto pizarroso del Carbonífero de la región queda interrumpido como consecuencia del carácter cabalgante del borde.

#### b) El Carbonífero de la propia cuenca.

Para comprender el significado y posición de estos materiales es necesario hacer previamente el siguiente planteamiento:

1. *Discusión sobre la posición del techo de la sucesión.* 2. *Descripción de la sucesión, edad y estratigrafía comparada de la misma.* 3. *Relación de este conjunto con el que se sitúa más al interior de la cuenca.*

##### 1. *Discusión sobre la posición del techo de la sucesión*

Sólo se estudia aquí una faja de materiales próximos al borde de la cuenca que se orientan de NE. a SO., con acusada pendiente NO., adquiriendo la forma de una «S» en la que, a modo de espina dorsal, existe un potente conglomerado silíceo que separa netamente los conjuntos que en ambos flancos del mismo contienen las diversas capas de carbón.

Ya nos hemos referido a los problemas que plantea esta sucesión que, a pesar de representar tan sólo una parte del Carbonífero productivo de la Cuenca Central, tiene una potencia de cerca de 3.000 metros; así, pues, veamos los resultados alcanzados con relación a la posición de su techo.

A tal fin fueron utilizados los siguientes métodos:

- Método de definición de techos y muros en los estériles de las capas de carbón.*
- Método del relleno orientado de las megasporas en los niveles de dureno.*
- Método de polaridad de estructuras primarias en las areniscas.*
- Estudios paleobotánicos.*

(1) Esta atribución de la caliza de montaña al Westfaliense se debe a que el autor la confundió con la caliza masiva, que se sitúa por encima de ella,

- Método de definición de techos y muros en los estériles de las capas de carbón.*

Fue aplicado en Riosa por Jongmans y Wagner (1957) y por Deremetz y Greber (1963), que llegaron a la conclusión de que el techo de la sucesión productiva se sitúa hacia el N. Este método no proporciona información sobre la posición del techo del paquete de pizarras con intercalaciones calizas que se sitúa cerca del contacto con la caliza de montaña.

Durante la elaboración de este estudio las observaciones realizadas en los valles del Caudal y del Nalón conducen a idénticas consideraciones. En el transversal S. de cuarta planta de Mina Llamas (Ablaña) y en el primer transversal de la primera planta del pozo San José (Olloniego) las capas que presentan suelos de vegetación bien formados, siempre los muestran orientados hacia el SE., es decir, que el techo se sitúa hacia el NO. Además, en zonas próximas al contacto con la caliza de montaña existe también alguna evidencia de que la sucesión sigue siendo ascendente hacia dicho contacto, tal como lo muestran los pequeños suelos de vegetación encontrados en Baiña (carbonero de la trinchera del F. C. Vasco-Asturiano, frente a la Fábrica de Productos Químicos) y en Loredo (carbonero al pie de la carretera que va a La Pereda, situado entre pizarras con tramos calcáreos).

Por último, fuera ya de la zona cartografiada, se observaron los suelos de vegetación en capas del flanco S. del sinclinal de Castandiello (Piñeres), al S. de Moreda, donde, tal como era de esperar, la serie es ascendente hacia el eje del sinclinal, esto es, hacia el paquete María Luisa que aquí se sitúa encima de los de Caleras, Generalas y San Antonio. Posteriormente veremos que este hecho es de gran importancia al intentar establecer la correspondencia entre los paquetes de la zona estudiada y los que con el mismo nombre se explotan en el resto de la Cuenca Central.

- Método de relleno orientado de las megasporas en los niveles de dureno.*

A instancia nuestra este método fue aplicado en Mina Llamas por don Javier González Prado, autor del mismo (1963). Se encontraron durenos en las capas 7 y 10 del transversal N. de quinta planta, de cuyo estudio se llegó a la conclusión de que el techo de la sucesión se sitúa hacia el NO,

- Método de polaridad de estructuras primarias en areniscas.*

Estos rasgos estructurales no son todo lo abundantes que sería de esperar; sólo algunos escasos niveles de areniscas presentan estratificación cruzada y, desgraciadamente, la mayor parte de las veces no es suficientemente clara para ser conside-



Fig. II.—Estratificación cruzada en areniscas al techo del conglomerado calcáreo en Malpica (Olloniego).

rada como indicatriz de la posición del techo de la sucesión. Sin embargo, un caso excepcional que permite deducir que la posición del techo se sitúa hacia el NO., se encuentra en unas areniscas de Malpica (Olloniego), situadas entre el conglomerado calcáreo y el Devónico cabalgante del pico Castillo (fig. II).

- Estudios paleobotánicos.*

Estos estudios fueron también verificados en Riosa por Jongmans y Wagner (1957) y por Dere-

metz y Greber (1963), demostrando que las zonas productivas próximas al contacto con la caliza de montaña eran más altas que las del interior.

Durante nuestro estudio se explotaron dos yacimientos de flora, uno en Malpica (Olloniego) y otro en Pumardongo (La Pereda); ambos, en niveles arcilloso-pizarrosos intercalados en el conglomerado calcáreo próximo al borde de la Cuenca, y que dan para él una edad Westfaliense D.

#### Conclusiones.

Dada la coincidencia entre todas las observaciones realizadas, hay que aceptar que la sucesión pizarrosa del carbonífero del borde NO. de la Cuenca Central es ascendente hacia el N. y NO. Ahora bien, Deremetz y Greber (1963) han indicado que puede ser *Namuriense* el paquete de pizarras con intercalaciones calizas que se encuentra en contacto con la caliza de montaña en el valle de la Foz de Morcín y que, por tanto, se puede suponer una falla entre este paquete y el conjunto explotado más al S., que ellos aceptan como ascendente hacia el N. Aquí se considera que tales pizarras con intercalaciones calcáreas son también ascendentes hacia el N., pues, si bien no se ha encontrado un criterio de polaridad en la propia cuenca de Riosa, en el valle del Caudal, los carboneros de Loredo y Baiña y la estratificación cruzada de las areniscas de Malpica, son argumentos en favor de esta idea.

##### 2. *Descripción de la sucesión, edad y estratigrafía comparada de la misma*

En la figura VIII se representan cuatro columnas estratigráficas locales, dos del valle del Caudal y otras dos del de Riosa, que ilustran sobre los caracteres generales de la sucesión y sus variaciones laterales. Tomándolas como base, haremos a continuación una somera descripción de todo el conjunto.

#### EL CONJUNTO PRODUCTIVO DE RIOSA

Desde Piedrafita a la Foz de Morcín, en orden ascendente, se distinguen los siguientes tramos: *Paquete Canales-Piedrafita*, *conglomerado silíceo estéril*, *paquete de La Esperanza*, *tramo de La Foz* (2).

(2) Las denominaciones de «tramo de la Foz», «tramos de Loredo» y «paquete productivo de Baiña», se utilizan aquí, por primera vez, y responden a unidades litoestratigráficas. Los demás nombres son los empleados usualmente en la región ya desde antiguo.



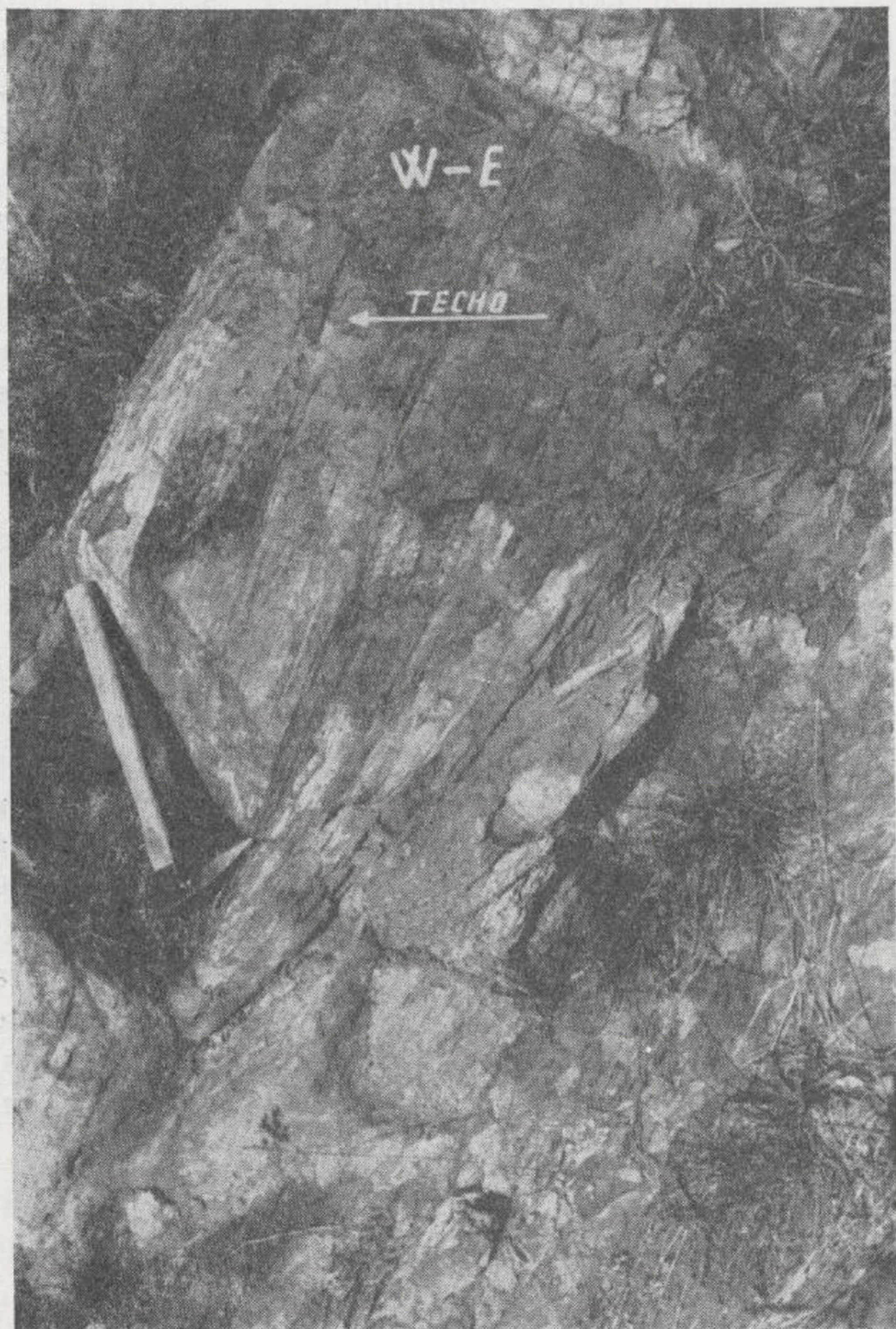


Fig. II.—Estratificación cruzada en areniscas al techo del conglomerado calcáreo en Malpica (Olloniego).



*Paquete Canales-Piedrafita.*

Constituye la base del conjunto productivo estudiado aquí. Se caracteriza por presentar una alternancia de areniscas duras y pizarras arenosas que van desde su base hasta casi el techo, donde aparece ya algún banco de conglomerado silíceo. Presenta 18 capas de carbón explotables, numeradas de la 3 a la 20 en sentido inverso (3). Por encima de los conglomerados sólo se explota la capa 3. Entre las más inferiores cabe destacar lo siguiente: La capa 14 presenta estériles intermedios con niveles marinos; en el techo aparece un carbonero muy constante, con techo y muro de arenisca muy dura. El techo de la capa 19 contiene abundante y variada flora (Deremetz y Greber, 1963).

Su potencia es de unos 800 metros.

*Conglomerado silíceo estéril.*

Se trata de un paquete de conglomerado silíceo de cantos bien rodados, cuyos diámetros oscilan entre 3 y 40 cm.; matriz y cemento silíceos. Contiene intercalados algunos bancos de arenisca dura.

Su potencia es de unos 150 metros, aumentando hacia el E. y acuciándose rápidamente hacia el O.

*Paquete de La Esperanza.*

Se caracteriza porque en su base presenta una alternancia de pizarras y areniscas coronadas por un banco de conglomerado que no suele pasar de los 20 metros de potencia; entre ellas se intercala la capa Esperanza y su carbonero, ambas en explotación. Cuando este paquete no es cabalgado por la caliza de montaña, se continúa con una sucesión de pizarras y areniscas entre la que aparecen más capas: Blancura, Anchona, Carmela y Los Peruyales.

Potencia variable, pues su parte alta parece ser afectada por una discordancia erosiva difícil de determinar con precisión por razones tectónicas y de cambios laterales de facies. En La Foz de Morcín, alrededor de 200 metros de potencia. Fue datado por Jongmans y Wagner (1957) como Westfalien-se D inferior.

*Tramo de La Foz.*

Con este nombre se designa aquí un paquete que se superpone al de La Esperanza, constituido por

(3) La numeración se efectuó partiendo de la idea de Adaro de que la sucesión era ascendente hacia el S. Este hecho se repite también en todo el área del borde NO. de la Cuenca.

pizarras y areniscas con tres intercalaciones calizas de 0,8, 1,5 y 4 metros, respectivamente. En algunos puntos presenta una capa explotable: Los Caleros.

Potencia indeterminable, como consecuencia de ser cabalgado por la caliza de montaña.

*La sucesión de Ablanedo.*

Al SO. de La Foz de Morcín, por la carretera que va de la Vega a Grandiella, se encuentra todavía un pequeño banco de conglomerado silíceo de unos 30 metros de potencia que, sin duda alguna, constituye la terminación occidental del que cruza el valle de La Foz. Al N. de dicho conglomerado se explota un paquete con cuatro capas de carbón, numeradas de la 7 a la 10 en sentido ascendente, que se conoce con el nombre de «paquete de Ablanedo». Se caracteriza fundamentalmente por contener varios niveles marinos con fauna (Jongmans y Wagner, 1957).

## LA SUCESIÓN PRODUCTIVA DEL CAUDAL

En el valle del Caudal, vertiente S., entre Abaña y Loreda, se distinguen los siguientes tramos en sentido ascendente: *Paquete Sotón, estéril intermedio, paquete María Luisa, paquete San Antonio, conglomerado silíceo estéril, paquete Generalas, tramo Loreda.*

En la vertiente N. del valle, la sucesión presenta las mismas características, a excepción de la parte alta, situada por encima del paquete Generalas, donde se distinguen: *Conglomerado calcáreo, paquete productivo de Baña.*

*Paquete Sotón.*

Constituye la base de la sucesión que aquí se estudia. Se caracteriza por un mayor dominio de pizarras arenosas en la base, mientras que en su parte superior abundan las areniscas duras. Contiene seis capas de carbón numeradas de la 15 a la 20. En la parte basal existe un nivel marino (carretera general Gijón-Madrid, km. 426-La Peña), que contiene: Tallos de Crinoideo *Productus* sp., y *Spirifer (Choristites) fritschii* o *Spirifer (Choristites) pavlovi* (según clasificación provisional del doctor Truyols).

Su potencia varía entre los 125 y los 350 metros.

*Estéril intermedio.*

Por encima de la capa 15 se encuentra una zona estéril constituida principalmente por pizarras are-

nosas, con algunas intercalaciones de areniscas. Su potencia varía de los 160 metros en Abaña, a los 120 en la zona de Olloniego y El Viso.

fuertes cambios en la sucesión a uno y otro lado del valle.

## VERTIENTE S DEL CAUDAL

*Paquete María Luisa.*

Se caracteriza por un mayor dominio de areniscas sobre pizarras, especialmente hacia la parte alta. Contiene nueve capas de carbón, numeradas de la 6 a la 14. La capa 9, constituida por cuatro lechos, es la más característica, pues sus estériles intermedios contienen fauna marina, y su techo presenta abundante flora. La capa 12 tiene un techo de arenisca dura con flora.

Su potencia oscila entre los 350 metros en Abaña, y los 150 metros en la zona de Olloniego, perdiendo algo más potencia hacia El Viso.

*Paquete San Antonio.*

Se caracteriza porque que su base está constituida por un banco de conglomerado silíceo de 20-27 metros de potencia, a veces con alguna intercalación de arenisca. Sigue después un conjunto pizarroso o arenisco, según los casos, de 90-100 metros de potencia, que contiene cinco o seis capas de carbón, numeradas de la 1 a la 6.

Su potencia total es de 110-130 metros.

*Conglomerado silíceo estéril.*

Presenta análogas características que el ya descrito en Riosa. Sin embargo, su potencia aquí es considerablemente mayor, entre los 600-700 metros.

*Paquete Generalas.*

Se caracteriza porque hacia su base presenta unos tres bancos de conglomerado silíceo, de unos 25 metros por término medio, entre los que generalmente se explotan dos capas: Anchona y Vicentina (en Olloniego). Encima siguen unos 50 metros como máximo, de areniscas con algunas pizarras, entre las que se suele explotar la capa Generala. Este paquete, principalmente su parte superior, falta en muchos puntos, lo cual se debe a la existencia de una discordancia erosiva entre él y el tramo superior.

Su potencia total alcanza como máximo a unos 200 metros.

A partir de este momento es cuando se producen

*Tramo de Loreda.*

Se sitúa por encima del paquete Generalas, y es semejante al de La Foz de Morcín. Se trata de un conjunto en el que hay dominio de pizarras sobre areniscas, intercalándose en tres bancos calcáreos de escasa potencia, de 3 metros como máximo. En ellos se encuentra abundante fauna, aún sin clasificar, de tallos de Crinoideo, *Productus*, *Gasterópodos* y probablemente también *Goniatitidos*, además de microfauna.

No es posible calcular su potencia por ser cabalgado en toda su extensión por la caliza de montaña.

## VERTIENTE N DEL CAUDAL

*Conglomerado calcáreo.*

Por encima del tramo basal del paquete Generalas, o reposando directamente sobre el conglomerado silíceo estéril, aparece conglomerado calcáreo de cantos grandes poco rodados, en su mayor parte procedentes de la caliza de montaña, en parte de calizas devónicas, así como también algunos (pocos), de areniscas de la sucesión infrayacente, lo cual da mayor fuerza a la idea de que reposa ligeramente discordante sobre el paquete Generalas. En Pumardongo (La Pereda), su potencia es de unos 120 metros, pero hacia el NE. aumenta considerablemente, llegando a más de 400 en La Mortera (Olloniego). Contiene dos o tres intercalaciones de pizarras arcillosas y arcillas, que también aumentan de potencia hacia el NE.; la más superior presenta abundante flora y fue explotada durante la elaboración de este estudio en Pumardongo (La Pereda) y Malpica (Olloniego).

*Paquete productivo de Baña.*

Encima del conglomerado calcáreo, se sitúa el «paquete productivo de Baña»; su parte basal está constituida por areniscas blandas y pizarras arenosas, a las que se superponen algunas intercalaciones de arcillas amarillentas y azuladas. Hacia su parte superior visible, aumenta progresivamente el dominio de las areniscas. Contiene unas cuatro ca-

pas de carbón que se explotaron antiguamente; en la actualidad no se explotan porque presentan un trazo irregular y discontinuo, como consecuencia de haber sufrido los efectos más inmediatos del cabalgamiento del borde.

Todo este conjunto parece sufrir un fuerte acunamiento hacia el SO., hasta situarse debajo del «tramo de Loredo», en la vertiente S. del valle.

parados los resultados de ambos estudios, donde se aprecia que las discrepancias son mínimas.

En este trabajo se sigue la idea de Jongmans y Wagner, porque sus listas de flora son más completas y por estar Wagner más familiarizado con los problemas de la Cordillera Cantábrica, donde lleva trabajando quince años.

Por otra parte, la flora encontrada en las piz-



Fig. III.—Arriba: Replegamiento de la caliza de montaña con dos anticlinales de núcleo devónico. F. C. minero de Riosa, al W. de Loredo.

Abajo: Detalle de la parte izquierda de la foto superior. Sinclinal de caliza griotte con el flanco oriental fallado.

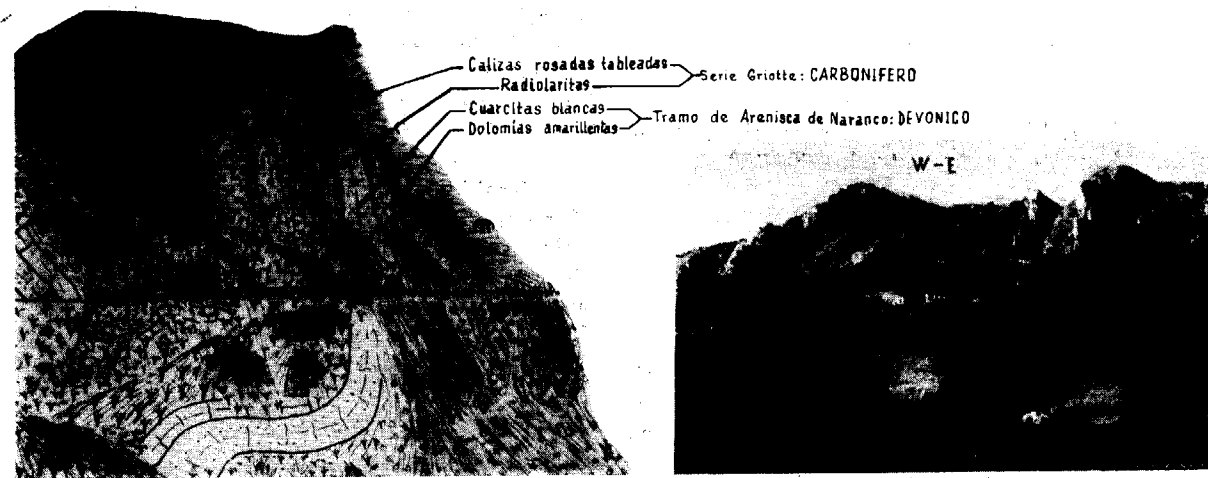


Fig. IV.—Repliegues en que se resuelve el primer anticlinal devónico del conjunto cabalgante al N. de Baiña. Resaltan las capas del conjunto griotte-caliza de montaña.

EDAD Y ESTRATIGRAFÍA COMPARADA DE LA SUCESIÓN

En la zona de Riosa, los estudios más fidedignos y recientes sobre la flora, fueron hechos por Jongmans y Wagner (1957), y por Deremetz y Greber (1963). En el cuadro que sigue se presentan com-

rras y arcillas más altas del conglomerado calcáreo de Pumardongo y Malpica fue clasificada pro-

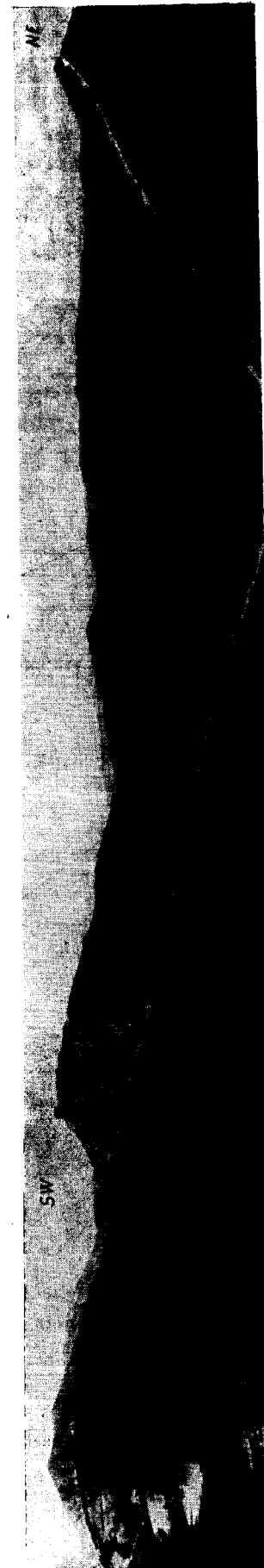


Fig. V.—Panorámica del frente de cabalgamiento entre el Padrín y el pico del Castillo. A la izquierda la caliza de montaña cabalga las pizarras carboníferas. A la derecha el devónico cabalga sobre el conglomerado calcáreo del Westfaliense D Inf.



Fig. VI.—Panorámica del frente de cabalgamiento en el valle de La Foz de Morcín. En primer plano, a derecha e izquierda del valle, aparece el conglomerado silíceo Westfaliense D Inf.



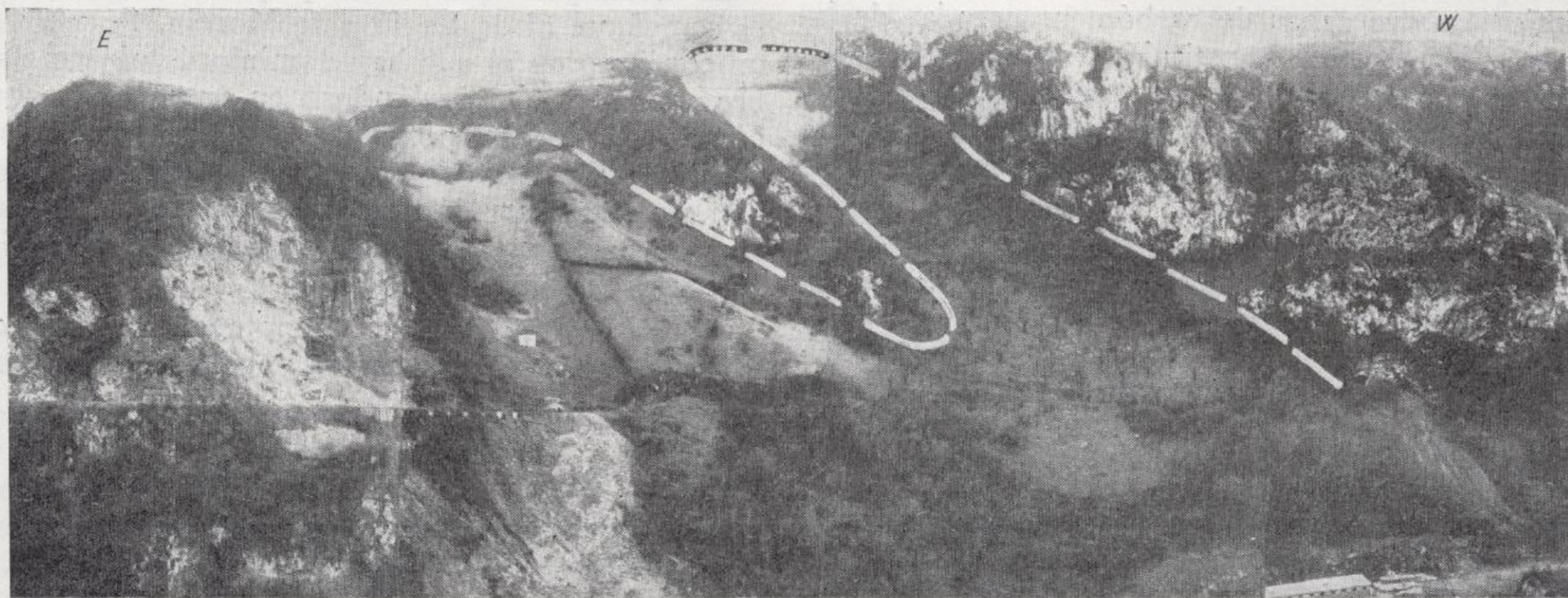


Fig. III.—Arriba: Replegamiento de la caliza de montaña con dos anticlinales de núcleo devónico. F. C. minero de Riosa, al W. de Loredo.

Abajo: Detalle de la parte izquierda de la foto superior, Sinclinal de caliza griotte con el flanco oriental fallado.

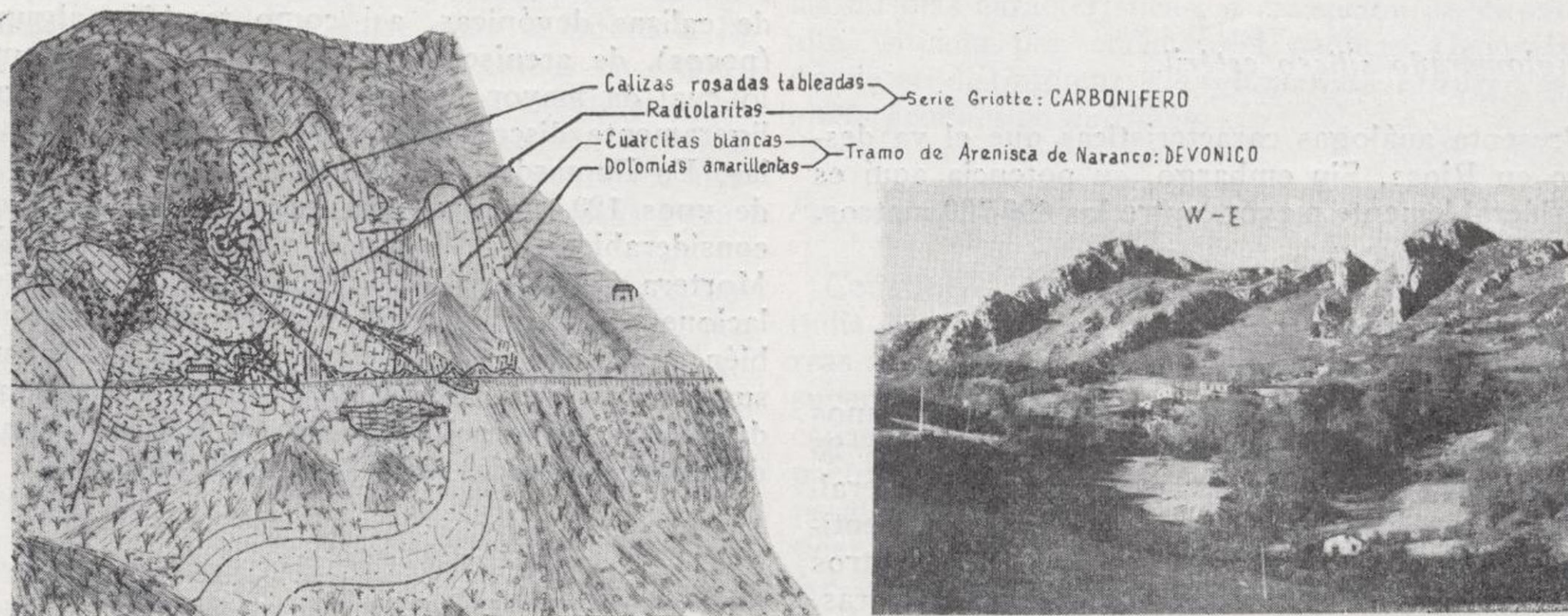


Fig. IV.—Repliegues en que se resuelve el primer anticlinal devónico del conjunto cabalgante al N. de Baiña. Resaltan las capas del conjunto griotte-caliza de montaña.

EDAD Y ESTRATIGRAFÍA COMPARADA DE LA SUCESIÓN

En la zona de Riosa, los estudios más fidedignos





Fig. V.—Panorámica del frente de cabalgamiento entre el Padrún y el pico del Castillo. A la izquierda la caliza de montaña cabalga las pizarras carboníferas. A la derecha el devónico cabalga sobre el conglomerado calcáreo del Westfaliense D Inf.



Fig. VI.—Panorámica del frente de cabalgamiento en el valle de La Foz de Morcín. En primer plano, a derecha e izquierda del valle, aparece el conglomerado silíceo Westfaliense D Inf.



ESTRATIGRAFIA COMPARADA DEL CARBONIFERO PRODUCTIVO DEL BORDE NW DE LA CUENCA CENTRAL

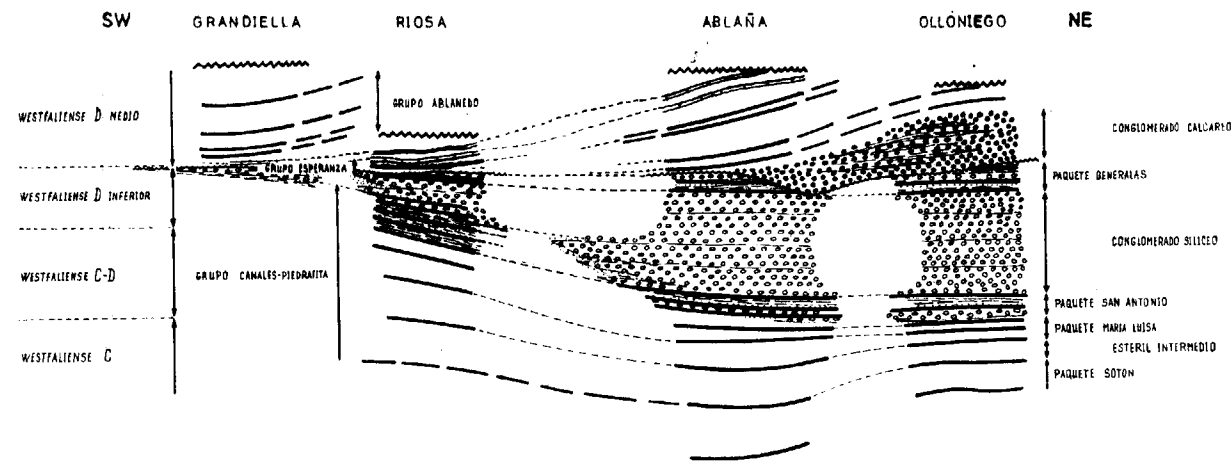


Fig. VII.

visionalmente por R. H. Wagner, quien le atribuye, una edad Westfaliense D inferior (Wagner y Pello, *in litt.*).

Este resultado concuerda, pues, con los datos de Riosa y, a pesar de que aún no se explotaron todas las localidades fosilíferas y de no conocerse algunos de los niveles «guía», se puede hacer una correlación provisional entre la zona de Riosa y la del Caudal (fig. VIII)., basándola en los siguientes puntos:

1. La Cuenca Central es una cuenca parállica, en la que es preciso utilizar los niveles marinos como elementos de correlación, por ser mucho más constante que los episodios continentales. En este

sentido es de destacar la analogía que presenta la capa 14 de Riosa con la 9 de Ablaña (Mina Llamas), ambas constituidas por cuatro carboneros, entre cuyos estériles se encuentran horizontales con fauna marina y el carbonero superior con techo de arenisca dura.

2. Si se tiene en cuenta esta semejanza como punto de partida de la correlación, se observa que el conglomerado silíceo, aunque presente en toda la región estudiada, es un conjunto diacrónico y que, por tanto, no puede ser usado como elemento seguro de correlación.

3. Es necesario admitir también la existencia de una discordancia erosiva poco marcada entre el

Paquete	Situación	E d a d	
		Jongmans y Wagner 1957	Deremetz y Greber 1963
Ablanado (4)	Al N. del conglomerado silíceo	West. D Med.	West. D
Esperanza	S. de Ablanado N. del conglomerado silíceo	West. D Inf.	West. D
Canales Piedrafitita	S. del conglomerado silíceo	West. C-D	West. C

(4) Considerado en el trabajo original (1957) como Westfaliense D alto; rectificado por R. H. Wagner (1959), por haber encontrado en León una flora Westfaliense D más alta que la de Ablanado.

paquete Generalas, al techo del conglomerado silíceo, y los tramos que se sitúan por encima y que, hacia el E., presentan un carácter torrencial acusado.

- a) Conjunto cabalgante del borde.
- b) Conjunto cabalgado de la propia cuenca.

EL CONTACTO CABALGANTE DEL BORDE DE LA CUENCA

Se trata de un elemento tectónico con suficiente personalidad para ser descrito en un espacio aparte. Produce una separación neta entre las unidades arriba mencionadas, haciendo cabalgar al Devónico y la caliza de montaña de la primera, sobre el conjunto pizarroso Westfaliense D de la segunda, siendo hacia el SE. el sentido de su desplazamiento. Su frente se desarrolla con una dirección general NE.-SO., en la que hacia el SO. cabe distinguir dos variaciones importantes: una, entre la región oriental de la sierra del Aramo y la vertiente meridional del Monsacro, donde describe un arco de 3 kilómetros de radio que orienta su concavidad hacia el SE.; otra, entre La Foz de Morcín y Loredo, con análogo radio y concavidad hacia el NO., y, por tanto, opuesta a la anterior.

En sus líneas generales, este accidente se produce casi paralelo a la estructura interna de las dos unidades que delimita, pero en algunos puntos (Busloñe, Baña y Ollóniego-Tudela de Aguería), manifiesta cierta oblicuidad con ellas, originando la desaparición de la caliza de montaña para que el Devónico se ponga directamente en contacto con el Westfaliense D de la cuenca. La superficie de cabalgamiento es bastante pendiente, con una inclinación mínima de 45° en Ollóniego. Cuando la caliza de montaña constituye el frente cabalgante, las areniscas y pizarras Westfalienses suelen adaptarse a su estructura, dando al contacto el aspecto de normal. Esto explica que algunos autores (Adaro, 1914, 1926; Llopis, 1950, 1960; Deremetz y Greber, 1963), consideren que el contacto caliza de montaña-pizarras sea normal en La Foz de Morcín. Otros (Almela y Ríos, 1953, 1956), observando más bien las zonas donde el Carbonífero productivo se pone en contacto con el Devónico, consideran que el contacto se realiza mediante una falla inversa. Dicha falla tendría, no obstante, diferente significado al que aquí se le da, pues piensan que la sucesión pizarrosa del borde pertenece al Westfaliense A. Sólo Jongmans y Wagner (1957) y Julivert (1963) le dan una interpretación más correcta al considerar que en Riosa los tramos pizarreños próximos al contacto pertenecen al Westfaliense D.

La parte central del cabalgamiento es la mejor conocida, pues por el N. queda enmascarado por el recubrimiento secundario, y en el S., en la vertiente meridional del Aramo, no se conoce bien su desarrollo.

3. Relación de este conjunto con el que se sitúa hacia el interior de la cuenca

Para conocer con seguridad la relación entre los paquetes productivos del interior de la cuenca y de su borde NO., es necesario proceder a una revisión de los datos que hasta ahora se tienen, mediante un meticuloso estudio tectónico y estratigráfico de la misma. Por el momento tan sólo se llamará la atención sobre el hecho de que al ser ascendente hacia el N. y NO. todo el conjunto productivo del borde NO. de la cuenca, en contra de lo que en un principio se creyó, resulta que los mismos nombres se aplican a paquetes diferentes y en distinto orden; así, en Moreda, por ejemplo, tal como se pudo comprobar por los suelos de vegetación, el orden de los paquetes en sentido descendente es, Sotón, María Luisa, San Antonio, Generalas..., mientras que, como ya se ha mencionado, en el borde NO. ocurre todo lo contrario. Es probable que en este borde afloren los niveles más altos del Westfaliense y que los paquetes productivos del interior de la cuenca en sus tramos altos correspondan a los más bajos (María Luisa y Sotón) del borde noroccidental. Cabe, pues, preguntarse si el conglomerado silíceo que caracteriza al paquete San Antonio de la cuenca, pueda corresponder a distinto nivel que el conglomerado silíceo del borde aquí estudiado; en caso de ser así, habrá que pensar en un cambio de la nomenclatura de los paquetes del borde NO. de la cuenca; sobre todo porque la nomenclatura de Adaro (1914, 1926) parece fundarse en la zona de Langreo.

III. TECTÓNICA

En este capítulo se comenzará por una sistematización y descripción de las estructuras, para después proceder a situar los diversos accidentes dentro del marco de la Tectónica Regional.

Se pueden distinguir dos grandes unidades tectónicas que coinciden con los conjuntos estratigráficos ya mencionados y cuya individualidad queda suficientemente definida por un frente de cabalgamiento que las delimita, así como por su diferente constitución litológica, que condiciona algunas peculiaridades del plegamiento:

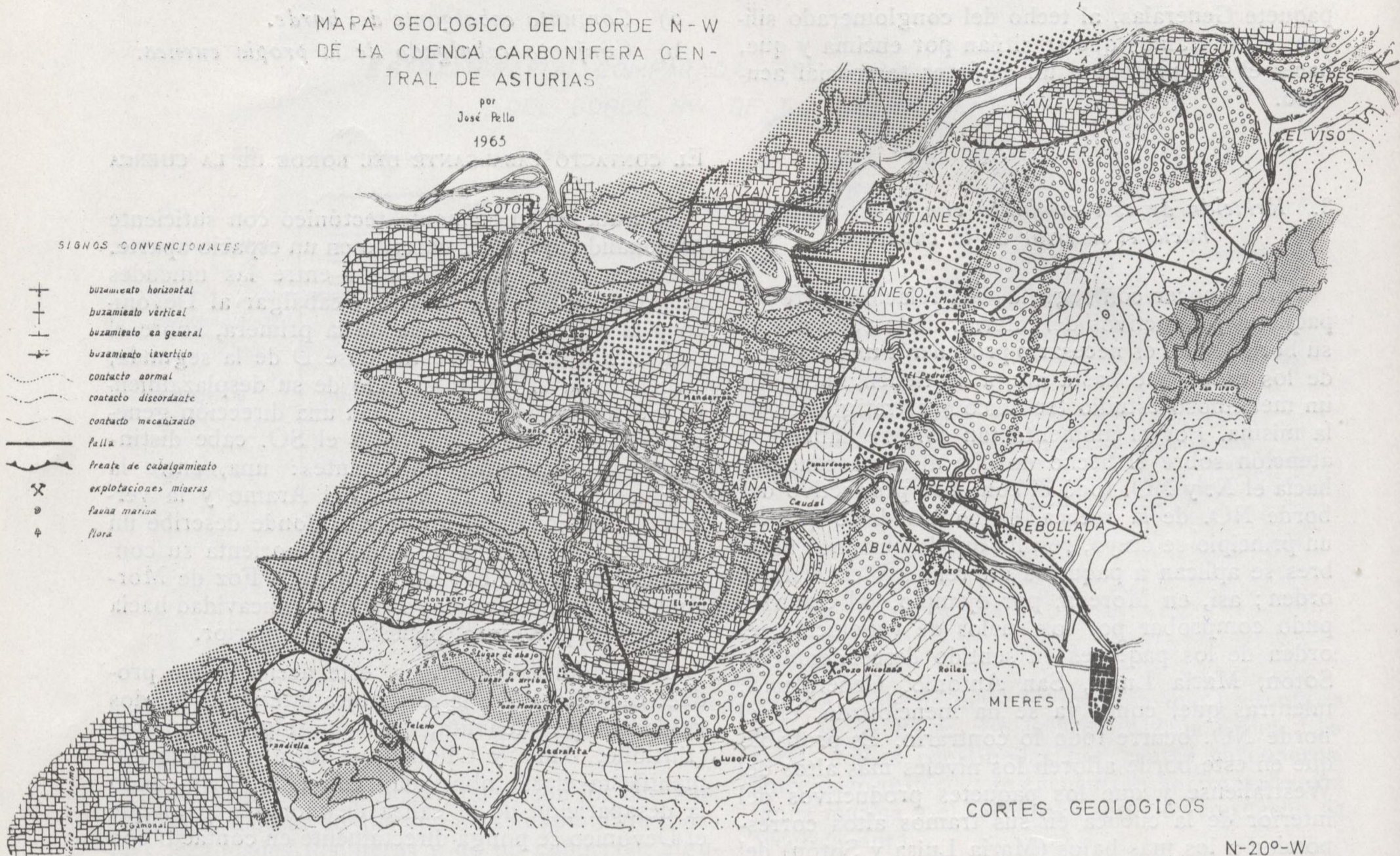


MAPA GEOLOGICO DEL BORDE N-W  
DE LA CUENCA CARBONIFERA CENTRAL DE ASTURIAS

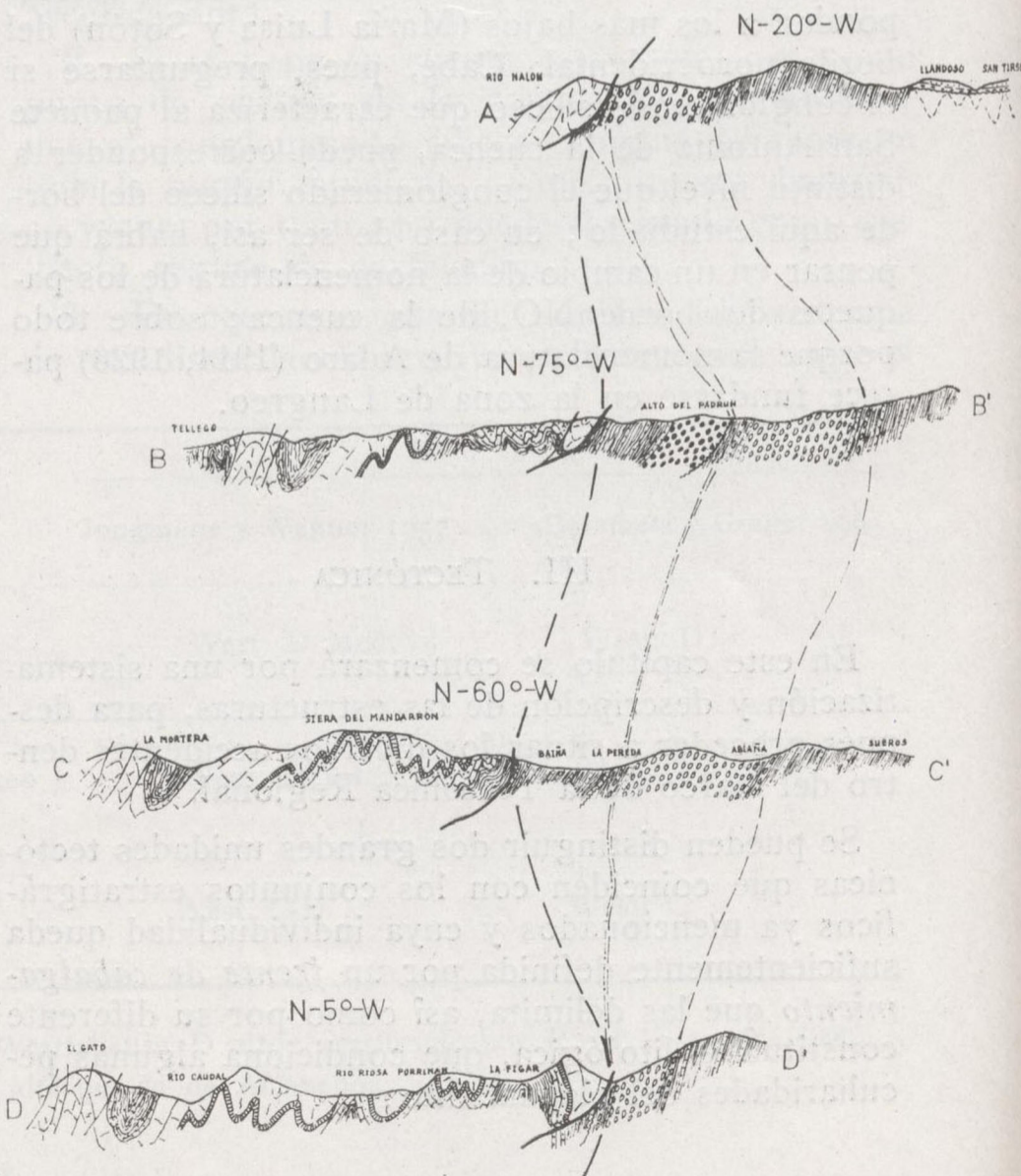
por  
José Pello  
1965

SIGNOS CONVENCIONALES

- buzamiento horizontal
- buzamiento vertical
- buzamiento en general
- buzamiento invertido
- contacto normal
- contacto discordante
- contacto metamorfozado
- falla
- frente de cadaqumiento
- explotaciones mineras
- fauna marina
- flora



CORTES GEOLOGICOS

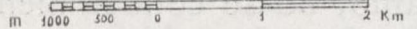


EXPLICACION

CUATERNARIO: Depositos aluviales

PAQUETE DE ABLANIDO		Pizarras rojas, areniscas amarillentas, pizarras, areniscas y carbón.	PERMO-TRIAS
TRAMO DE BAÑA-LORIM		Pizarras, calizas, areniscas y conglomerados cuarzosos de cantos poco rodados.	DISCORDANCIA?
PAQUETE ESPERANZA-GENI		Pizarras, areniscas y conglomerados.	
PAQUETE S. ANTONIO		Conglomerado silíceo de cantos bien rodados.	WESTFALIENSE C-D
PAQUETE MA LUISA		Areniscas, pizarras y conglomerados.	
TRAMO CANALES-PIEDRAPITA		Areniscas, pizarras y carbón.	WESTFALIENSE C
PAQUETE SOTON		Areniscas y pizarras.	
PAQUETE CALERAS IMPR.		Pizarras, areniscas y calizas.	HANUJENSE?
CALLIZA DE MONTANA		Calizas grises mal estratificadas.	HANUJENSE
SAICIA UNIC.		Calizas, areniscas, pizarras, dolomías y calizas.	VIOGENSE COVINGENSE
			CARBONIFERO MEDIO
			CARBONIFERO INFERIOR
			DEVONICO MEDIO

ESCALA GRAFICA





a) *Conjunto cabalgante del borde.*

Se caracteriza fundamentalmente por una tectónica de pliegues apretados, a veces algo extrusivos, que en sus núcleos anticlinales permiten generalmente aflorar al Devónico, mientras que en los sinclinales sólo aparecen tramos superiores a la caliza de montaña en la Mortera.

En la zona central, entre La Foz de Morcin y Loreda, los anticlinales Devónicos se doblan paralelamente al arco que describe el cabalgamiento del borde apareciendo, por tanto, una estructura superpuesta a la anterior; este arco equivale, pues, a un sinclinorio transversal, mientras que el del Aramo-Monsacro tiene el significado de un anticlinorio transversal.

La masa de caliza de montaña desempeña un papel moderador del plegamiento, mientras que el «conjunto griotte», más plástico, actúa de lubricante en la extrusión del Devónico a la vez que presenta un replegamiento secundario de detalle. Esto puede explicar la ausencia de los tramos superiores de la «Arenisca del Naranco» en dichos anticlinales.

El sinclinal de la Mortera es también muy apretado y, a consecuencia de ello, su flanco SE. está mecanizado y el NO. se verifica mediante una falla inversa. Todo este conjunto de pliegues arqueados es algo vergente hacia el SE.

En contraste con el desarrollo de pliegues existen algunas fallas de escasa importancia y de muy poco desplazamiento, cuyas direcciones son perpendiculares o algo oblicuas a los pliegues.

b) *Conjunto cabalgado de la propia cuenca.*

El potente conglomerado silíceo existente dentro del conjunto productivo de la cuenca, con pendiente NO., adopta la forma de una «S» en dirección NE.-SO., bastante semejante a la que describe el frente de cabalgamiento y, merced a su papel moderador del plegamiento, actúa a modo de espina dorsal entre dos zonas con caracteres estructurales algo diferentes:

1. *Zona al techo del conglomerado silíceo.*

Se caracteriza por constituir el soporte sobre el que se desplaza el frente cabalgante y por bruscos cambios laterales de facies, por lo que tectónicamente es muy compleja. Se producen en ella frecuentes despegues que ocasionan una disposición

en rosario de las capas de carbón, haciendo que su explotación no sea rentable.

En sus tramos basales parece producirse un pequeño ciclo de erosión que determina una discontinuidad entre el paquete Generalas y los tramos superiores, habiéndose expuesto ya en la descripción estratigráfica las razones que inducen a pensar en esto.

Por lo demás, en sus líneas generales, esta zona se adapta a la estructura del conglomerado silíceo y también a la del frente de cabalgamiento.

2. *Zona al muro del conglomerado silíceo.*

Se caracteriza por una mayor constancia de potencias y arrumbamientos que siguen perfectamente la estructura del conglomerado, aunque este sufre una importante pérdida de espesor hacia el SO., haciendo que en esta región sean menores las diferencias estructurales entre la primera y segunda zona. En detalle se producen también algunas laminaciones y cambios de facies que dificultan extraordinariamente la correlación de capas.

Todo este conjunto mantiene una pendiente entre los 45° y 80° hacia el NO. y es atravesado casi perpendicularmente por escasas fallas, de tipo *décrochement*, algunas de gran desarrollo. Sin duda, la más importante es la conocida por «Falla del Caudal» en la ladera N. de dicho valle y paralela a él; es un *décrochement* de 350 metros de desplazamiento en superficie, que aumenta más en profundidad. Afecta a todos los paquetes productivos de la zona estudiada, desplazándose hacia el O. su labio S. con una inclinación de su plano de 70° S.

Hacia la base de esta zona comienzan a producirse multitud de irregularidades en los rumbos de las capas dando lugar a una tectónica mucho más compleja, desconociéndose aún su verdadera relación con la anterior, aunque hay razones para suponer que se trata de pliegues y repliegues posteriores E.-O., que repiten los mismos paquetes hacia el E. en una cierta extensión.

## B) SITUACIÓN DE LOS ACCIDENTES DENTRO DEL MARCO DE LA TECTÓNICA REGIONAL

La comparación de estas estructuras con las existentes al oriente de la Cuenca Central (fig. VIII), permite establecer algún paralelismo, así como también algunas diferencias entre unas y otras.

Mientras que en la región estudiada el estilo tectónico se caracteriza por la presencia de una serie

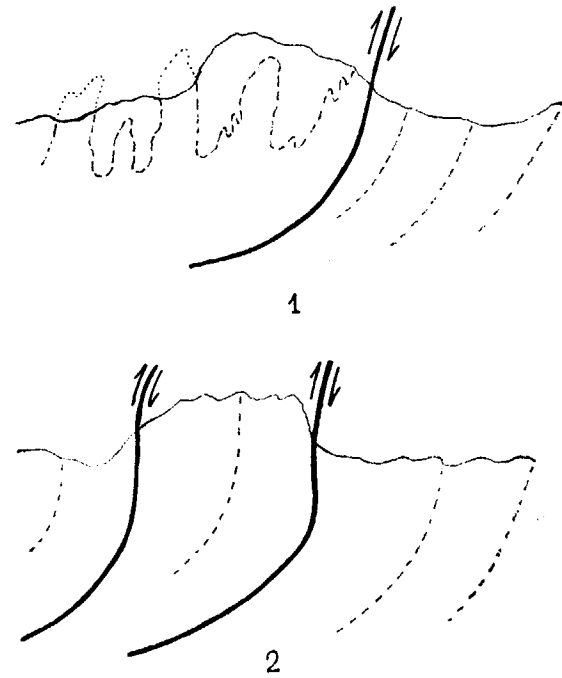


Fig. VIII.—Comparación de estilos tectónicos al Occidente y Oriente de la Cuenca Central. 1.—Al Occidente. 2.—Al Oriente.

de pliegues isoclinales que coexisten con accidentes de orden mayor, que son las superficies de fractura que conducen a cabalgamientos en dirección SE., en la región oriental de Asturias se observa la ausencia de pliegues isoclinales, existiendo solamente una tectónica de escamas producida por fallas muy tendidas, que en profundidad enlazan con un nivel de despegue (Julivert, 1965).

Ambas zonas se encuentran, además, afectadas por un replegamiento transversal E.-W. que deforma sus estructuras primitivas. En la zona estudiada esta deformación se observa perfectamente en los arcos Aramo-Monsacro y La Foz de Morcín que, probablemente, se pueden considerar como la prolongación occidental del anticlinal de Caleao y del sinclinal de La Foz al oriente de la Cuenca.

Al N. de Tudela de Veguín el Permo-Trías fosiliza ya gran parte de la Cuenca en posición subhorizontal. Es correcto, pues, pensar que la compleja estructura de la región se modela durante la *orogénesis Herciniana* en dos etapas sucesivas de primer orden: En la primera, se origina todo el conjunto de pliegues isoclinales, a la par que se iba produciendo el cabalgamiento del borde. En la segunda, estas estructuras son deformadas por el replegamiento E.-O., que aquí aparece algo desviado hacia el NO., el cual (Julivert, 1965), es posterior a la formación de las escamas.

Por último, no hay que descartar tampoco la posibilidad de que algunas de estas estructuras hayan vuelto a jugar durante la *orogénesis alpídica*, como ocurre en otras localidades, y se hayan originado algunas fallas que afectan principalmente al conjunto cabalgante.

Departamento de Geomorfología y Geotectónica  
Universidad de Oviedo

#### BIBLIOGRAFÍA

- ADARO, I. DE: *Cuenca carbonífera de Asturias. Emplazamiento de sondeos para investigar la probable prolongación de los senos hulleros por bajo de los terrenos mesozoicos.* «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», t. XIV. Madrid (1914).
- Atlas del estudio estratigráfico de la Cuenca Central de Asturias. «Inst. Geol. y Min. de España», 9 láms. Madrid (1926).
- ALMELA, A., y RÍOS, J. M.<sup>a</sup>: *Datos para el conocimiento de la geología asturiana. Valles de Riosa y Proaza.* «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», t. LXV, págs. 3-34, 2 láminas. Madrid (1953).
- ALMELA, A.; GARCÍA FUENTE, S., y RÍOS, J. M.<sup>a</sup>: *Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 52 (Proaza).* «Inst. Geol. y Min. de España», 77 págs., 56 figs., 3 mapas y cortes. Madrid (1956).
- ALMELA, A., y RÍOS, J. M.<sup>a</sup>: *Investigación del Hullero bajo los terrenos mesozoicos de la costa cantábrica (Zona de Oviedo-Gijón-Villaviciosa).* «Empresa Nacional Adaró». Madrid (1962).
- BARROIS, Ch.: *Sur le calcaire carbonifère du Nord de l'Espagne.* «Ass. Franc. pour l'Avanc. Scienc.», C. R. X sess. Paris (1881).
- *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie.* «Mem. Soc. Géol. du Nord», vol. II, núm. 1, 630 págs., XX láms. Lille (1882).
- COMTE, P.: *La tectonique des terrains antestéphaniens de la Cordillère Cantabrique dans le Nord de León.* «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 208, pág. 1660. Paris (1939).
- DELÉPINE, G.: *Sur les faunes marines du Carbonifère des Asturies.* «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 187, págs. 507-9. Paris (1928 a).
- *L'âge des grès du Naranco.* «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 187, págs. 239-41. Paris (1928 b).
- *Les faunes marines du Carbonifère des Asturies (Espagne).* «Mem. Acad. Sc. Paris», t. 66, 122 págs. Paris (1943).
- DELÉPINE, G., y LLOPIS, N.: *Nouvelle faune à Latores (Asturies, Espagne).* «C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.», ser. 6, t. 6, núm. 8, págs. 106-8. Paris (1956).
- DEREMETZ, Ch., y GREBER, Ch.: *Contribution à l'étude géologique de la concession de Riosa (Province d'Oviedo, Espagne).* «Bur. Rech. Géol. et Min.» (Inédito). Paris (1963).

- HIGGINS, A. C., GAGNER-GENTIS, C. H. T., y WAGNER, R. H.: *Basal Carboniferous strata in part of Northern Leon, NW. Spain: Stratigraphy, Conodont and Goniatite faunas.* «Bull. Soc. Belg. Geol. et Hydrol.», vol. LXXII, 2, págs. 205-248, 5 láms. Bruxelles (1963).
- GONZÁLEZ PRADO, J.: *Un nuevo método para la determinación de techo y muro en algunas capas de carbón.* «Bol. Inst. Nac. Carbón», núm. 57. Oviedo (1963).
- JONGMANS, W. J., y WAGNER, R. H.: *Apuntes para el estudio geológico de la zona hullera de Riosa (Cuenca central de Asturias).* «Est. Geol.», núms. 33-36, págs. 7-26, 2 figs., 1 mapa. Madrid (1957).
- JULIVERT, M.: *Estudio geológico de la sierra del Aramo, cuenca de Riosa y extremo meridional de la cuenca de Quirós.* «Bol. Inst. Geol. y Min. de Esp.», t. 74, 167 págs., 25 figs., 1 mapa y cortes. Madrid (1963).
- *Sur la tectonique hercynienne à nappes de la Chaîne Cantabrique (Etude géologique de la région à l'Est du Bassin Central, Espagne).* «Bull. Soc. Géol. Fr.», t. 7 (7.<sup>a</sup> ser.), núm. 4, págs. 644-51. Paris (1965).
- KINDELÁN, J. A.: *Nota sobre la sucesión estratigráfica del Hullero de Asturias en la zona El Viso-Olloniego-Riosa.* «N. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 48, páginas 93-106, 2 figs., 4 láms. y un cuadro. Madrid (1958).
- KULLMANN, J.: *Die Goniatiten des Unterkarbons im Kantabrischen Gebirge (Nordspanien). I. Stratigraphie, Paläontologie der U. O. Goniatitina Hyatt.* «Neues Jb. Geol. Paläont.», Abh. 113, 3. Stuttgart (1961).
- *Die Goniatiten der Namur-Stufe (Oberkarbon) im Kantabrischen Gebirge.* «Abh. Math. Naturwiss. Kl. Akad. Wiss. Lit.», 6 págs. 261-377, láms. 1-7. Wiesbaden (1962).
- LLOPIS LLADÓ, N.: *Mapa geológico de las sierras de la Coruxera, la Mostayal y Monsacro.* «Publ. Ser. Geol. de I. D. E. A.», escala 1:25.000. Oviedo (1950 a).
- *Mapa geológico de los alrededores de Oviedo.* «Publ. Serv. Geol. de I. D. E. A.», escala 1:25.000. Oviedo (1950 b).
- *Sur les types de bordure du bassin houiller des Asturies.* «C. R. III Congr. Strat. Carb.», vol. III, págs. 401-6, 5 figs. Heerlen (1952).
- *Sobre la tectónica de la cuenca carbonífera de Asturias.* «Est. Geol.», núm. 21, págs. 79-101. Madrid (1954).
- *Estudio geológico del borde meridional de la cuenca*

- carbonífera de Asturias.* «Pirineos», año X, núms. 31-32, páginas 33-117, 29 figs., X láms., un mapa y cortes. Zaragoza (1955).
- *Crítica al trabajo de W. J. Jongmans y R. H. Wagner (Apuntes para el estudio geológico de la zona hullera de Riosa).* «Brev. Geol. Ast.», año II, núms. 1-2, págs. 43-45. Oviedo (1958 a).
- *Crítica al trabajo de J. A. Kindelán (Nota sobre la sucesión estratigráfica del Hullero de Asturias en la zona El Viso-Olloniego-Riosa).* «Brev. Geol. Ast.», año II, números 1-2, págs. 43-45. Oviedo (1958 b).
- *Estudio geológico de las sierras de la Coruxera, la Mostayal y Monsacro.* «Inst. Geol. Apl.», 1 vol., 132 páginas. Oviedo (1960).
- *Estudio geológico de la región de Cabo de Peñas (Asturias).* «Bol. Inst. Geol. y Min. de Esp.», t. 72, págs. 233-348. Madrid (1962).
- *Sur la paléotectonique des Asturies et ses rapports avec la moitié occidentale de la Péninsule Ibérique.* «Brev. Geol. Ast.», año VIII, núms. 1-4, págs. 92-140. Oviedo (1963).
- OLIVEROS, J. M., y BODEGA, F.: *Informe geológico previo sobre el coto minero de Riosa.* «Empresa Nac. Adaró» (Inédito). Madrid (1962).
- RADIG, F.: *Estratigrafía del Devoniano de Asturias.* «N. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 72, págs. 105-128. Madrid (1963).
- SCHULZ, G.: *Reseña geognóstica del principado de Asturias.* «Anales de Minas», 1 vol. Madrid (1838).
- *Reseña de los principales criaderos de carbón del principado de Asturias, su situación, etc.* «Bol. Of. de Minas». Madrid (1844-45).
- *Descripción geológica de la provincia de Oviedo.* 1 volumen, 138 págs. y un atlas de láminas. Madrid (1858).
- SITTER, I. U. DE: *The structure of the southern slope of the Cantabrian Mountains.* «Leidse Geol. Mededelingen», volumen 26, págs. 255-264, 3 láms. Leiden (1962).
- WAGNER, R. H.: *Sur la présence d'une nouvelle phase tectonique «léonienne» d'âge Westphalien D dans le Nord-Ouest de l'Espagne.* «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 249, págs. 2804-6. Paris (1959).

Recibido el 13-VII-1966.

GEOLOGÍA

# Nueva interpretación tectónica de la zona septentrional de la provincia de Guipúzcoa.

por L. JEREZ MIR

RESUMEN

Damos aquí a conocer la existencia de un nuevo «manto de corrimiento» en el norte de la provincia de Guipúzcoa. De éste son testigos, un «isleo tectónico» en las inmediaciones meridionales de Zarauz, y ciertas perturbaciones de la Cadena Terciaria Costera, justo en el entorno frontal del manto aludido.

Incluimos también algunas observaciones que se refieren a la estructura del Terciario y del flysch Cretácico Superior en la Unidad Costera. Como resultado de las nuevas dataciones micropaleontológicas, es necesario invocar un anticlinal costero en flysch Cretácico Superior, y un nuevo frente de cabalgamiento entre La Florida y el Monte Andatza.

SUMMARY

We have found a new overthrust unit in the northern part of the Guipuzcoa country. South of Zarauz there is an isolated witness of the unit, and it is possible to observe some disturbances of the tertiary Coastal Range just in the frontal part of the mentioned unit.

We also include several observations which refer to the structure of the Tertiary and to the upper cretaceous flysch in the Coastal Range. Resulting from new micropaleontological dating, it is necessary to establish one coastal antycline in the upper cretaceous flysch, and a new overthrusting line between La Florida and Monte Andatza.

INTRODUCCIÓN

En el mes de septiembre del pasado año hemos finalizado el estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa con su cartografía a escala 1:50.000. Dicho estudio fue propuesto al Ministerio de Industria por el Departamento de Geología y Fotogeología del Instituto Geológico y Minero de España.

Es nuestra intención dar un avance sobre algunos hechos geológicos (estructurales y estratigráficos), que se han puesto de manifiesto en el transcurso de nuestro trabajo.

ANTECEDENTES

P. LAMARE (1936) describe el «Manto de los Mármoles» en Navarra y su amortiguamiento

occidental en Guipúzcoa (Alegria de Orio). Se refirió también al «festoneado» de la Cadena Terciaria Costera, si bien no hace alusión a la estructura que en esta zona describimos como «repliegue» del Terciario en Zarauz.

P. RAT (1959) señaló ya en su cartografía, la inversión del Terciario entre Orio y Zumaya, si bien no cita la mancha Aptense-Albense al Sur de Zarauz, que nosotros describimos como «isleo tectónico».

LAMARE y RAT, en sus trabajos atribuyen al Cenomanense una faja de «margocalizas» de alineación aproximada Martutene-Cementos Rezola-Usurbil-Norte del Monte Andatza. Numerosas muestras de estas margocalizas, estudiadas en el laboratorio de Micropaleontología del I. G. M. E., dan una edad Maestrichtiense. Estos nuevos datos nos obligan a modificar ciertos aspectos sobre la estructura regional, aquí discutidos.

1. EL MANTO DE CORRIMIENTO AYA-ZARAUZ-AIZARNAZÁBAL

A lo largo de la línea Andazarreta-Aya-Aizarnazábal se observa como la serie del Jurásico-Cretácico inferior monta cabalgando sobre el flysch Maestrichtiense.



Fig. 1.—Aspecto de las calizas urgonienses que forman un «isleo tectónico» en las inmediaciones meridionales de Zarauz (Guipúzcoa).

En el mismo pueblo de Aya, al pie del cabalgamiento y bajo una lámina de margas yesíferas del Keuper, con ofita milonitizada, que sirvieron de material lubricante de base, existen unas margocalizas rojas. Estas nos recuerdan la facies de capas rojas del Maestrichtiense-Danés (1).

La envergadura del cabalgamiento podría suponerse relativamente pequeña (tres kilómetros a lo sumo) y no cabría pensar, sin más, en una estructura del tipo de «manto de corrimiento».

Sin embargo, la presencia de un «isleo tectónico» en las inmediaciones de Zarauz es testigo de que la estructura cabalgada en Aya-Aizarnazábal llegó hasta este lugar.

La envergadura total del cabalgamiento supone así unos 7 kilómetros, como mínimo, por lo que se puede calificar como «manto de corrimiento».

La estructura conjunta correspondería a un manto de segundo género, en este sentido, similar al «Manto de los Mármoles» de P. LAMARE, originado también por un gran pliegue-falla.

(1) Como tales han sido datadas con: Globotruncana lapparenti, G. stuarti, G. tricarinata, G. arca; Heterohelix y Rugoglobigerinida.

1.1. EL ISLEO TECTÓNICO DE ZARAUZ

Testigo del «manto» aludido, constituye una masa relativamente reducida de calizas y margas areniscas con orbitolinas, pertenecientes al Cretácico inferior (Aptense-Albense). Su extensión aproximada es de un kilómetro cuadrado y está situada un kilómetro al sur de Zarauz.

El retazo de materiales del Cretácico inferior se encuentra en contacto anormal con el flysch Cretácico superior, y claramente encima de éste, del que está separado mediante una lámina muy reducida de margas yesíferas del Keuper, con ofita. Estas se pueden observar, si bien con cierta dificultad por el recubrimiento tan natural en esta región, en la extremidad sur del isleo, justo en el terminal de la carretera que viene de Zarauz.

Rodeando el pequeño «isleo tectónico», se observa cómo éste se sitúa inmediatamente encima de la facies de «capas rojas» del Maestrichtiense-Danés.

Con este testigo podemos afirmar que el manto llegó hasta las puertas meridionales de Zarauz y, por las razones que siguen, puede pensarse que avanzó, al menos, 1-1,5 kms. más aún hacia el Norte.

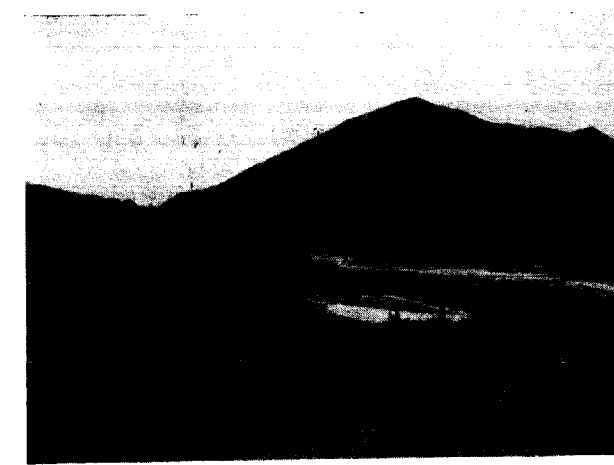


Fig. 2.—Desembocadura del río Orio. A la derecha (Este), la serie Eocena en disposición normal. A la izquierda (Oeste), la misma serie invertida.

1.2. Influencias perturbadoras del frente del manto sobre la Cadena Terciaria Costera

Aparte del «isleo tectónico», que justifica de por sí la existencia del manto de corrimiento, llama la atención la disposición estructural de la Cadena Terciaria Costera, perturbada justo en el entorno que da cara al frente del manto,



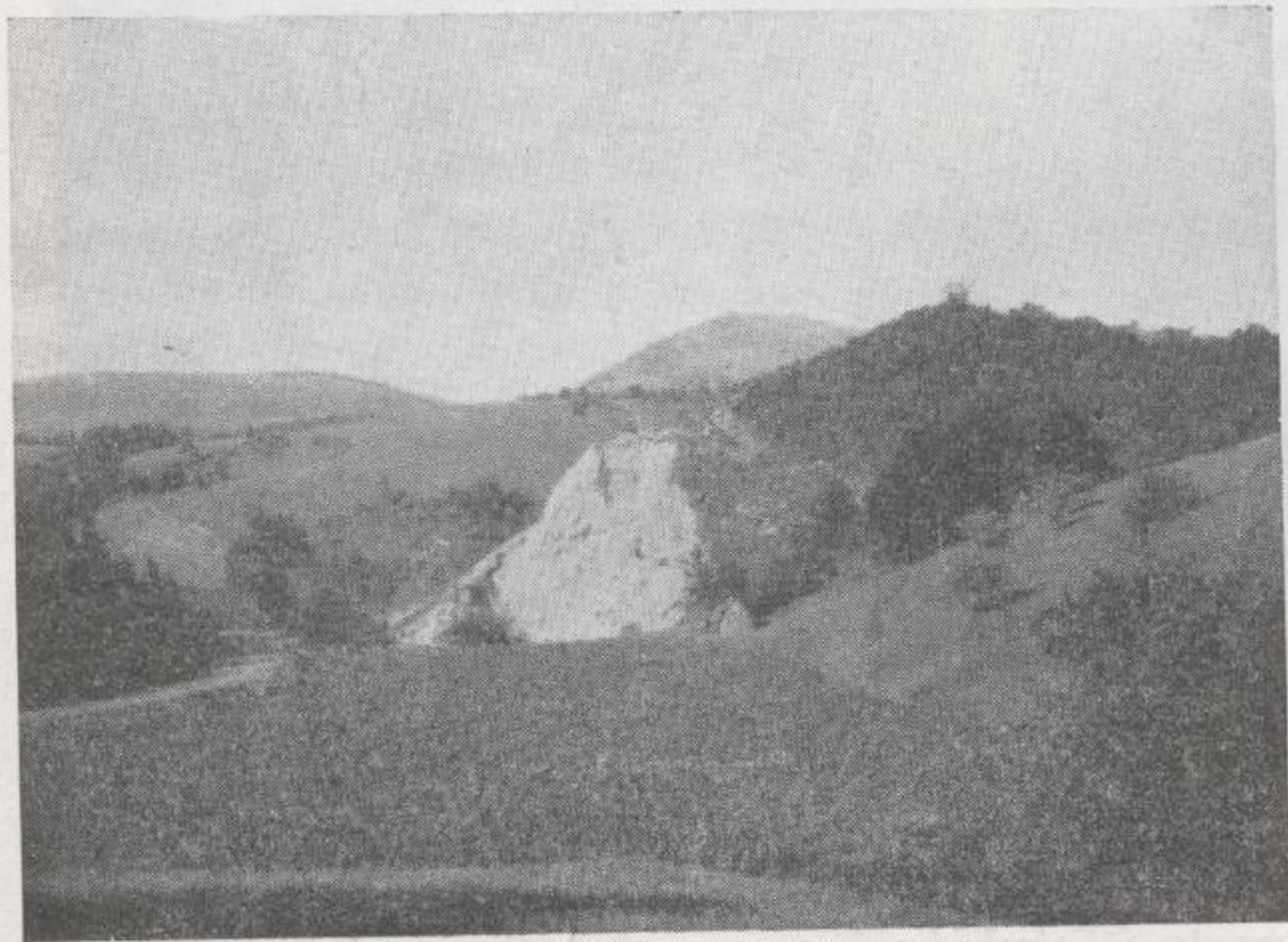


Fig. 1.—Aspecto de las calizas urgonienses que forman un «isleo tectónico» en las inmediaciones meridionales de Zaraus (Guipúzcoa).



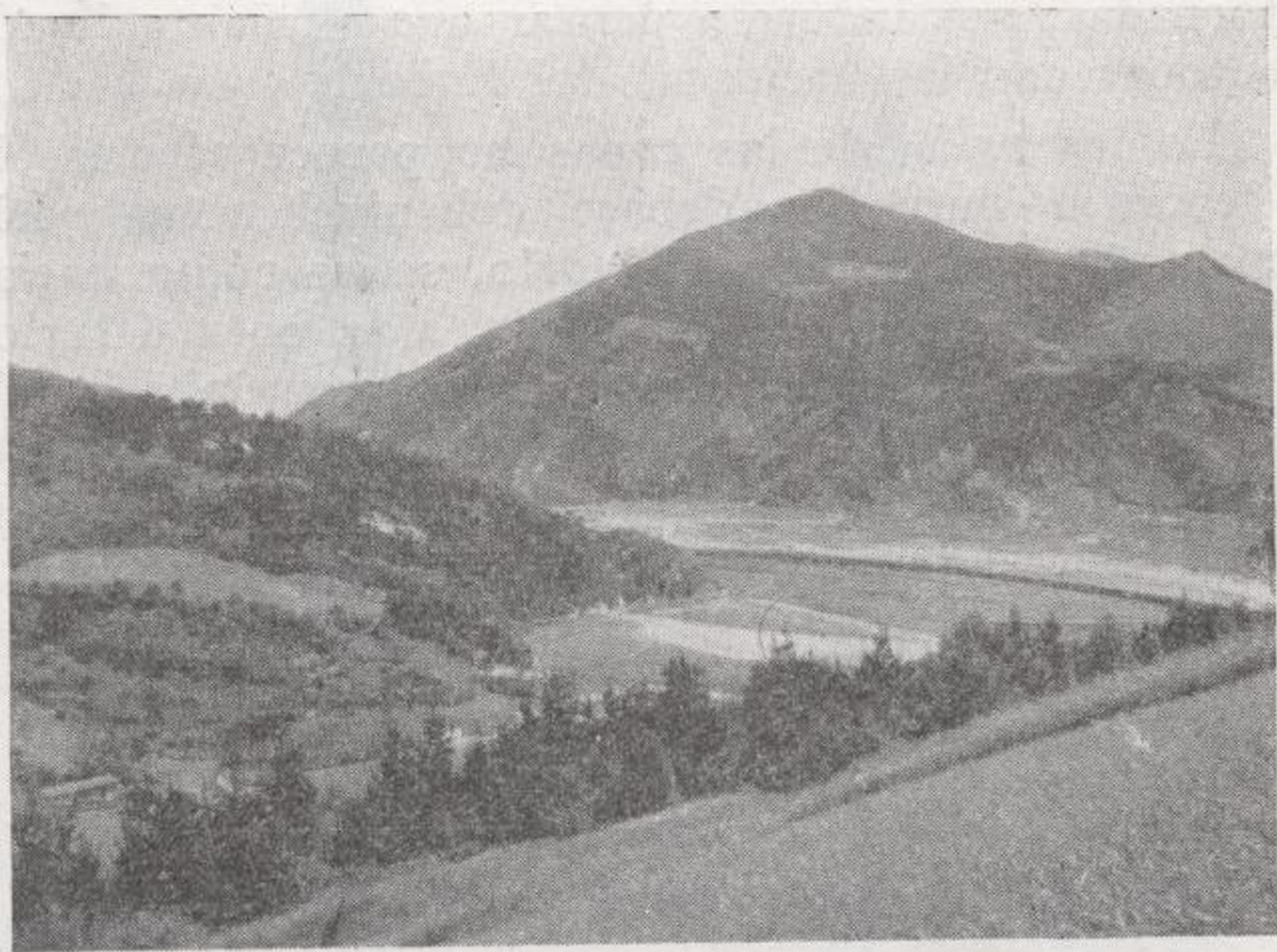


Fig. 2.—Desembocadura del río Orio. A la derecha (Este), la serie Eocena en disposición normal. A la izquierda (Oeste), la misma serie invertida.



Fig. 3.—El I. T. (islo tectónico), testigo del manto de corrimiento, situado a poco más de un kilómetro al sur de Zarauz.

En efecto, entre la ría de Orio y la desembocadura del río Urola, en Zumaya, la disposición de la cadena costera, con sus capas invertidas y trastornadas, nos induce a pensar que el manto llegó a topar con las areniscas del Eoceno.

La inversión de las capas no parece afectar al Terciario muy por debajo del nivel actual del mar. Así, en la playa de Orio, se ve cómo hacia la base de la serie, las capas a la cota del río tienden de nuevo a buzar nuevamente hacia el

norte. También las capas de la parte norte de la cadena terciaria, entre Guetaria y Zumaya, se encuentran en posición normal.

La disposición tectónica de inversión en la parte sur de la cadena terciaria parece obedecer al empuje del Manto de Corrimiento, cuyos efectos de compresión en el frente habrían sido relativamente superficiales debido al papel amortiguador de las margas del flysch Cretácico superior sobre las que se deslizó.

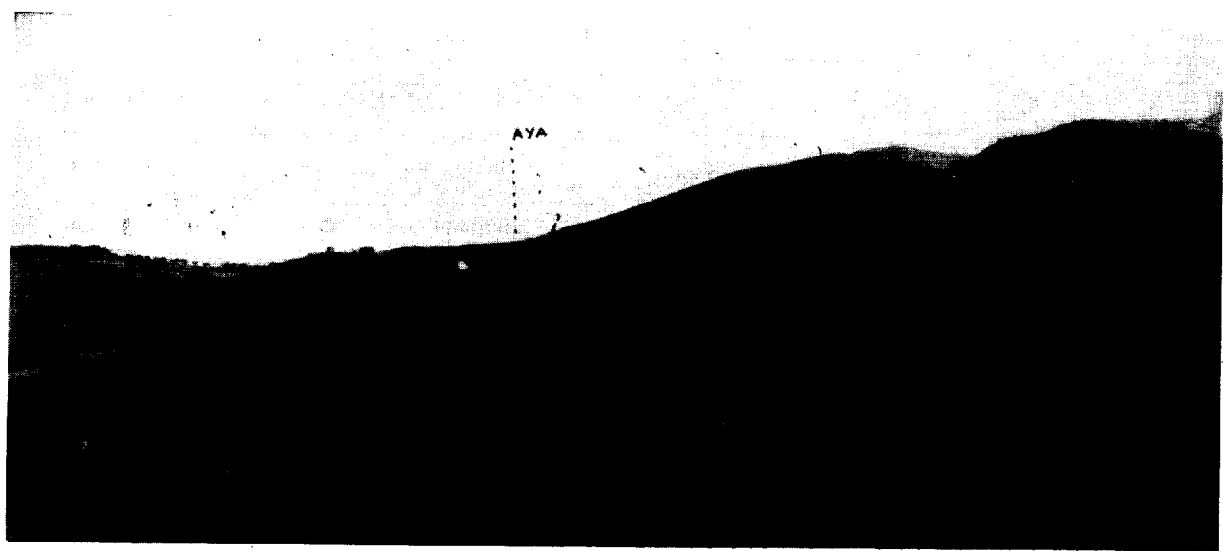
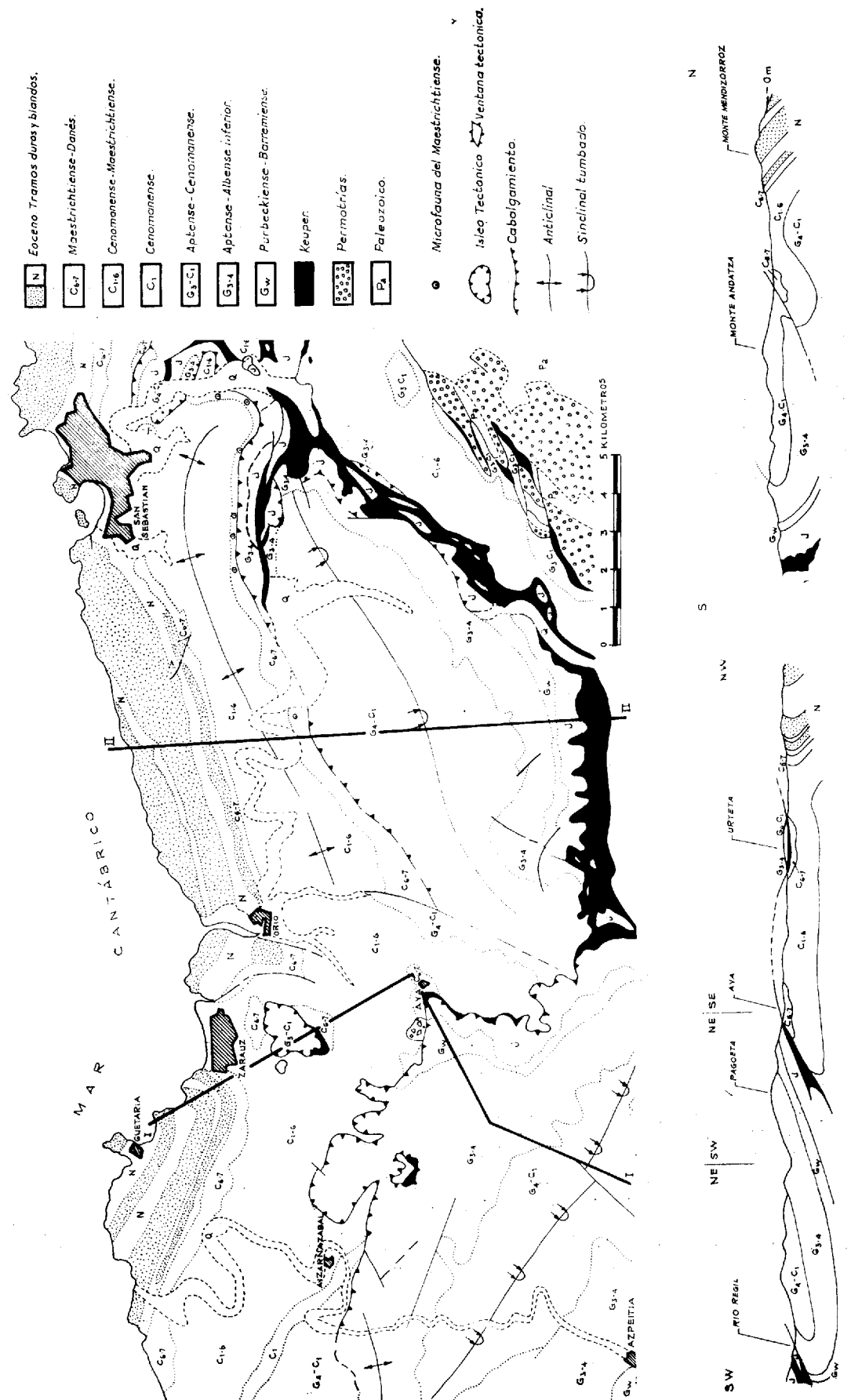


Fig. 4.—Frente actual del cabalgamiento en las inmediaciones de Aya. La serie cabalgada del Jurásico, Wealdense y Aptense sobremonta al flysch cretácico superior.





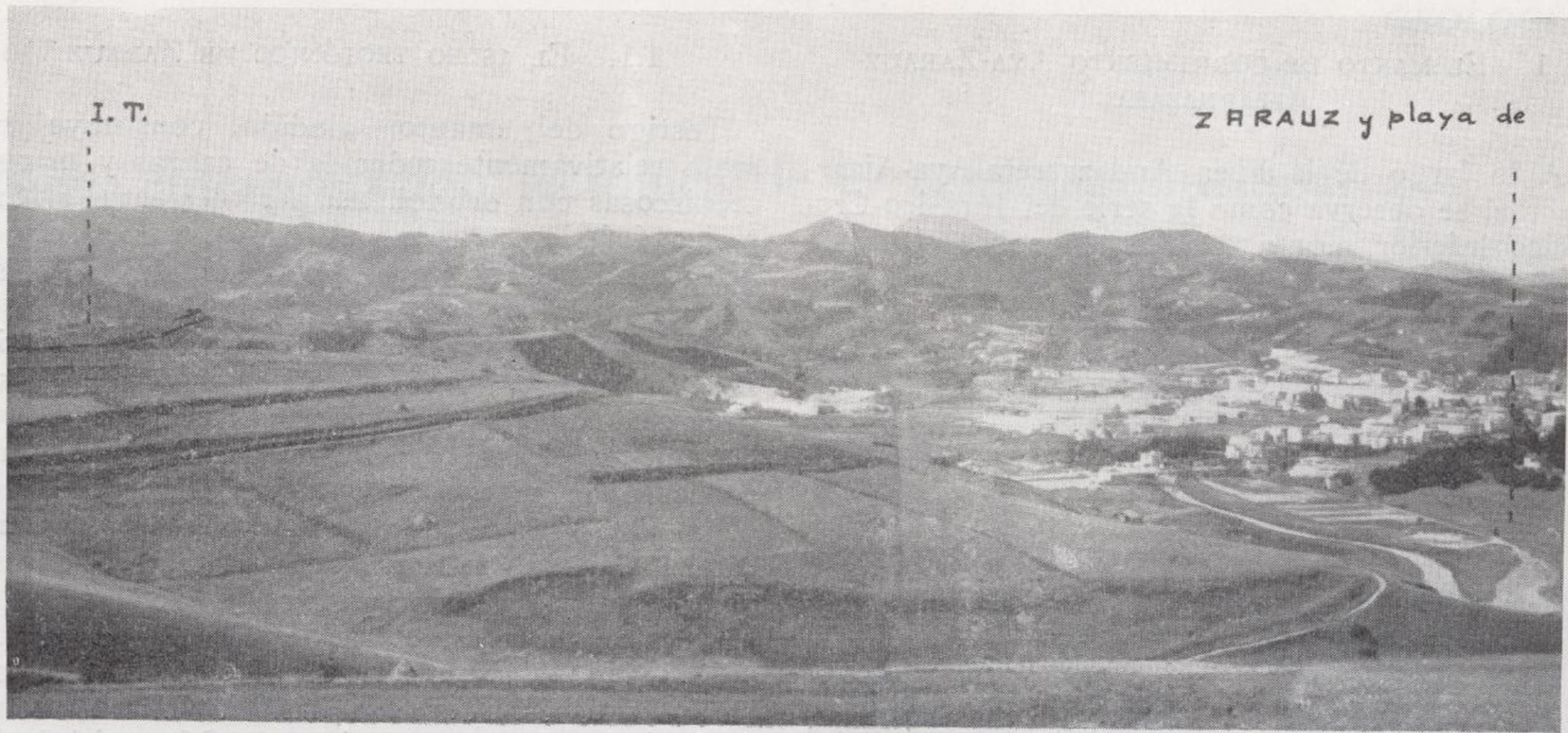


Fig. 3.—El I. T. (isleo tectónico), testigo del manto de corrimiento, situado a poco más de un kilómetro al sur de Zarauz.



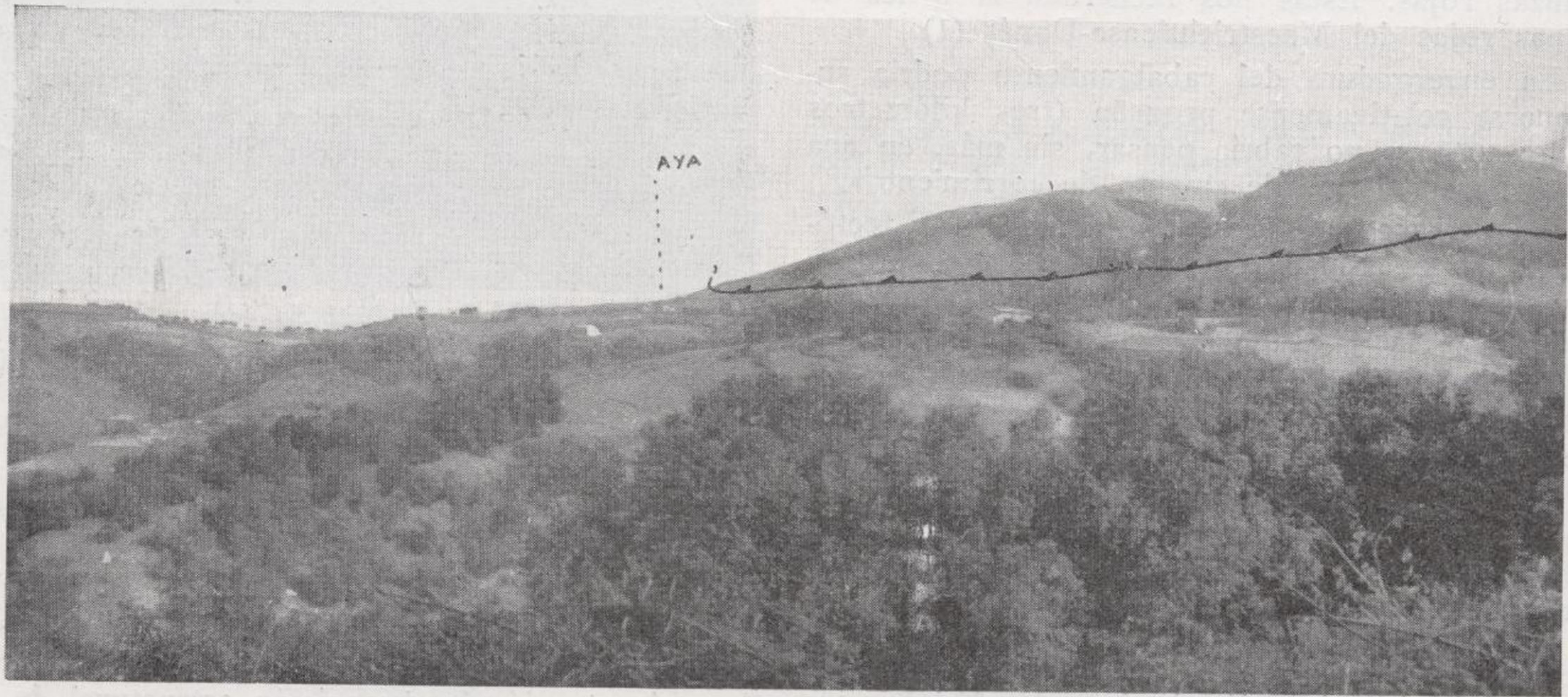


Fig. 4.—Frente actual del cabalgamiento en las inmediaciones de Aya. La serie cabalgada del Jurásico, Wealdense y Aptense sobremonta al flysch cretácico superior.

## 2. LA UNIDAD COSTERA

Denominamos «Unidad Costera» al conjunto terciario (Cadena Costera propiamente dicha) junto con el flysch Cretácico superior situado debajo e inmediatamente al sur del Terciario.

La «Cadena Terciaria Costera» (Paleoceno-Eoceno) constituye una masa rígida de areniscas y margas a veces con intercalaciones de calizas micriticas en el Paleoceno, que recuerdan aún el ambiente de sedimentación en el flysch cretácico superior.

El flysch cretácico superior «costero», comprende una serie monótona de micritas y biomicritas, arcillosas y limosas y, a veces, presencia de biosparruditas (clasificación según Folk). Están representados todos los pisos, desde el Cenomanense al Maestrichtiense, si bien difícilmente separables, a excepción de la transición al Terciario (Maestrichtiense-Danés), que contrasta del resto con la «facies de capas rojas».

## 2.1. Estructura de la «cadena terciaria»

Considerada en su conjunto, la Cadena Terciaria se presenta «festoneada u ondulada» durante su recorrido (40 kms.), entre Hendaya y Zumaya.

Aparte del festoneado general, que forma un arco de concavidad norte en Pasajes y otro de convexidad norte en San Sebastián, el repliegue lateral más llamativo lo encontramos en Zarauz. Allí, las capas de la base del Terciario, invertidas, que vienen con rumbo aproximado N120E. desde Zumaya, giran sobre sí mismas más de 180 grados hacia el Oeste. Estas capas, después de giradas, se internan en el mar con rumbo Noroeste-Sureste. Por otra parte, las capas del Eoceno que vienen de Orío a Zarauz, también invertidas, se sumergen en el mar hacia el Este-Noroeste (ver plano).

Si proyectamos bajo el mar las directrices de estas capas, se dibuja necesariamente un «repliegue lateral» tumbado hacia el Noroeste, con falla o sin falla, pero seguramente bastante fracturado en su charnela, lo que habría permitido una fácil y amplia erosión, que ha proporcionado la hermosa playa de Zarauz.

Las fracturas de distensión, probablemente sólo diaclasas (a excepción de en Orío donde la brusca inversión de la serie a partir de por encima del nivel del mar, necesitó el concurso de una falla de tijera) explican las discontinuidades geomorfológicas de la Cadena: ría de Pasajes, playa de San Sebastián, playa de Orío y desembocadura del río de este nombre, playas de Zarauz y de Zumaya. La erosión en estas «zonas de fractura» ha sido mucho más rápida que en el resto de la Cadena Terciaria.

## 2.2. Anticlinal costero entre Aya y Martutene

La «facies de capas rojas» (Maestrichtiense-Danés) forma el muro del Terciario de la Cadena Costera, donde estaban ya datadas con antelación por numerosos autores.

Bajo esta facies se sitúa el «flysch senonense». Al Sur del senonense y en contacto con el Cretácico inferior, aparece una nueva faja de margocalizas, parte rojo salmón, parte verdosas, que recuerdan por su color y litología, tanto al Cenomanense entre Deva y Aizarnazabal, como al Maestrichtiense-Danés, entre Irún y Zumaya. Este parentesco litológico no era suficiente para atribuir estas margocalizas al muro o al techo del flysch cretácico superior. Las observaciones de campo nos indujeron a sospechar la posibilidad de que estas margocalizas pertenecieran al Maestrichtiense, en lugar del Cenomanense, al que fueron atribuidas en cartografías anteriores (P. LAMARE, 1936; P. RAT, 1956).

Ante la duda, decidimos efectuar un intenso muestreo a lo largo de esta faja de margocalizas. Las muestras estudiadas en láminas delgadas en el laboratorio de Micropaleontología del Instituto Geológico y Minero, nos dan una edad Maestrichtiense (2).

En el plano adjunto, las muestras que han dado Maestrichtiense se sitúan con un círculo punteado en su centro.

Entre ambas bandas maestrichtienses, la «costera» y esta otra más meridional, aflora el Senonense. Por otra parte, no hay indicio, ni en campo ni en fotografía aérea, de falla o fallas que expliquen la repetición del Maestrichtiense. Además, ambas bandas se siguen hasta verlas cerrar piriencialmente por el Este, entre Martutene y San Sebastián.

En consecuencia, se «deduce» la existencia de un anticlinal costero en flysch cretácico superior. En su flanco norte estaría representado el Eoceno, mientras que en el sur el Eoceno faltaría, bien por erosión anterior o simultánea a los movimientos orogénicos, o lo que es más probable, porque no se depositara en dicho flanco.

Asimismo, se deduce, que el contacto Aptense-Albense al Sur de esta nueva faja maestrichtiense, es tectónico, de cabalgamiento del Cretácico inferior sobre el flysch cretácico superior.

Recibido el 10-XII-67.

(2) Un total de diecisiete muestras nos han dado en este tramo la siguiente asociación: Rugoglobigerina, Heterohelix, Globotruncana lapparenti, G. stuarti, G. coronata, G. arca, G. contusa, Rotalipora renzi, Hedbergella, Pithonella, Valvuliridos, Stomiosferas, Radiolarios, Ostracodos y espiculas.

## Estructuras de lavas almohadilladas en los basaltos de la provincia de Guipúzcoa. Precisiones acerca de la edad de las erupciones

por L. JEREZ MIR

## RESUMEN

Damos a conocer la presencia de estructuras típicas de las lavas almohadilladas en el flysch Cretácico Superior del Sinclinorio de Vizcaya en su parte correspondiente a la provincia de Guipúzcoa. Establecemos también ciertas precisiones en cuanto a la edad de las erupciones submarinas (Cenomanense-Maestrichtiense).

## SUMMARY

We give to know the occurrence of typical pillow-lavas basaltic structures in the upper cretaceous flysch of the big syncline of Vizcaya in its zone belonging to the Guipuzcoa Country. We also establish some determinations of the age these undersea lava flows (Cenomanian-Maestrichtian).

## ANTECEDENTES

En los primeros estudios geológicos sobre la provincia de Guipúzcoa, los basaltos submarinos inter-estratificados en el flysch cretácico superior pertenecientes al Sinclinorio de Vizcaya, fueron catalogados como ofitas.

Los autores más modernos (entre ellos P. LAMARE, 1936, y P. RAT, 1959), precisan con acierto la naturaleza de estas rocas básicas, definiéndolas como «basaltos espilíticos submarinos». Así, P. RAT en su tesis doctoral «Les pays crétaés Basco Cantabriques» (1959), distingue en el Sinclinorio de Vizcaya, entre otras masas de rocas básicas, las siguientes:

1. Filones de episienitas (sills) interestratificados en el Cenomanense.

2. Masas basálticas andesíticas, acompañadas de tufitas y escorias, en la región entre los ríos Urola y Deva (provincia de Guipúzcoa).

De acuerdo con nuestras observaciones de campo durante el «Estudio Geológico de la Provincia de Guipúzcoa», recientemente finalizado por el Departamento de Geología y Fotogeología del Ins-

tituto Geológico y Minero de España, se exponen aquí ciertas conclusiones sobre estos basaltos.

## EL FLYSCH DEL SINCLINORIO DE VIZCAYA

Los sedimentos en los que se interestratifican los basaltos submarinos en cuestión, corresponden al flysch superior del Sinclinorio de Vizcaya. Presentan una facies mixta entre el flysch cretácico superior de la región costera y el flysch surpirenaico, de la misma edad, presente en la parte media de Navarra y Alava.

Los sedimentos se depositaron durante la transgresión Cenomanense, que finalizó en el Maestrichtiense.

La litología de los mismos, de acuerdo con la clasificación de Folk, está constituida por una alternancia monótona de:

—Micritas arenoso-limosas con más o menos mica.

—Argilitas limosas, a veces con algo de arena y barro microcristalino de calcita.

La proporción arenosa se incrementa en la par-

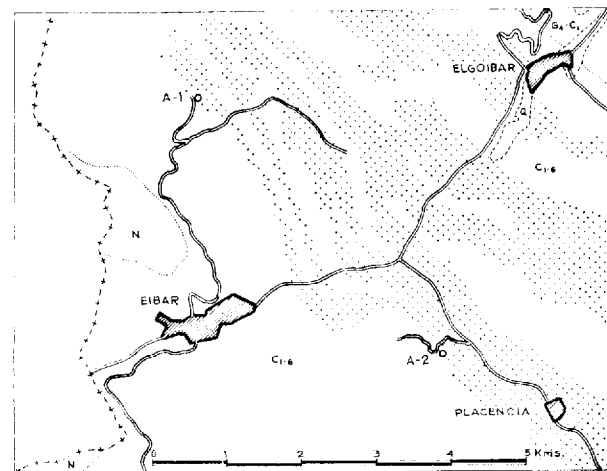


te superior de la serie, anunciando así un régimen más somero, que se va a instalar durante la regresión que se inicia en el Maestrichtiense.

#### LAS LAVAS ALMOHADILLADAS

Los basaltos espiliticos del Sinclinorio de Vizcaya, en Guipúzcoa, presentan una típica estructura de lavas almohadilladas («pillow lavas»). Hasta la actualidad, la estructura almohadillada no había sido definida en estos basaltos. No obstante, algunos afloramientos, como los citados en este trabajo, presentan la estructura almohadillada con tal claridad, que pueden considerarse como entre los mejores ejemplos conocidos en España. La frecuencia, extensión y potencia es muy conside-

ESQUEMA DE SITUACION DE LAS FOTOGRAFIAS (PUNTEADO= BASALTOS SUBMARINOS)



rable. Las coladas superan frecuentemente los 150 metros de potencia, y la decena de kilómetros en extensión.

Los basaltos fueron plegados con los sedimentos que los contienen, durante la orogénesis pirenaica. Cuanto más potentes, se comportaron con mayor rigidez respecto a la plasticidad del material sedimentario envolvente, fracturándose fácilmente ante los esfuerzos orogénicos. P. RAT (1959) definió estas lavas como «masas basálticas cortadas según prismas perpendiculares al plano de estratificación de la colada».

La mayor parte de estas diaclasas perpendiculares tienen para nosotros un significado meramente tectónico, posterior al enfriamiento de la colada.

La gran mayoría de estas lavas poseen estructuras almohadilladas y, en consecuencia, las diaclasas primarias de enfriamiento que les corresponden y que presentan, son radiales y concén-

tricas para cada «almohadilla» en particular, que enfrió con cierta independencia de sus vecinas.

P. RAT (1959) consideró que estas rocas de aspecto compacto se disgregan en «bolas» al meteo-



Fig. 1.—Afloramiento A-1, según el croquis adjunto, de basaltos espiliticos con estructura de «lavas almohadilladas».

rizar, tal como ocurre con el granito. Citaba, precisamente, el caso de los afloramientos de basalto en las proximidades de la Ermita de Nuestra Señora de Arrate (Eibar). Para nosotros dichas «bolas» tienen el claro significado de «almohadillas» perfectamente trabadas entre sí, amoldándose las de las capas superiores a las inferiores que enfriaron antes (fotografía núm. 1).

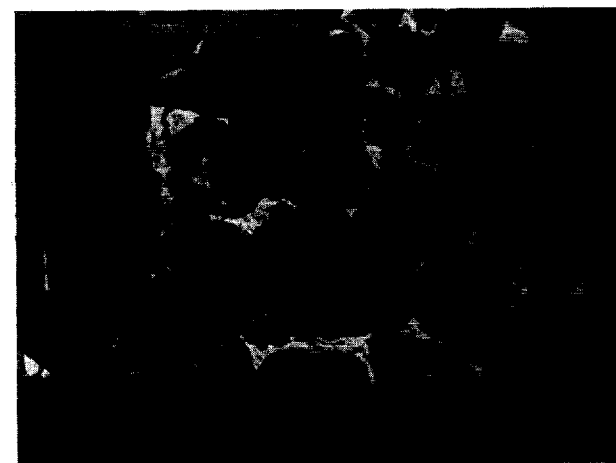


Fig. 2.—Afloramiento A-2. Magnífico ejemplo de la disposición almohadillada. El lado inferior de las almohadillas superiores se halla moldeado por la superficie superior de las situadas debajo. La calcita de entre las almohadillas es de origen secundario.

Las fotografías y el croquis adjunto muestran el aspecto y situación de unos afloramientos (A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>). Puede observarse cómo el lado inferior de las almohadillas superiores se halla moldeado por la superficie superior de las citadas debajo, tal como es clásico en este tipo de estructuras. Las hileras concéntricas (puntos blancos) representan capas de vacuolas y vesículas rellenas principalmente por calcita.

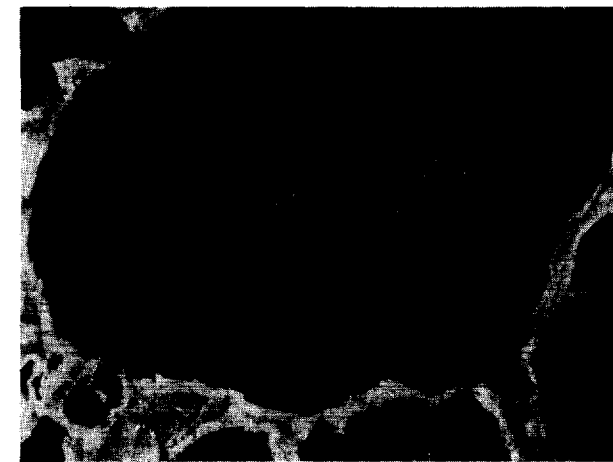


Fig. 3.—Detalle de la textura de una almohadilla de A-2. Puede observarse una concentración mayor de vacuolas en el centro de la almohadilla, así como la disposición de las mismas según superficies envolventes. Las vacuolas están rellenas fundamentalmente por calcita de origen primario.

La estructura en lava almohadillada (pillow lava) se formó en condiciones especiales de viscosidad, presión y temperatura, al entrar el magma básico en contacto con el agua del mar.

En la provincia de Guipúzcoa son también frecuentes los afloramientos de brechas volcánicas y cineritas.

En el Cenomanense, además de coladas submarinas hemos visto filones paralelos a la estratificación (sills), en los que la masa ígnea no alcanzó el dominio marino y, en consecuencia, no presentó estructura en almohadillas.

Los mejores afloramientos de lavas almohadilladas corresponden a los cortes de canteras y vías de comunicación, donde la roca se presenta fresca.

En el resto de las masas, la superficie meteorizada enmascara en parte la estructura, pero si observamos con detenimiento se puede configurar casi siempre la forma de algunas almohadillas.

Así, pues, estimamos que la mayor parte de las grandes masas de basaltos interestratificados en el flysch cretácico superior de la provincia de Guipúzcoa, si bien aparentemente forman una masa continua, realmente tienen una estructura interna de lavas almohadilladas más o menos simulada tras la acción de los agentes de meteorización.

#### EDAD DE LAS ERUPCIONES SUBMARINAS

Las primeras erupciones submarinas tuvieron lugar durante el Cenomanense, conforme ya anunció P. RAT (1959).

Diferimos, no obstante, del autor francés en cuanto al final de las erupciones.

Así, para P. RAT, las erupciones submarinas se extinguieron durante el Coniacense y posiblemente antes del Turonense, argumentando que las margocalizas de esta edad incluyen «restos rodados» y alterados de lavas subyacentes.

Sin embargo, las margocalizas del techo de la colada submarina más moderna de la Ermita de Nuestra Señora de Arrate, en la Venta de Usarza, que presenta una estructura típica de lavas almohadilladas bien coherentes y, por tanto, no pueden considerarse como restos rodados de lavas subyacentes, han sido datadas como Maestrichtiense (1).

Por tanto, estimamos que las erupciones comenzaron durante el Cenomanense, sobrepasaron el Senonense y se extinguieron probablemente durante los albores del Maestrichtiense.

(1) En efecto, las muestras estudiadas en lámina delgada por el Departamento de Micropaleontología del Instituto Geológico y Minero de España, han dado la siguiente microfaua:

Heterohelix striata, Valvulinidos, Rugoglobigerina, Globotruncanas y Pseudotextularia.

Recibido el 10-XII-67.





Fig. 1.—Afloramiento A-1, según el croquis adjunto, de basaltos espilíticos con estructura de «lavas almohadilladas».





Fig. 2.—Afloramiento A-2. Magnífico ejemplo de la disposición almohadillada. El lado inferior de las almohadillas superiores se halla moldeado por la superficie superior de las situadas debajo. La calcita de entre las almohadillas es de origen secundario.





Fig. 3.—Detalle de la textura de una almohadilla de A-2. Puede observarse una concentración mayor de vacuolas en el centro de la almohadilla, así como la disposición de las mismas según superficies envolventes. Las vacuolas están rellenas fundamentalmente por calcita de origen primario.



# Estudio de concentración de los minerales de hierro del Sureste de España.—Zona de Jerez de los Caballeros (Badajoz). Mina "Bernardo de Hoyos"

Por J. M. FERNANDEZ BECERRIL (1)

## RESUMEN:

Prosiguiendo el estudio sistemático de concentración de los minerales de hierro del Suroeste de España, que fue iniciado con los de la zona de Cala (Huelva) (2), presentamos en este trabajo el estudio de los de la zona de Jerez de los Caballeros (Badajoz), y dentro de ésta, los de la mina «Bernardo de Hoyos», de la Sociedad «Ferlo, S. A.» (3).

El objeto perseguido ha sido el de determinar las posibilidades de concentración de estos minerales y establecer el sistema de tratamiento más conveniente y los resultados que podrán obtenerse con su empleo.

El estudio se ha efectuado sobre los minerales de la parte alta del yacimiento, en los que la mineralización está integrada por magnetita, que es el mineral primario, y por martita y limonita, formadas como consecuencia del proceso de oxidación de aquélla.

En este trabajo se ha puesto de manifiesto la posibilidad de enriquecimiento de estos minerales por encima de las leyes exigidas por la Acción Concertada para la Minería de Hierro, pudiéndose obtener mediante procedimientos de concentración magnética y gravimétrica combinados, concentrados del 65 % Fe, prácticamente exentos de impurezas, con rendimientos del 75 al 80 %.

## OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto de este estudio ha sido el de determinar el sistema de concentración más conveniente para efectuar el enriquecimiento de los minerales de hierro de la mina «Bernardo de Hoyos», y obtener concentrados de calidad que constituyan una aportación al vasto proyecto de explotación de los minerales de hierro del Suroeste de España.

## LAS MUESTRAS

Las muestras sobre las que se ha efectuado este estudio han sido cuatro, siendo sus designaciones y pesos los siguientes:

Muestra	Peso
Zona 1. <sup>a</sup>	18 kg.
Zona 5. <sup>a</sup> «Albino»	26 »
Zona 5. <sup>a</sup> «Antonio»	19 »
Zona 6. <sup>a</sup>	25 »

Las muestras, corresponden a distintas zonas de la concesión y han sido tomadas en las labores de la actual explotación a cielo abierto, por lo que pueden tomarse como representativas del mineral de la parte alta del yacimiento.

Por esta razón, se ha procedido a unir el mineral de las cuatro muestras formando una sola, que es sobre la que se ha efectuado este trabajo.

El mineral viene en tamaños comprendidos entre cero y 200 mm.

(1) Ingeniero Jefe del Departamento de Preparación de Minerales del Instituto Geológico y Minero de España.

(2) Publicado en «Notas y Comunicaciones» del Instituto Geológico y Minero de España, núms. 97-98, mayo-junio 1967.

(3) Expresamos nuestro agradecimiento a la Sociedad por permitir la publicación de este trabajo efectuado por encargo suyo.

## ANÁLISIS QUÍMICO

El análisis químico, efectuado sobre muestra media tomada del conjunto del mineral recibido, ha dado el siguiente resultado:

	%
Fe ... ..	52,20
SiO <sub>2</sub> ... ..	14,83
CaO ... ..	0,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	3,96
MgO ... ..	0,78
S ... ..	0,03
As... ..	0,01
P ... ..	0,02

## COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

Según el estudio mineralográfico efectuado en el laboratorio de la especialidad, del Instituto Geológico, las especies ferríferas que integran el mineral son por orden de importancia: magnetita, martita y limonita.

La magnetita constituye el mineral primario del yacimiento, y como consecuencia del proceso de oxidación de las partes más superficiales de éste, se ha transformado progresivamente en martita y limonita. En profundidad la magnetita, a lo sumo algo martitizada, será el componente esencial de la mineralización como ocurre en otras minas de la misma provincia metalogénica.

La ganga se compone principalmente de muscovita y sericita, y de un material arcilloso de tamaño submicroscópico.

## GRADO DE MOLIENDA NECESARIO

La medición al microscopio del tamaño de grano de la magnetita acusa el siguiente resultado:

Tamaño mm.	%
0,057	2,4
0,114	14,7
0,171	16,6
0,228	23,6
0,285	21,8
0,342	20,9

Según estas mediciones, el tamaño «teórico» de liberación de la magnetita parece ser el de 0,25 milímetros.

El grado de molienda más conveniente para conseguir la liberación «práctica» de las especies

ferríferas que se desean concentrar es, según los ensayos efectuados, el que corresponde a la siguiente granulometría:

Tamaño mm.	Peso %
+ 0,25	1,50
+ 0,20	7,00
+ 0,15	9,00
+ 0,10	24,25
+ 0,05	20,00
— 0,05	38,25
	100,00

Este grado de molienda puede conseguirse fácilmente, pues el mineral presenta escasa dureza y cohesión, como consecuencia de la alteración sufrida en el proceso de oxidación a que ha estado sometido.

El empleo de molineras más finas no es aconsejable, pues, como puede verse por los resultados obtenidos en los ensayos de concentración que se incluyen más adelante, no permite mejorar la ley y da lugar a pérdidas por la mayor proporción de finos que escapan con el estéril.

## ENSAYOS DE CONCENTRACIÓN

De acuerdo con la composición mineralógica y las propiedades físicas de la mineralización, el sistema que en principio cabe emplear para efectuar la concentración del mineral ha de ser fundamentalmente el de separación magnética, para la concentración de la magnetita, y el gravimétrico para la concentración de las especies no magnéticas.

Para la concentración de estas últimas podría emplearse la flotación, pero lo delicado de este sistema, su mayor coste y su dudosa eficacia a causa de la naturaleza arcillosa del mineral, no lo hacen aconsejable.

Para determinar los resultados que podrán obtenerse con el empleo de procedimientos de concentración magnética y gravimétrica, se ha efectuado una serie de ensayos procediendo en la forma que se indica seguidamente:

### Ensayos de concentración magnética

Dado que el 57 por 100, aproximadamente, del hierro contenido en el mineral viene en forma de especies magnéticas, según se ha podido comprobar experimentalmente, el principal sistema de concentración a emplear deberá ser el de separa-

ción magnética, y por ello, y al objeto de determinar su eficacia, se ha procedido a efectuar diversos ensayos empleando distintos grados de molienda y haciendo variar las condiciones del proceso.

Los ensayos de concentración se han efectuado utilizando una separadora magnética de tambor, con electroimanes de intensidad regulable, para trabajar en húmedo.

La operación de concentración se ha llevado a cabo partiendo del mineral molido en molino de bolas en húmedo. Se ha efectuado mediante la separación magnética en tres pasadas sucesivas, la primera de desbaste y las otras dos de afino del concentrado.

De todos los ensayos efectuados damos a continuación los resultados de los dos que consideramos como más representativos de lo que cabe esperar con el empleo de este sistema.

*Ensayo «A»*

Molienda: menor de 0,15 mm.  
Regulación de la separadora:  
Velocidad periférica: 62,8 m/minuto.

	1.ª pasada	2.ª pasada	3.ª pasada
Amperaje en electroimanes...	3 a.	2,3 a.	1,9 a.
Separación tambor canal...	5 mm.	10 mm.	10 mm.

Productos	Peso %	Fe %	Rendimiento %
Concentrado	23,70	67,44	31,12
Mixtos 3.ª pasada	11,00	63,70	13,64
Mixtos 2.ª pasada	11,15	52,90	11,48
Estéril 1.ª pasada	54,15	41,50	43,76
	100,00	51,36	100,00

Si se une el concentrado y los mixtos de la 3.ª pasada, lo que equivale a suprimir esta operación, se obtiene un concentrado con un peso de 34,70 por 100 una ley de 66,25 por 100 Fe y un rendimiento de 44,77 por 100.

*Ensayo «B»*

Molienda: menor de 0,25 mm.  
Regulación de la separadora:  
Velocidad periférica: 62,8 m/minuto.

	1.ª pasada	2.ª pasada	3.ª pasada
Amperaje en electroimanes...	3 a.	3 a.	3 a.
Separación tambor canal...	5 mm.	5 mm.	10 mm.

Productos	Peso %	Fe %	Rendimiento %
Concentrado	32,60	67,21	41,71
Mixtos 3.ª pasada	5,55	58,75	6,20
Mixtos 2.ª pasada	11,30	52,68	11,35
Estéril 1.ª pasada	50,55	42,34	40,74
	100,00	52,52	100,00

En el caso de suprimir la 3.ª pasada se obtiene un concentrado con un peso de 38,15 por 100 una ley de 65,97 por 100 Fe y un rendimiento de 47,91 por 100.

La comparación de estos ensayos indica la conveniencia de emplear moliendas algo gruesas e intensidades de campo magnético elevadas para conseguir, a igualdad de calidad de los concentrados, un mayor rendimiento.

El grado de molienda a emplear debe ser suficiente para liberar las especies ferríferas de la ganga, pero no la de éstas entre sí para aprovechar el magnetismo de los mixtos de estas especies y conseguir la recuperación de una parte de las que no son magnéticas.

*Ensayos de concentración gravimétrica*

Para efectuar la concentración del hierro no magnético contenido en el mineral, se ha ensayado el empleo de procedimientos gravimétricos, partiendo del estéril y los mixtos de la 2.ª pasada de los ensayos «A» y «B» de la concentración magnética.

A causa de la finura del mineral, los ensayos se han efectuado en mesa Wilfley y la operación se ha realizado mediante un desbaste y un posterior lavado.

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

*Ensayos «C»*

La alimentación se compone del estéril y los mixtos de la 2.ª pasada del ensayo «A».

Productos	Peso %	Fe %	Rendimiento %
Concentrado	21,71	65,50	32,60
Mixtos	6,83	53,11	8,32
Estéril	20,85	43,08	20,56
Lamas	50,61	33,21	38,50
	100,00	43,63	100,00

Uniéndolo el concentrado y los mixtos se obtiene un producto con un peso de 28,54 por 100, una ley de 62,54 por 100 Fe, y un rendimiento de 40,92 por 100.

*Ensayo «D»*

La alimentación se compone del estéril y los mixtos de la 2.ª pasada del ensayo «B».

Productos	Peso %	Fe %	Rendimiento %
Concentrado	33,85	64,28	48,73
Mixtos	3,94	50,17	4,42
Estéril	19,18	36,32	15,60
Lamas	43,03	32,40	31,25
	100,00	44,64	100,00

Si se une el concentrado y los mixtos, se obtiene un producto con un peso de 37,79 por 100, una ley de 62,82 por 100, y un rendimiento de 53,15 por 100.

Como se ve, la concentración gravimétrica permite la obtención de concentrados de ley comercial, aunque con rendimientos bajos debidos a las pérdidas de las partículas más finas que son arrastradas con las lamas, de tipo arcilloso, muy abundantes en el mineral.

La comparación de resultados de ambos ensayos indica la conveniencia de emplear moliendas algo gruesas, ya que a igualdad de ley de los concentrados, los rendimientos son mejores por la menor pérdida de finos.

*Balace de los ensayos de concentración magnética y gravimétrica combinados*

Refiriendo al todo-uno los resultados obtenidos en los ensayos de concentración magnética y gravimétrica, se llega al siguiente balance para la operación conjunta de los dos sistemas.

*Ensayos «A» y «C»*

Productos	Peso %	Fe %	Rendimiento %
Concentrado magnético	34,70	66,25	44,76
Concentrado gravimétrico	18,64	62,54	22,06
Estéril y lamas	46,66	36,08	32,64
	100,00	51,48	100,00

Uniéndolo los dos concentrados se obtiene un concentrado final con un peso de 53,34 por 100, una ley de 64,95 por 100 Fe, y un rendimiento de 67,36 por 100.

*Ensayos «B» y «D»*

Productos	Peso %	Fe %	Rendimiento %
Concentrado magnético	38,15	65,97	47,91
Concentrado gravimétrico	23,36	62,82	27,63
Estéril y lamas	38,49	33,60	24,41
	100,00	52,78	100,00

La unión de los dos concentrados da un producto con un peso de 61,51 por 100, una ley de 64,78 por 100 Fe, y un rendimiento de 75,59 por 100.

COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CONCENTRADOS

El análisis químico efectuado sobre una mezcla de los concentrados magnéticos y gravimétricos obtenidos en los ensayos «C» y «D» ha dado el siguiente resultado:

Fe...	65,18 %
SiO...	4,63 %
CaO...	No se aprecia
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	0,53 %
MgO...	No se aprecia
S...	0,02 %
As...	Indicios
P...	0,02 %

Como se ve, la calidad de los concentrados es buena, tanto por su ley en hierro como por carecer prácticamente de impurezas.

La granulometría del concentrado es la siguiente:

Tamaños mm.	Peso %
+ 0,25	1,6
+ 0,20	3,6
+ 0,15	10,0
+ 0,10	29,0
+ 0,05	37,0
- 0,05	18,8
	100,0



Las proporciones de hierro «magnético» y «no magnético» contenidas en el concentrado son las siguientes:

Hierro «no magnético» .....	36.63 %
Hierro «magnético» .....	63.38 %
	-----
	100.00

#### CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente expuesto se deducen las siguientes conclusiones:

1.ª El mineral estudiado corresponde a la parte alta del yacimiento y la mineralización se compone de: magnetita, martita y limonita, las dos últimas formadas por oxidación de la magnetita, que es la especie primaria del yacimiento.

La ganga, eminentemente silicea, está compuesta de moscovita, sericita y un material arcilloso.

2.ª De acuerdo con la composición y propiedades de la mineralización, los sistemas a emplear para concentrar el hierro deberán ser el de separación magnética y el gravimétrico combinados.

3.ª El grado de molienda más conveniente para liberar las especies ferríferas de la ganga es el de 0,25 mm.

Para liberar las especies ferríferas entre sí sería preciso ir a molindas finas, pero no lo consideramos conveniente por las mayores pérdidas que se producirían en ambos sistemas de concentración, principalmente en el gravimétrico, como se ha podido comprobar experimentalmente.

4.ª La concentración magnética es más eficaz que la gravimétrica y permite obtener concentrados de mayor ley.

La recuperación del hierro magnético es aproximadamente del 80 por 100.

5.ª La concentración gravimétrica permite obtener concentrados comerciales, pero el rendimiento de la operación es bajo, aproximadamente el 50 por 100, a causa de las pérdidas en los finos.

El empleo de espirales Humphreys en lugar de mesas probablemente mejorará estos resultados.

6.ª En la práctica, y con una regulación afinada de los sistemas de concentración, se podrán obtener concentrados de calidad con un rendimiento ponderal del 64 por 100, una ley de 65 por 100 Fe, y una recuperación del 80 por 100.

7.ª Si como es de esperar, la mineralización, una vez pasada la zona de oxidación, llega a ser exclusivamente de magnetita, como ocurre en otras minas de la zona, el único sistema de concentración a emplear será el magnético y los resultados que podrán obtenerse serán superiores a los indicados.

## Aportación al conocimiento geológico-minero de la Sierra de Gádor en las proximidades de Berja (Almería)

por A. QUESADA GARCIA y J. A. ESPEJO MOLINA

#### RESUMEN

El trabajo pretende ser una aportación que amplíe los conocimientos que actualmente se tienen sobre la Sierra de Gádor (Almería).

Una parte del mismo se refiere a ideas e hipótesis de formación sobre la roca conocida con el nombre de «franciscana» y génesis de los criaderos de plomo-fluorita, atribuyéndoseles un origen común en que intervienen los procesos sedimentario, diagenético y tectónico, y que, como toda hipótesis, aunque basada en observación directa e interpretación subjetiva, es susceptible de cambio o modificación.

Una segunda parte la constituye el estudio de una secuencia lito-estratigráfica, cuya descripción detallada creemos puede ser de utilidad a los estudiosos de esta zona.

#### HIPÓTESIS PREVIAS SOBRE GENESIS DE LA ROCA DOLOMITICA DENOMINADA FRANCISCANA Y DE LOS CRIADEROS DE PLOMO-FLUORITA DE UNA ZONA DE SIERRA DE GADOR (ALMERIA).

#### INTRODUCCIÓN

Con motivo de realizar una investigación minera en la concesión «18 de Diciembre» (Sierra de Gádor, Berja, Almería), que amablemente encargó a nuestro Departamento de Investigación Minera la Sociedad Minera, estamos efectuando unos trabajos geológicos-mineros en dicha concesión, que han conducido a una serie de hipótesis o ideas que creemos pueden ser de interés, a la vez que a una ampliación al conocimiento de la secuencia estratigráfica de la Sierra de Gádor. Agradecemos sinceramente la colaboración prestada por el personal de las distintas secciones del I. G. M. E., tanto en lo que se refiere a su trabajo por nosotros solicitado, como a las diversas sugerencias que se nos han hecho.

Agradecemos especialmente su interés y sus observaciones al Dr. Bernardo García Rodrigo, de la División de Estudios Geológicos del I. G. M. E., al Dr. Ing. Tirso Febrel, Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y jefe del Departamento de Petrografía del Instituto Geológico y Minero de España, así como al doc-

tor D. José María Fontboté, Catedrático de la Universidad de Granada y al Dr. Ing. D. Jorge Doestch, Catedrático de la E. T. S. de Ingenieros de Minas y Jefe de la División de Minería del I. G. M. E.

#### SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de observación es muy reducida; se trata de la concesión anteriormente mencionada, que la Sociedad Minera prepara actualmente para una futura explotación. El área está ubicada en la Sierra de Gádor, al E. de Berja (Almería) (fig. 1).

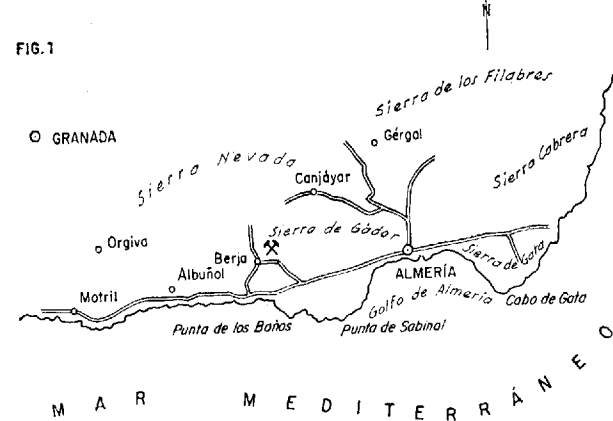
El yacimiento, explotado de antiguo por plomo, presenta unas escombreras ricas en fluorita que están siendo explotadas actualmente en lavaderos de flotación.

#### AMBITO GEOLÓGICO

La zona en estudio forma parte de la región natural denominada Sierra de Gádor, integrada en las

cordilleras alpinas en el dominio bético. Sus materiales están constituidos esencialmente por dolomías y calizas, con algunos episodios arcillosos y brechosos, pertenecientes todos ellos al Triás Medio Superior. En este medio encajan los yacimientos de plomo y fluorita, que se distribuyen en esta Sierra de Gádor.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA ESTUDIADA



Los movimientos alpinos han dejado su profunda huella en la disposición estructural de los materiales.

ÁMBITO MINERO

La observación de las antiguas explotaciones mineras hace concluir que el mineral de plomo y fluorita se encuentra siempre en el seno de un paquete dolomítico oscuro y, en general, dentro de capas dolomíticas acebradas.

En algunas zonas encontramos un «muro» junto a la zona mineralizada, aunque no inmediatamente adyacente, constituido por dolomías negras de morfología ondulante, de capas de potencia entre los 8 y 20 o más centímetros, con intercalaciones arcillosas rojizas. En otras áreas, este muro aparente parece haber sufrido, en estado no consolidado, movimientos que han falseado la alternancia, ofreciendo un aspecto masivo, negruzco, con intercalaciones desordenadas, laminares e interrumpidas, de dicha arcilla rojiza.

El mineral se presenta unas veces en forma de alternancias —fajeado—, con dolomía negruzca en estructura estratiforme, aunque no continuada. Otras, en dolomía negruzca de aspecto compacto, diseminado por el seno de la roca o formando pequeñas concentraciones.

La fluorita y el plomo rellenan otras veces zonas aparentes de cizallamiento, paralelas, o casi, a la estratificación, a manera de inyección tónica.

Hay zonas de brecha, con elementos de dolomía oscura y acebrada, que rellenan sus huecos con mineral. Cuando una falla corta estas zonas, la mineralización se extruye por aquélla.

Las mineralizaciones existentes en fracturas deben corresponder, según nuestro criterio, a removilización del mineral a causa de una tectónica violenta, posterior a la concentración del mismo, que obligó a éste a extruirse a favor de las fracturas.

ROCA FRANCISCANA O ACEBRADA

Está formada por dolomías oscuras con bandas alternativamente oscuras y blanquecinas, de espesor variable entre algunos milímetros y varios centímetros, que normalmente son paralelas a la estratificación o ligeramente oblicuas a la misma.

En general, las fajas negruzcas están constituidas fundamentalmente por dolomía con algo de materia orgánica, pudiendo existir también fluorita oscura; las fajas blanquecinas están constituidas esencialmente por dolomita cristalizada y, a veces, por fluorita. En algunos fajeados se halla galena junto con fluorita. Pueden existir otros elementos accesorios.

HECHOS OBSERVADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Entre otros hechos observados, los que a continuación se reseñan pueden agruparse en cuan-



Fluorita relleno una zona brechosa de cizallamiento. Posible extrusión sólida. Horizonte superior acebrado dolomítico. (Socavón Benito.)

to a características de composición mineralógica, textura, estructura y de orden estratigráfico y tectónico.

1. Composición mineralógica

Aparte de otros carbonatos se encuentran dolomías negruzcas, a veces fétidas, aparentemente estériles, con diseminación en su masa microcristalina de plomo, estroncio, zinc, mercurio y fluo-

rita, muy superior a la concentración normal en este tipo de rocas. Con objeto de establecer una comparación entre el orden de concentración normal de algunos de estos minerales en rocas carbonatadas y la concentración hallada en muestras de rocas en la zona que nos ocupa, se inserta un cuadro a tal efecto (ver cuadro I).

CUADRO I

Concentraciones normales de Sr., Pb., Zn. y Hg. en rocas carbonatadas, (en p. p. m).

	Sr.	Pb.	Zn.	Hg.
Según Null ...	425 765			
En el Sur de Lapona ...	850			
En calizas ordovicienses...			50	
Según Haukes y Webb ...			4-20	
Según Stock y Cucuel ...				0,033
Según Hawkes y Webb ...				0,03
Según Goldschmidt ...		5-10		
Según Siebenthal ...		32,6		
Según Forehammer ...		20		
Según Hawkes y Webb ...		5-10		
Otros autores ...	610	9		
<i>Concentraciones halladas en diversas muestras de rocas carbonatadas en el área de estudio, para los mismos elementos:</i>				
MN-26 ...	1.500	200	100	
MN-28 ...	1.500	100	100	
MN-252...			2.900	
MN-276...			6.600	
MN-296...	100		300	
MN-325...		400	300	
MN-348...	1.500		300	
MN-374...	400	400	1.500	
MN-73 ...	300	200		
MN-217...	400	100	2.000	
MN-8 ...	200			
MN-84 ...	300			
MN-250...	200	400	1.000	
MN-220...	200		2.000	
MN-311...	400	200	1.500	
MN-2 ...				50
MN-3 ...				Más de 400
MN-4 ...				0,4
MN-5 ...				108
MN-8 ...				1,46
MN-10 ...				15
MN-13 ...				4
MN-14 ...				2,50
MN-19 ...				5
MN-26 ...				10
MN-30 ...				7,50
MN-34 ...				12,20





Fluorita relleno una zona brechosa de cizallamiento  
Posible extrusión sólida. Horizonte superior acebrado dolo-  
mítico. (Socavón Benito.)



2. Características texturales

El tamaño de grano de la mayoría de las rocas carbonatadas se halla dentro de la clase «lutitas», es decir, menores de 60 micras. En general, puede decirse que tales rocas corresponden a sedi-



Fluorita «inyectándose» en fracturas entre dolomías acebradas. El fajeado está distorsionado tectónicamente. (Labores viejas del socavón Maldonado Nuevo.)

mentos de tamaño de grano muy fino, micrítico, de 1 a 5 micras. Aunque el material se presenta actualmente con una posible recrystalización, cabe suponer que en su origen se trataba de un sedimento depositado libremente en forma de barro microcristalino.

3. Características estructurales

Observación de estratificación cruzada en material dolomítico oscuro.

Zonas brechoides con elementos dolomíticos negros y afranciscanados, con un cemento fundamentalmente fluorítico, en el cual existe asimismo galena.

Zonas brechoides con los mismos elementos carbonatados, con cemento calizo-arcilloso.

4. Caracteres estratigráficos

Potencia del paquete calizo-dolomítico del Triás Medio Superior, que posiblemente no rebase los 500 metros.

Es conveniente señalar la existencia de yesos en el socavón «Benito», así como en otras zonas

próximas. Estos yesos ocupan una posición estratigráfica inferior al paquete calizo-dolomítico, aunque en el socavón «Benito» aparecen ocupando un nivel superior al que les corresponde, debido a una extrusión por causas de índole tectónica.

5. Caracteres tectónicos

Los elementos estructurales observados son numerosos y de diversa significación tectónica. Tales elementos son los siguientes:

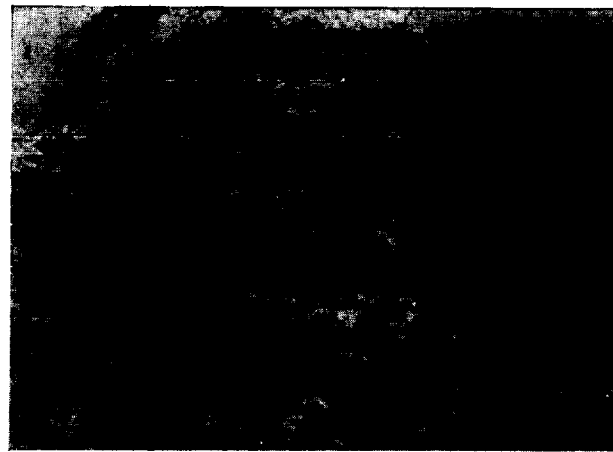
Estructuras de tipo brechoide en horizontes independientes, a consecuencia de esfuerzos de cizallamiento en el paquete de dolomías.

Grietas longitudinales centrales, semiabiertas en las fajas dolomíticas blancas, en la roca acebrada o franciscana, con aparente cristalización de la dolomita hacia el centro de las grietecillas.

Frecuentes fenómenos de «boudinage» muy aparentes, los cuales no se pueden producir si no existe una fuerte carga compresiva normal a las capas, y que constituyeron uno de los puntos considerados interesantes para el origen y desarrollo de nuestras ideas.

Zonas de dolomía negra con fluorita fajeada (y galena), concordante con la estratificación.

Zonas de dolomías grisáceas en las que existen vetillas rellenas de material calcítico, las cuales se hallan ordenadas de acuerdo con una dis-



Fajeado con dolomía negruzca, fluorita y galena (algo de cinabrio). (Labores nuevas de Maldonado Nuevo.)

posición preferente, quizá debidas al efecto de esfuerzos cizallantes.

Zonas de «franciscana» en que las fajas de dolomía negra se hallan rotas, desplazadas y a veces giradas, al parecer por presiones oblicuas.

Zonas de franciscana, que posiblemente hallan

sufrido movimientos ulteriores en estado no completamente litificado.

Grietas próximas a zonas de concentración de fluorita, con intrusión de ésta a favor de las primeras.

Fracturas que cortan la zona mineralizada, a favor de las cuales la fluorita y la galena han «emigrado» (con concentración mayor de cinabrio).

Apilamiento de capas y paquetes, con inversiones en los mismos.

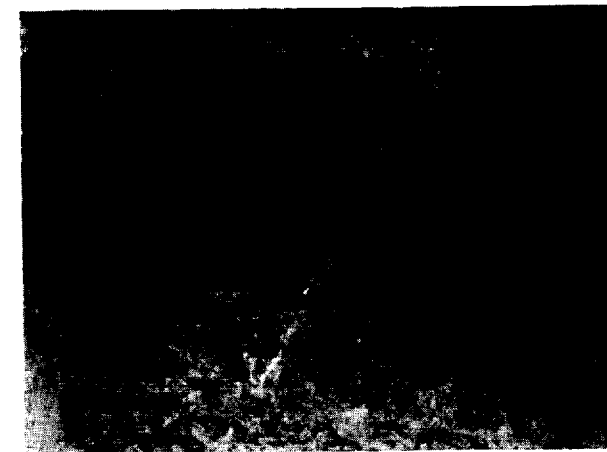
Presencia del manto del «Bético de Málaga» y, posiblemente, otras unidades alóctonas en zonas próximas.

Existencia de cierto metamorfismo en los contornos del material «abudinado» (1).

HIPÓTESIS PREVIAS DEDUCIDAS DE LOS DATOS ANTERIORMENTE EXPUESTOS

El área de estudio está integrada por materiales sedimentarios carbonatados correspondientes a una etapa del Triás Medio y Superior.

Atendiendo a las características de estas rocas, tanto en el orden mineralógico, como de textura

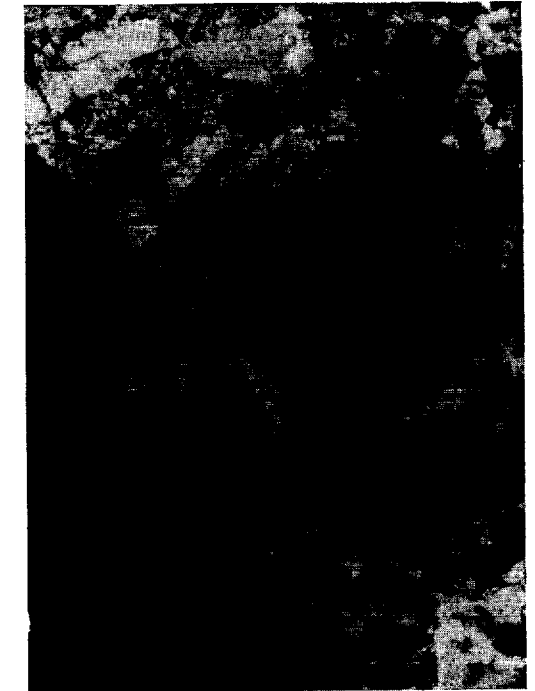


Roca acebrada gruesa, que ha sufrido posteriores movimientos cizallantes con fuerte carga compresiva. (Socavón Benito.)

y estructural-sedimentario, se deducen unas condiciones ambientales de tipo marino como medio de sedimentación, y aún más, como una zona marina de plataforma continental, en la que el nivel medio de energía mecánica era débil; por tanto, ha de pensarse que se trata de las correspondientes a un ambiente restringido de deposición sedi-

(1) Llamamos así a las rocas que han sufrido el fenómeno de «boudinage».

mentaria. La cantidad de materia orgánica apreciada en la composición de estas rocas, hace suponer una cuenca (o cuencas en las que se ha experimentado una compartimentación precoz) totalmente cerrada en su fondo y comunicada con el mar abierto mediante un umbral, posiblemente de muy escasa profundidad, que trae como consecuencia la formación de un ambiente reductor;



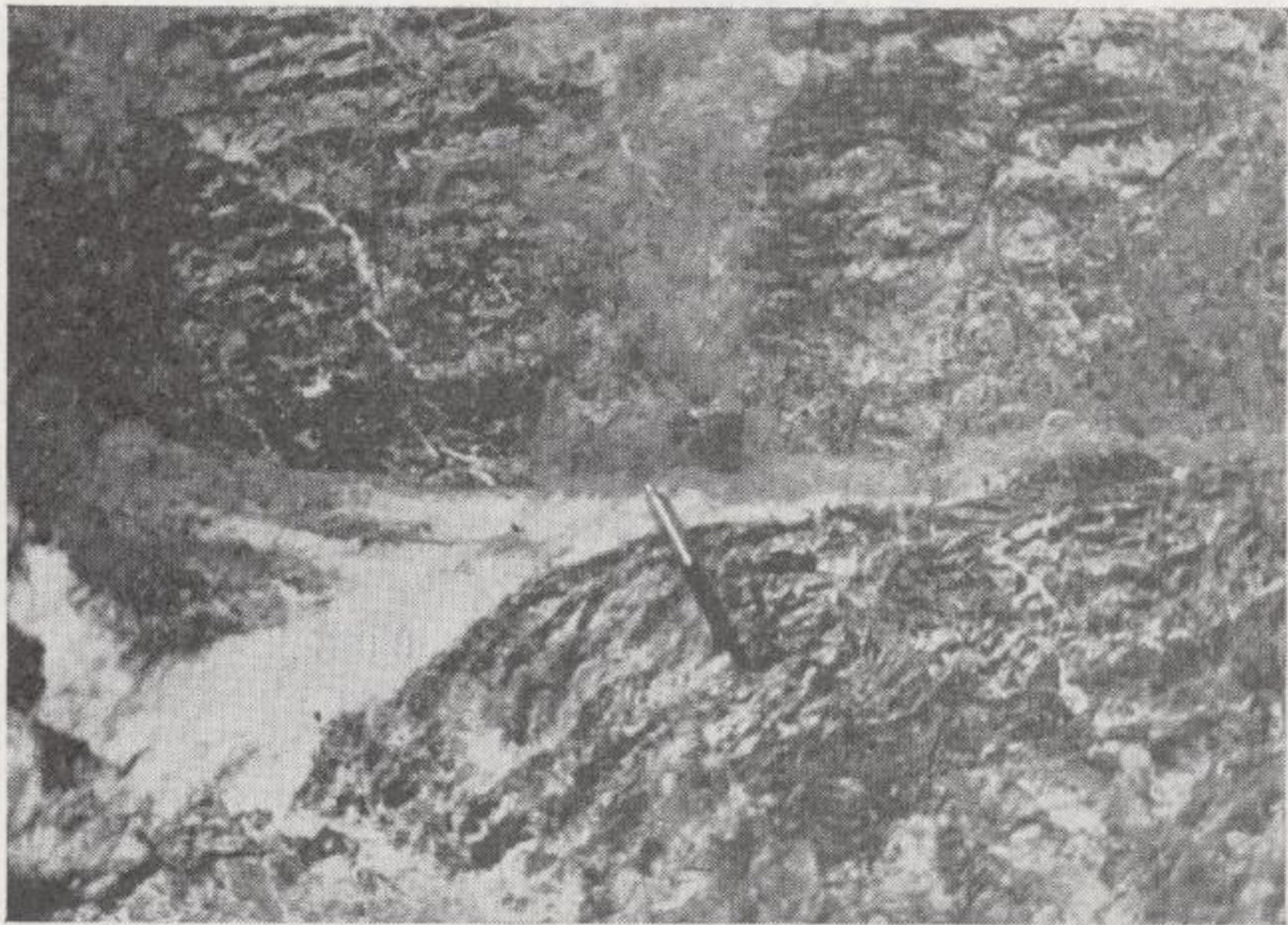
Fluorita interestratificada con dolomía acebrada y fracturación posterior. Zona inferior más brechosa. (Socavón Benito.)

es de esta forma como, junto con los barros carbonatados, se efectúa el depósito de sales minerales (de plomo, zinc, etc.).

Se encuentran importantes concentraciones de fluorita dentro de la serie de los materiales estudiados, que, lógicamente, con anterioridad albergaban los barros carbonatados, y aunque el origen del flúor constituye un problema cuya solución no aparece clara, es probable que su fuente haya sido de naturaleza volcánica.

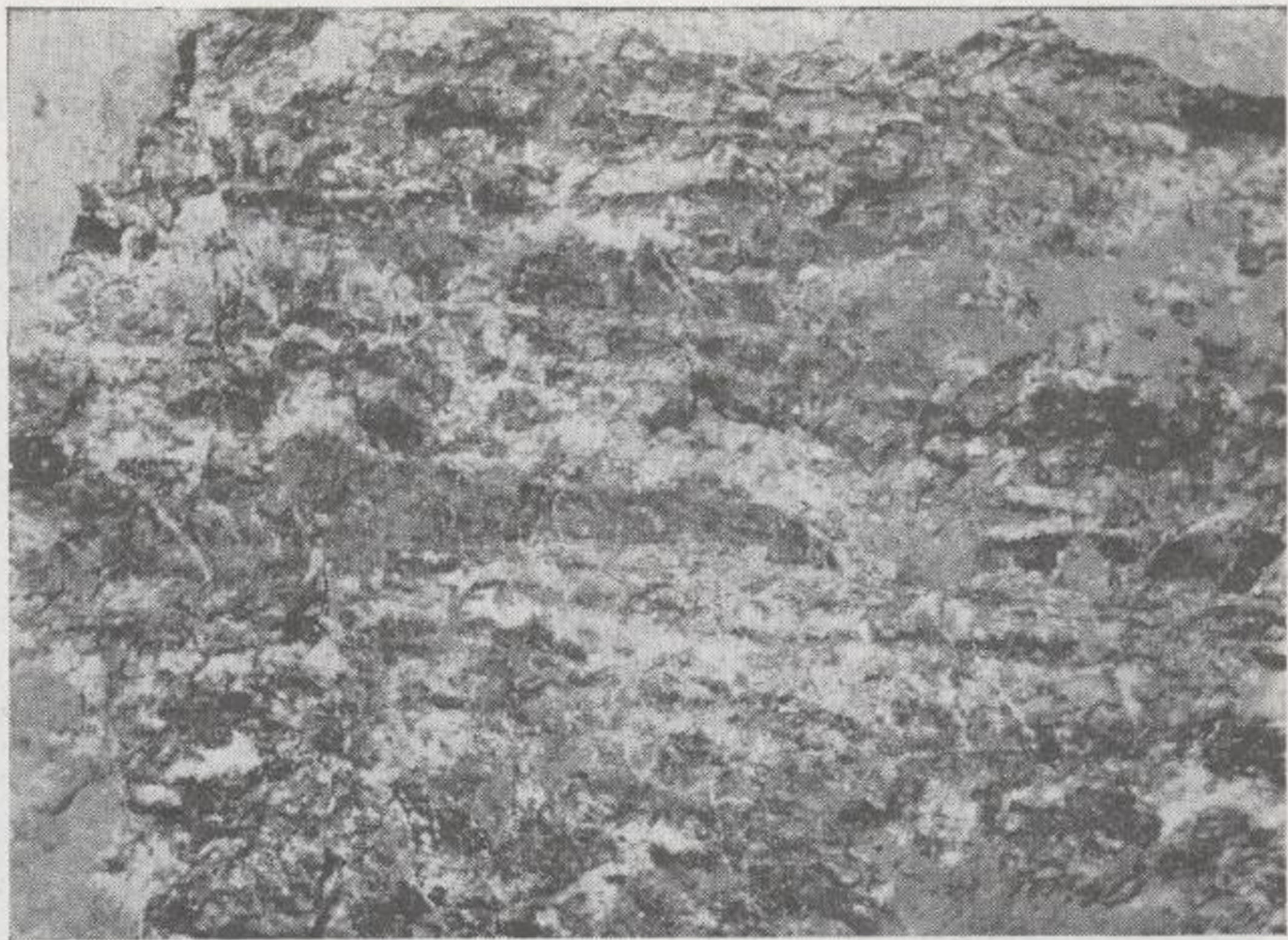
Simultáneamente al desarrollo en la cuenta de los fenómenos de subsidencia y elevación, con la posibilidad de zonas de brechas y discordancias menores por emersión de las áreas umbrales, hay un momento en la historia geológica de la región en la que comienzan a actuar presiones dirigidas, que en líneas generales siguen una orientación SSE-NNO, aunque posiblemente existan plegamientos precoces, según ejes NNE-SSO a





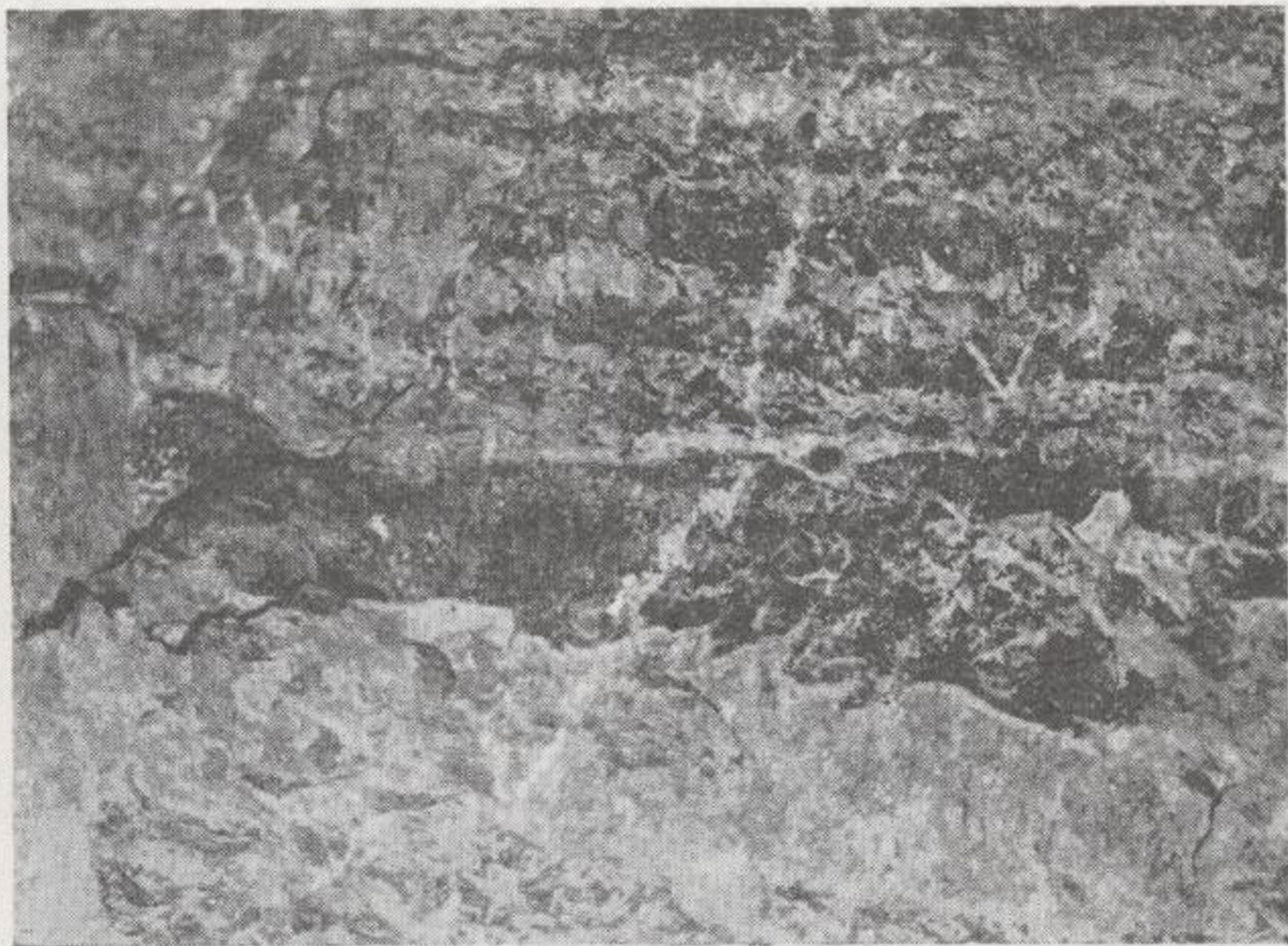
Fluorita «inyectándose» en fracturas entre dolomías acbradas. El fajeado está distorsionado tectónicamente, (¡Labores viejas del socavón Maldonado Nuevo.)





Fajeado con dolomía negruzca, fluorita y galena (algo de cinabrio). (Labores nuevas de Maldonado Nuevo.)





Roca acebrada gruesa, que ha sufrido posteriores movimientos cizallantes con fuerte carga compresiva. (Socavón Benito.)



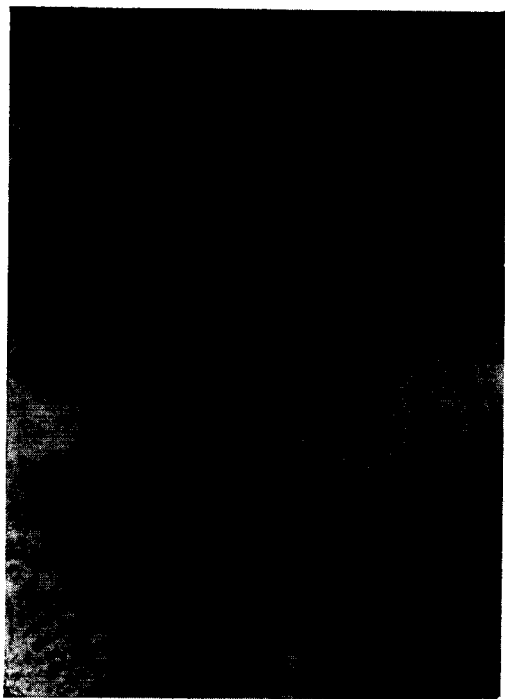


Fluorita interestratificada con dolomía acebrada y fracturación posterior. Zona inferior más brechosa. (Socavón Benito.)



NE-SO (comunicación verbal de F. Aldaya), provocando un avance de los bordes de la cuenca hacia el centro, aunque, dadas las reducidas dimensiones del área estudiada, no es posible por el momento dar conclusiones en cuanto a un tipo de polaridad doble o simple.

Estos esfuerzos se descomponen en una componente paralela a las superficies de estratificación y otra normal a dichos planos.



Fractura satélite de una falla que corta la zona de mineralización en brecha; la fluorita se inyecta según las fracturas, oblicuamente al acebrado. (Labores viejas de Maldonado Nuevo.)

Los empujes principales provocan en los sedimentos de los bordes de la cuenca los primeros plegamientos, lo que favorece que, en determinados puntos, se sume a la carga litostática propia la componente vertical de dichos esfuerzos.

Debido a la persistencia de los esfuerzos dirigidos, continúa el plegamiento con la consiguiente litificación parcial de los fangos que constituían los sedimentos carbonatados, junto con una emigración del agua de imbibición, cargada de sales, en la misma dirección que la de los esfuerzos principales e incluso a contrapendiente, quedando el vector o vectores direccionales de la migración condicionados por la topografía de las cuencas restringidas. La litificación o compactación parcial de los sedimentos llega a «sellar» casi lo que pudiera ser un escape de los fluidos en senti-

do contrario a los empujes principales. Durante el desarrollo de estos procesos existe una continua variación de la posición de las capas en el tiempo y en el espacio, y, en consecuencia, se modifica el ángulo de aquéllas con respecto a la presión dirigida, de tal suerte que las componentes normal y tangencial de dicha presión van intercambiando sus magnitudes relativas. Estos esfuerzos provocan superficies potenciales de diaclasamiento, más o menos paralelas a la estratificación en las zonas axiales de los pliegues y aún en las de curvatura atenuada, que, posteriormente, por disminución de las cargas compresivas o por la presión de las aguas de imbibición, serán cauce para una circulación de éstas.

Este fenómeno se desplaza progresivamente a medida que los paquetes de capas de la cuenca son afectados por el plegamiento.

El desplazamiento progresivo del plegamiento engendra senos interiores, que pueden llegar incluso a cerrarse sobre sí mismos, incrementando de esta forma la componente litostática al sumarse a la componente de carga normal de los sedimentos, ya que se encuentran invertidos, o casi, y gravitando sobre los primitivos.

Se van iniciando fenómenos de «boudinage» en las zonas que, fuertemente comprimidas por la presión litostática y la de la componente del esfuerzo principal, corresponden a los materiales in-



Fluorita interestratificada. Movimientos posteriores cizallantes desgajan trozos de la roca adyacente e inyectan el mineral a través de las fracturas. (Labores antiguas de Maldonado Nuevo.)

feriores de la serie, los cuales, por sus cualidades físicas, son más propicios a este tipo de deformaciones. Posteriormente, el «Bético de Málaga» y, posiblemente, otras unidades alóctonas cabalgarán sobre la zona considerada, completando este y los anteriores efectos.

La existencia de compresiones laterales con desplazamiento de las masas, las deformaciones plásticas de las rocas con cizallamientos, cabalgaduras, etc., y la carga gravitatoria, suponen suma-



Fluorita depositada a favor de la fracturación. Dolomita franciscana fina. (Labores antiguas de Maldonado Nuevo.)

de trabajos y, por tanto, la energía absorbida es transformada parcialmente en calor, lo que, en zonas determinadas, supone una fuerte elevación de la temperatura.

El agua de imbibición se abre paso aprovechando las superficies potenciales de diaclasamiento, e incluso llegando a introducirse en ellas por su propia presión, tendiendo a cristalizar sustancias minerales que lleva en disolución.

Por otra parte, y a consecuencia del mismo fenómeno, este agua de imbibición emigrante puede «empapar» los horizontes que en el proceso de diagénesis han adoptado su ángulo de reposo normal, pero, al aumentar su concentración hídrica, este ángulo de reposo no es suficiente, por lo que dichos sedimentos se «desmoronan» en parte y adquieren cierta brechificación. Asimismo no se descarta la posibilidad de otra brechificación por movimientos deslizantes de capa sobre capa, incluso como consecuencia de una extrusión, o emigración, en estado sólido de la fluorita, a favor de dichas superficies potenciales de diaclasamiento paralelas a la estratificación, y cuya motivación es puramente tectónica.

Las áreas con diaclasamiento potencial son zonas de menor presión, tendiendo los minerales disueltos en el agua de imbibición, que actúa realmente como un fluido mineralizador, a depositarse rellenando estas partes deprimidas y, en consecuencia, son los lugares propicios para el depó-

sito de la dolomita, exudada y limpia, adoptando la roca un aspecto fajeado o acebrado (franciscana).

Una presentación similar adoptan la fluorita y el plomo, fundamentalmente, que provienen de la «exudación» provocada por la presión, movilidad, concentración, temperatura del agua de imbibición y la variabilidad de otros factores. Las zonas brechificadas, como áreas deprimidas, son lugares aptos para depositarse igualmente la mineralización (ver «Esquema-Resumen», fig. 2).

En líneas generales, e insistiendo en que la exposición anterior no es más que una hipótesis de trabajo, susceptible, por tanto, de ser cambiada o reinterpretada, creemos haber aportado una serie de conclusiones previas que podrían explicar simultáneamente las concentraciones minerales de los yacimientos de Sierra de Gádor e interpretar la génesis de formación de la roca «franciscana», típica en todo su ámbito calizo-dolomítico.

ESQUEMA-RESUMEN

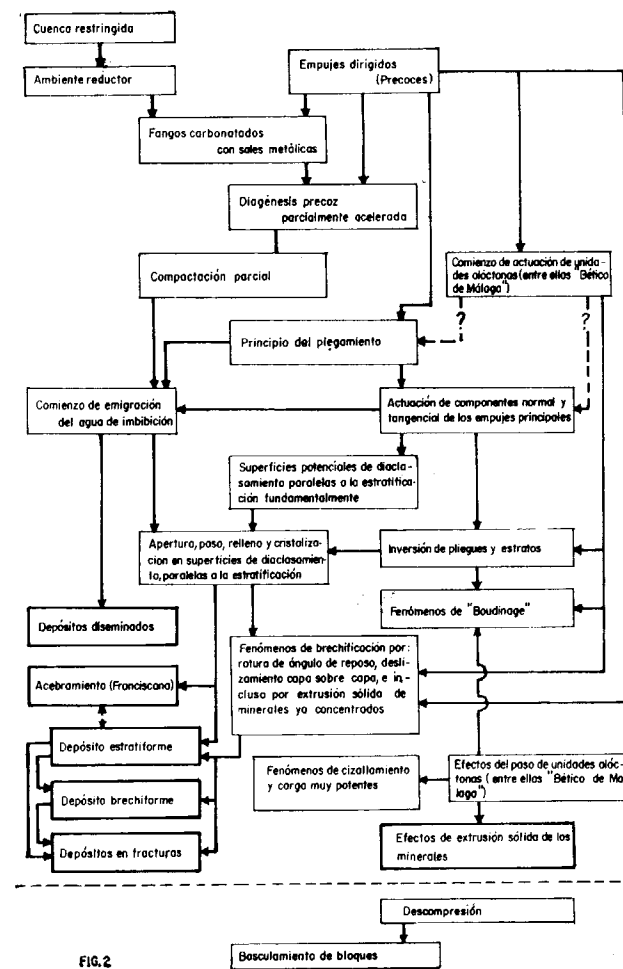
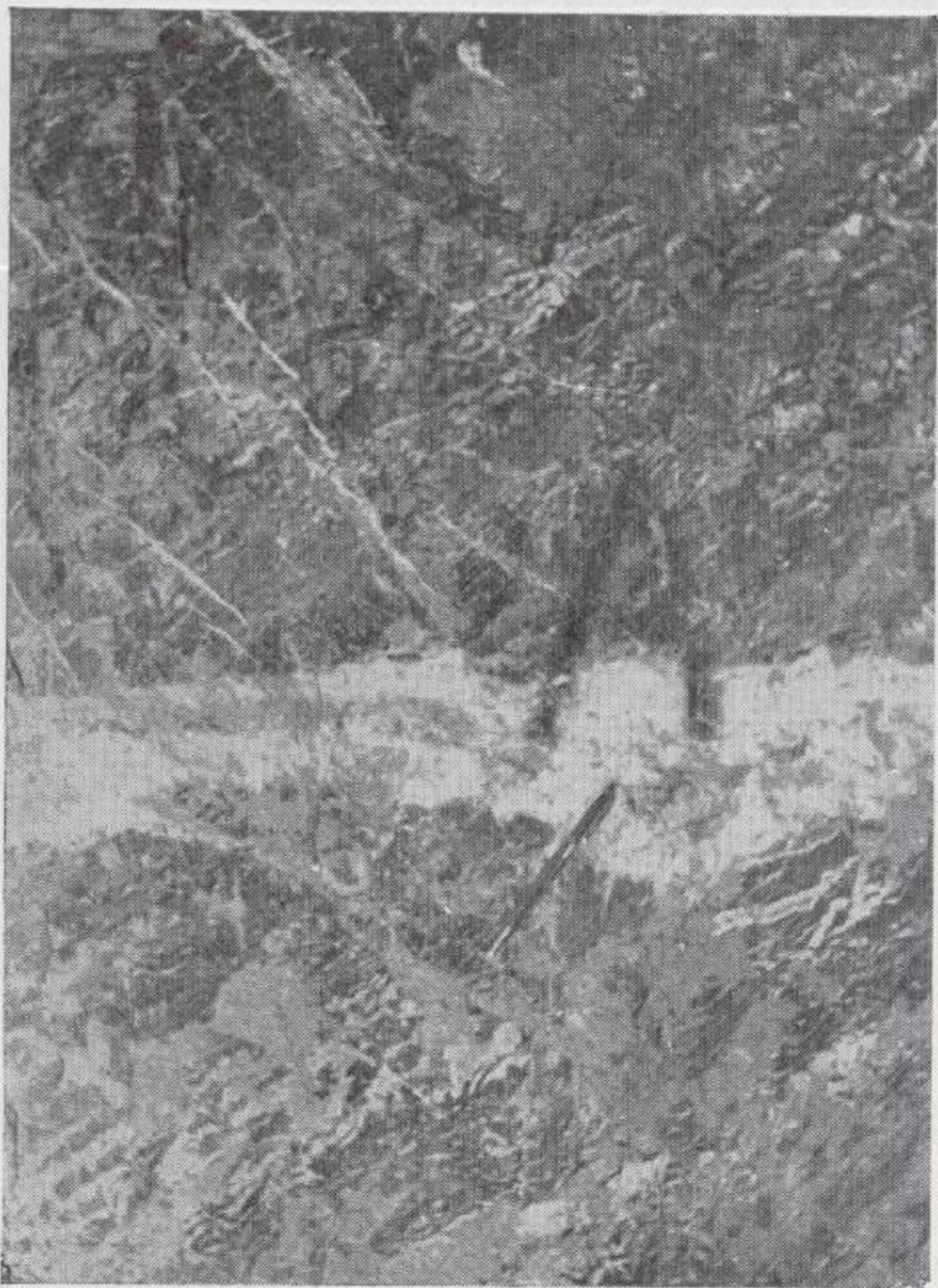


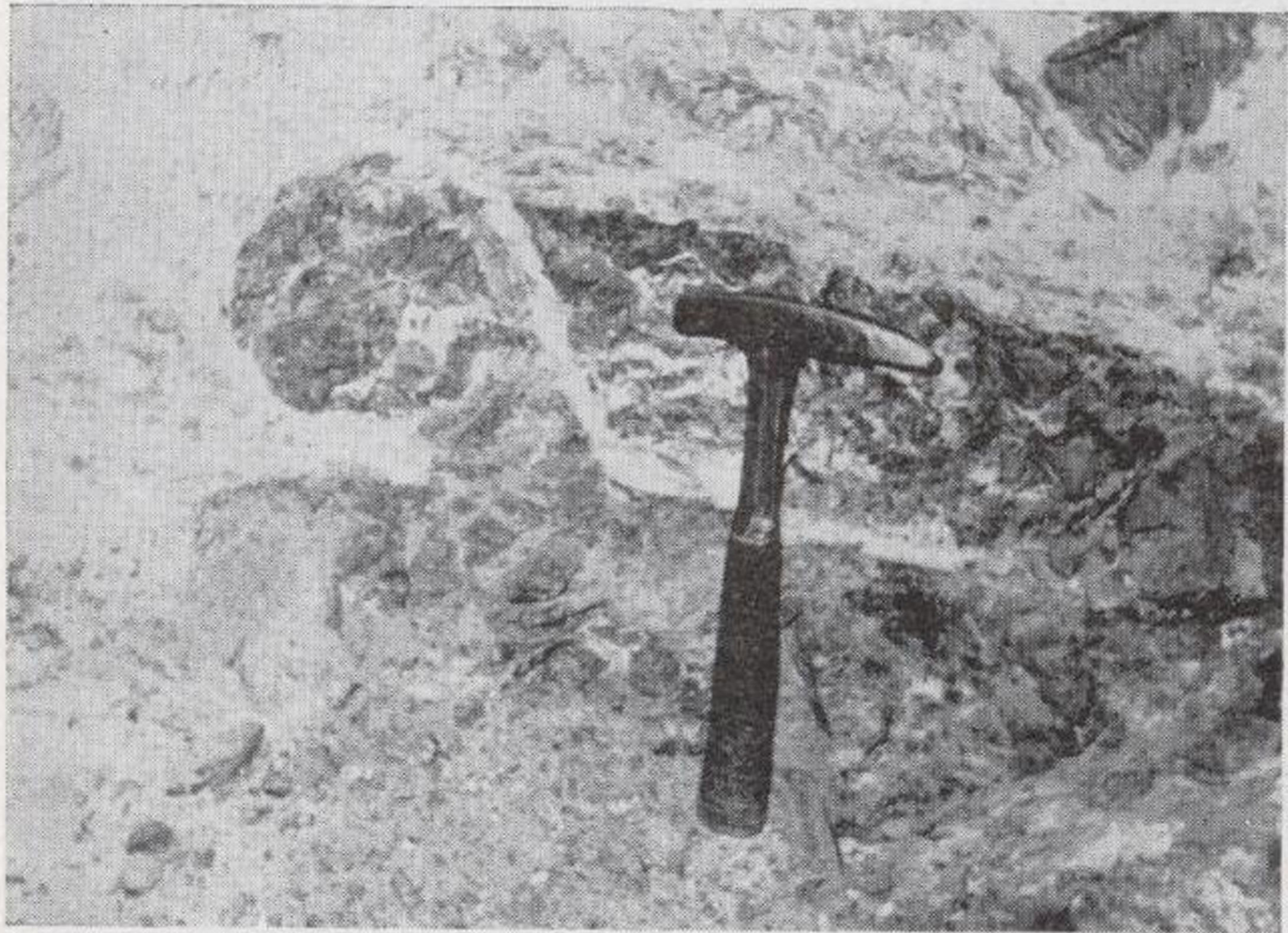
FIG. 2





Fractura satélite de una falla que corta la zona de mineralización en brecha; la fluorita se inyecta según las fracturas, oblicuamente al acebrado. (Labores viejas de Maldonado Nuevo.)





Fluorita interestratificada. Movimientos posteriores cizallantes desgajan trozos de la roca adyacente e inyectan el mineral a través de las fracturas. (Labores antiguas de Maldonado Nuevo.)





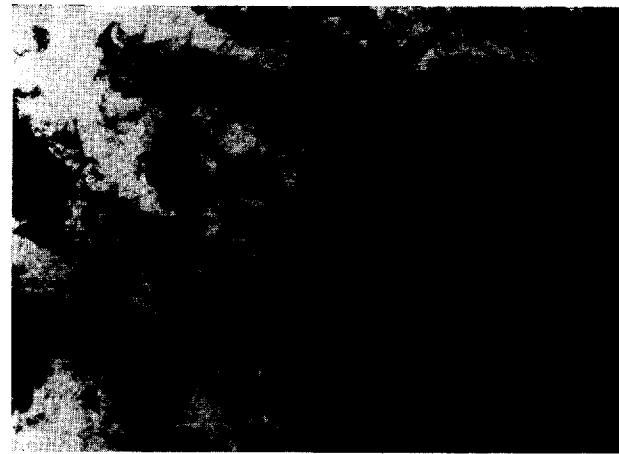
Fluorita depositada a favor de la fracturación. Dolomía franciscana fina. (Labores antiguas de Maldonado Nuevo.)



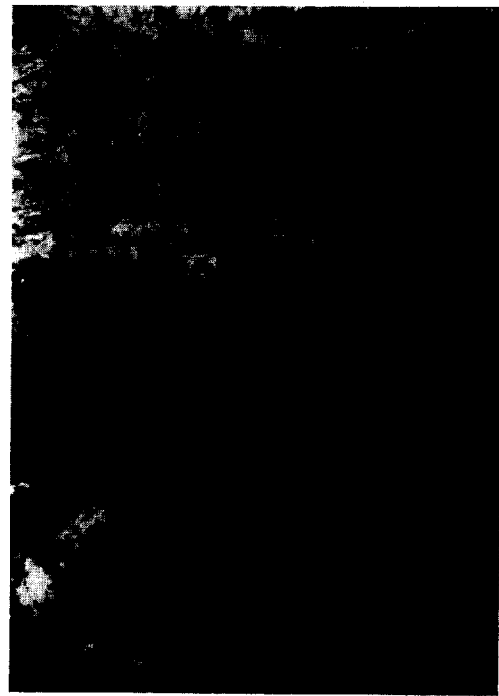
SECUENCIA ESTRATIGRAFICA DEL TRIAS CALIZO-DOLOMITICO DE LA SIERRA DE GADOR, DETERMINADA EN EL «POZO LUPION»

(Concesión «18 de diciembre».—Berja.—Almeria)

Con motivo del estudio geológico-minero a que se hace referencia anteriormente, se han llevado a cabo, entre otros, algunos trabajos de cartografía geológica; una de las tareas de este estudio ha sido el levantamiento de la secuencia estratigráfica del pozo «Lupión», que se ha efectuado a medida que ha ido profundizándose, siendo homigonado inmediatamente después, por lo cual los datos obtenidos no son susceptibles de nuevos análisis.



Dolomía acebrada gruesa y fluorita. La distorsión llega a brechificar la zona inferior, donde hay mayor acumulación en fluorita. (Labores antiguas de Maldonado Nuevo.)



Flourita interestratificada en dolomía acebrada. (Socavón Benito.)

Consideramos una aportación al estudio de la Sierra de Gádor la publicación de esta secuencia, que creemos podrá ser de utilidad para aquellos estudiosos que se interesen en este ámbito geológico,

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA ESTRATIGRAFICA DEL «POZO LUPION». (Ver fig. 3.)

Tramo 1.—1,40 metros:

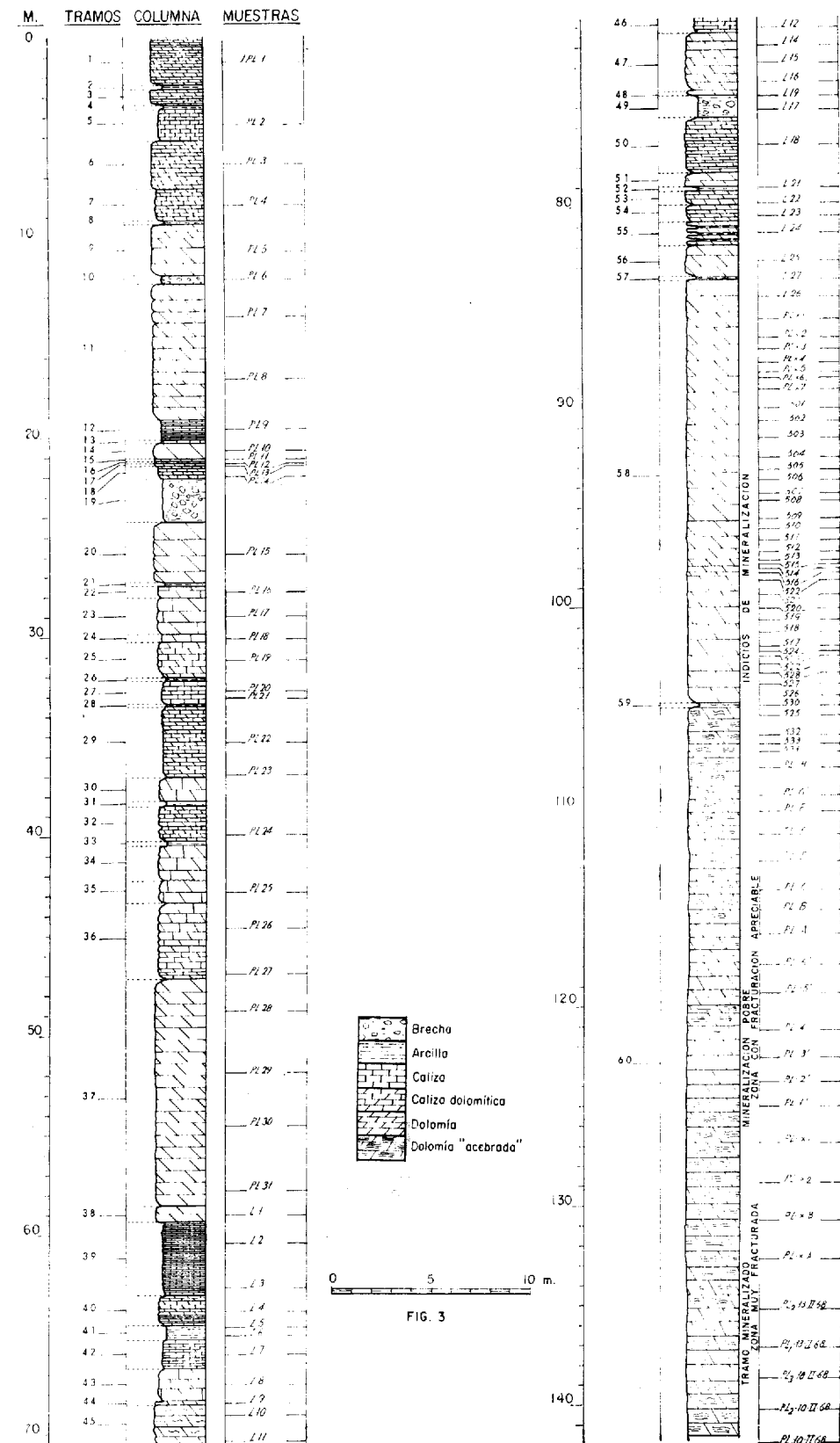
(Visibles). Dolomía. Gris clara. Grano fino. Buena estratificación en lechos y niveles de 3 a 6 cm. Concordante y en sucesión estratigráfica normal. Régimen denso de diaclasas normales a la estratificación.

(Dir.: E-O. Buz.: 26° N.).

Tramo 2.—0,20 m.:

Arcilla margosa. Rojiza. Concordante. Corresponde a una intercalación a favor de la cual se han desarrollado deslizamientos por parte de los tramos adyacentes. Superficies de estratificación onduladas, que provocan adelgazamientos y engrosamientos que van desde los 15 a los 25 cm. Poco consolidada, con aparente laminación,

COLUMNA LITO-ESTRATIGRAFICA DE «POZO LUPION»  
Mina «18 de diciembre» Sierra de Gádor.—Berja (Almería)  
(Cota absoluta a nivel de la boca del pozo ≈ 1.900 m.)







Flourita interestratificada en dolomía acebrada. (Socavón Benito.)





Dolomia acebrada gruesa y fluorita. La distorsión llega a brechificar la zona inferior, donde hay mayor acumulación en fluorita. (Labores antiguas de Maldonado Nuevo.)



Tramo 3.—0,80 m.:

Igual al 1.

Tramo 4.—0,20. m.:

Igual al 2.



Par estereoscópico. Brecha dolomítica, rellena de fluorita. En la parte superior, dolomías estratificadas. (Labores antiguas de Maldonado Viejo.)

Tramo 5.—1,20 m.:

Caliza. Amarilla rosada. Grano muy fino, casi litográfica y con fractura concoidea. Buena estratificación en niveles de 10 cm. Concordante. Sin cambios laterales. Régimen de diaclasas intensísimo, sin aparente predominio de una dirección; las grietas están recubiertas de calcita cristalizada.

Tramo 6.—2,40 m.:

Igual al 1. En niveles de 7 a 10 cm. (Dir.: E-O. Buz.: 28° N.).

Tramo 7.—1,60 m.:

Caliza dolomítica. Gris. Grano grueso. La fractura nos ofrece una superficie almohadillada. Estratificada en finos niveles, que, hacia abajo, adquieren un espesor de 7 a 15 cm. Concordante. Ha disminuido considerablemente el régimen in-forme de diaclasas de los tramos anteriores, y continúa el relleno y tapizado de éstas por calcita.

Tramo 8.—0,20 m.:

Igual al 2.

Tramo 9.—2,60 m.:

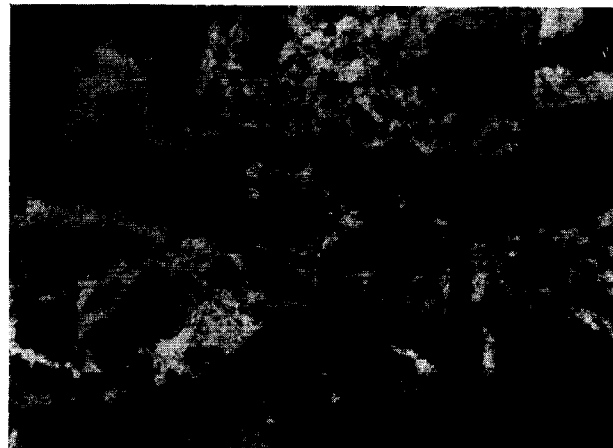
Dolomía. Gris. Grano fino. Concordante. Fina estratificación en lo alto, que se va difuminando hasta llegar a ser masiva en la zona inferior. Asimismo se efectúa un aumento progresivo del régimen de diaclasas de arriba hacia abajo, con rellenos de calcita.

Tramo 10.—0,40 m.:

Brecha de cemento calizo pardo rojizo y clastos de Ø máximo de 2 cm. de dolomía, y orientados según los planos de estratificación adyacente. Poco consolidada. Esta brecha procede del resbalamiento con arrastre de los tramos contiguos.

Tramo 11.—6,80 m.:

Dolomía. Gris. Grano fino. Los 2 m. primeros presentan una estratificación en horizontes de 0,50 m., en alternancia con lechos arcillosos rojizos (similares a los del tramo 2); a continuación forma masas aparentemente concordantes. Entre los 3 y 4 m. se encuentra una zona de fractura con brechificación de clastos de un Ø máximo de 1 cm. y cemento calizo gris amarillento. Todo el tramo se halla recorrido por finas grietas rellenas de calcita blanca.



Brecha dolomítica, acebrada, con relleno de fluorita. La parte superior, no visible en las fotos, estratificada. (Labores antiguas de Maldonado Viejo.)

Tramo 12.—1,00 m.:

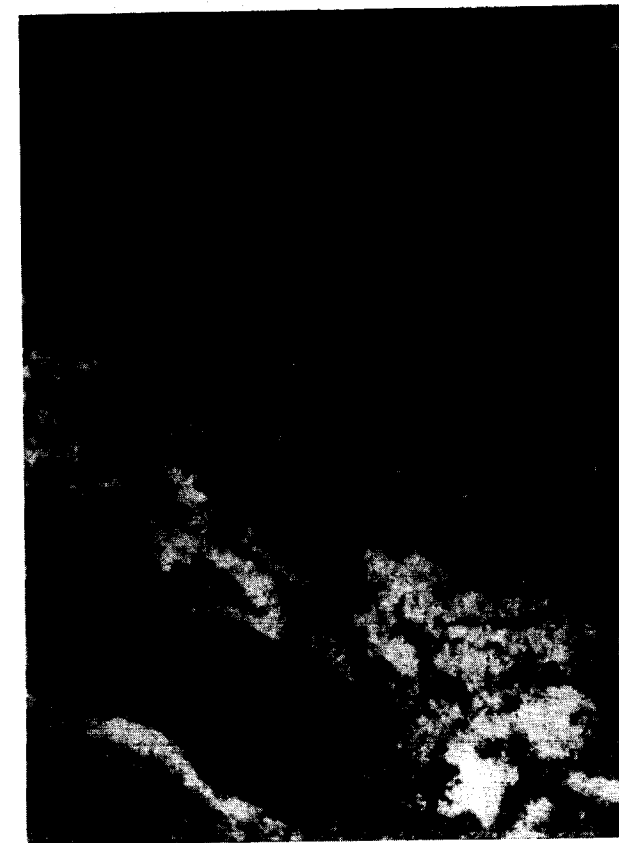
Alternancia de caliza gris negruzca, de grano fino, con arcilla roja. La caliza, en lechos de 1 a 2 cm., y la arcilla, de 1 cm. como máximo. Presentan estructura estratificada que provoca continuas pinzaduras. Concordante aparentemente. Hay un estrechamiento de todo el tramo hacia el S., hasta llegar a los 30 cm. (en 4 m. de distancia).

Tramo 13.—0,30 m.:

Igual al anterior, aunque la caliza se nos presenta en niveles de 15 cm. También acusa este tramo estrangulación hacia el S.

Tramo 14.—0,80 m.:

Dolomía. Gris oscura. Grano grueso. En masa y concordante. Atravesada por venillas de calcita blanca de una anchura máxima de 1 cm.



Fluorita interestratificada. Horizonte algo brechoide. (Labores antiguas de Maldonado Viejo.)



Pliegues acostados. (Carretera de acceso a las minas.)

Tramo 15.—0,50 m.:

Igual al 12.

Tramo 16.—0,30 m.:

Igual al 14.

Tramo 17.—0,50 m.:

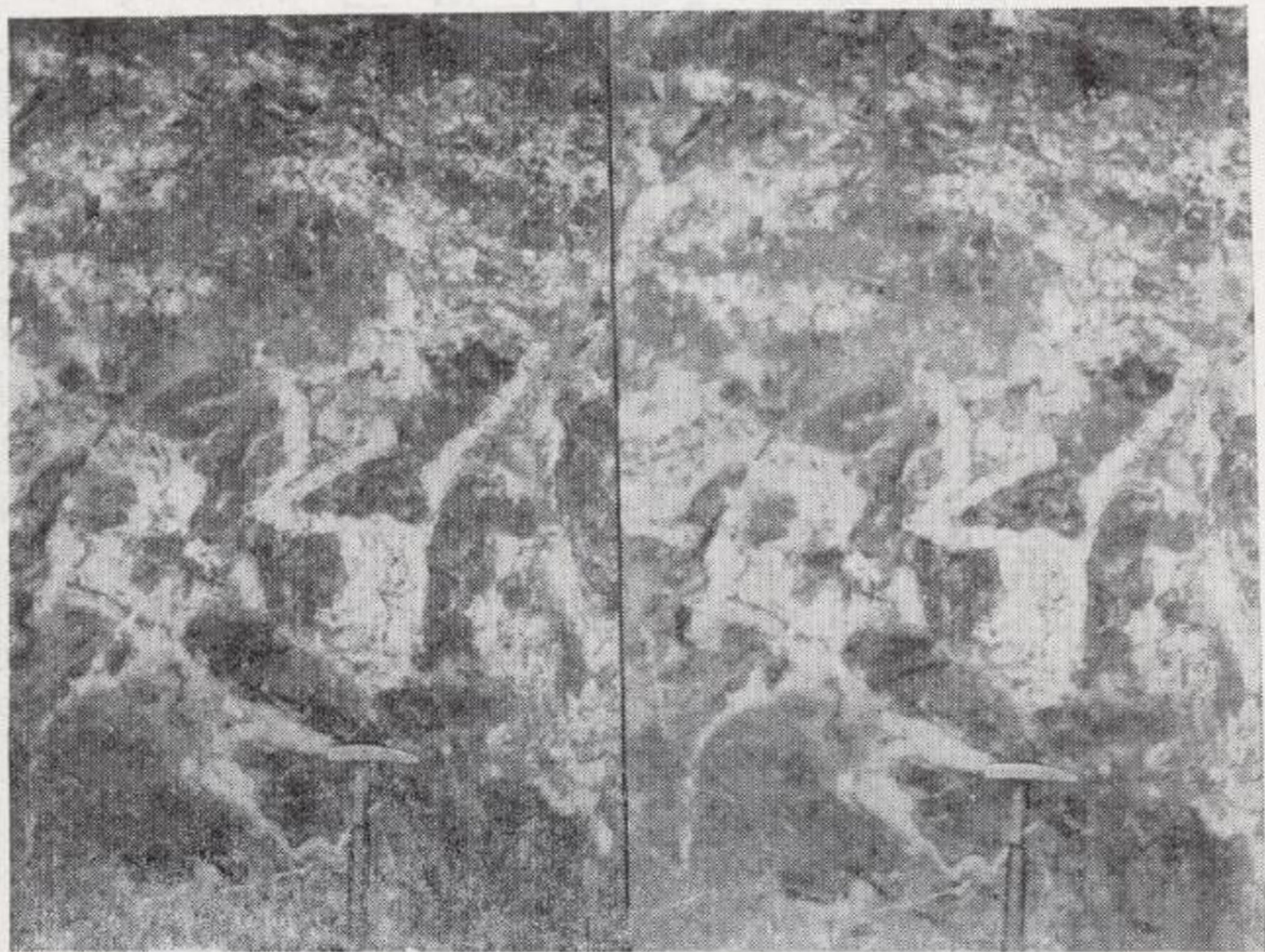
Alternancia de lechos de dolomía rosada de grano fino y arcilla rojiza. Concordante y con buena estratificación. (Dir.: E-O. Buz.: 30° N.).

Tramo 18.—0,65 m.:

Caliza dolomítica. Amarilla rosada. Grano muy fino recristalizado. Presenta pizarrosidad en lechos de 5 mm. Atravesado por finas vetillas de calcita cristalina. Concordante con el anterior. Presumimos que este fenómeno de pizarrosidad puede deberse a un efecto de un esfuerzo de tipo local, que ha causado igualmente la falla de deslizamiento que sirve de muro a este tramo.

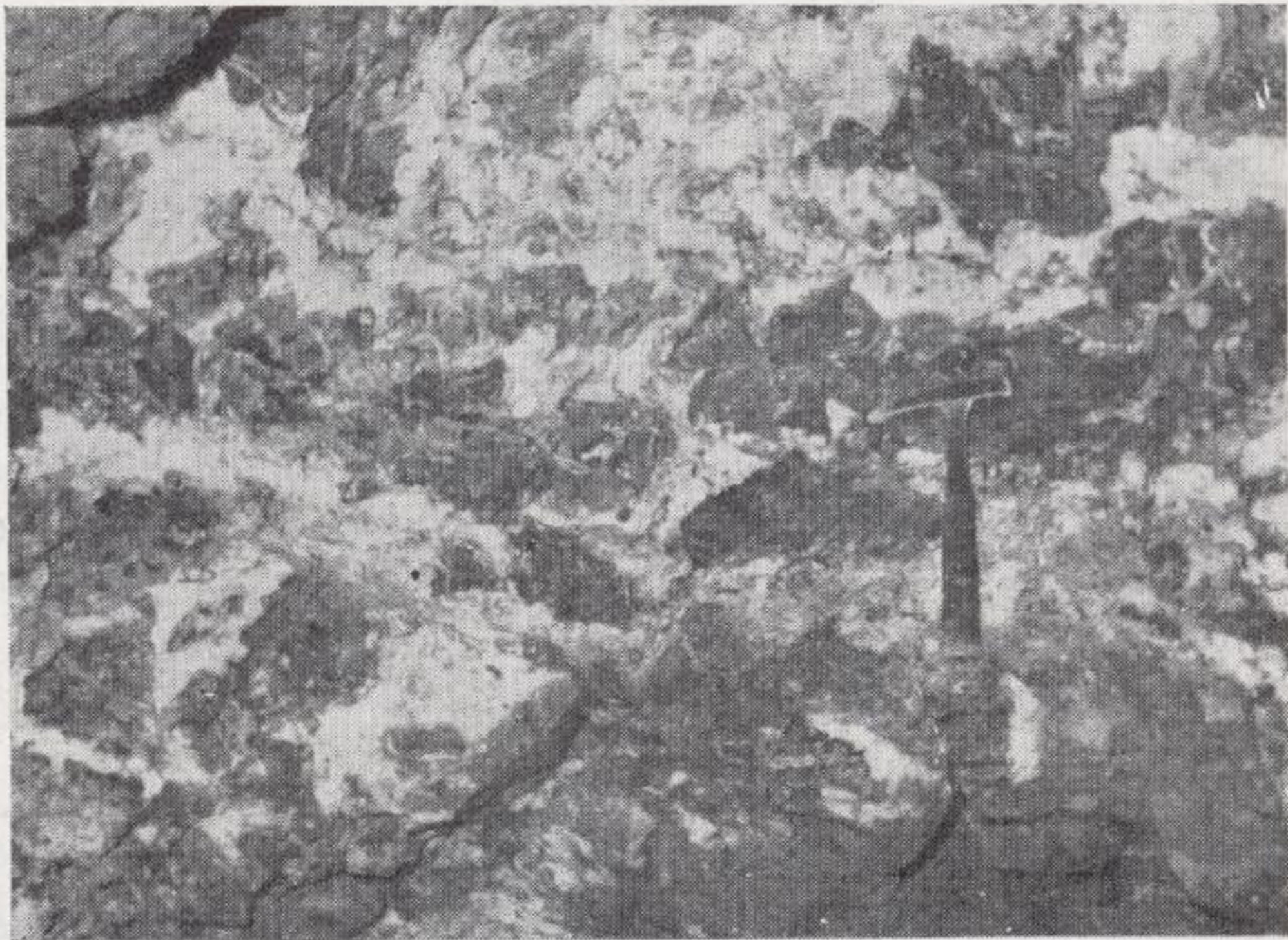
Dir.: N. 55° O. Buz.: 65° S.).





Par estereoscópico. Brecha dolomítica, rellena de fluorita.  
En la parte superior, dolomías estratificadas. (Labores anti-  
guas de Maldonado Viejo.)





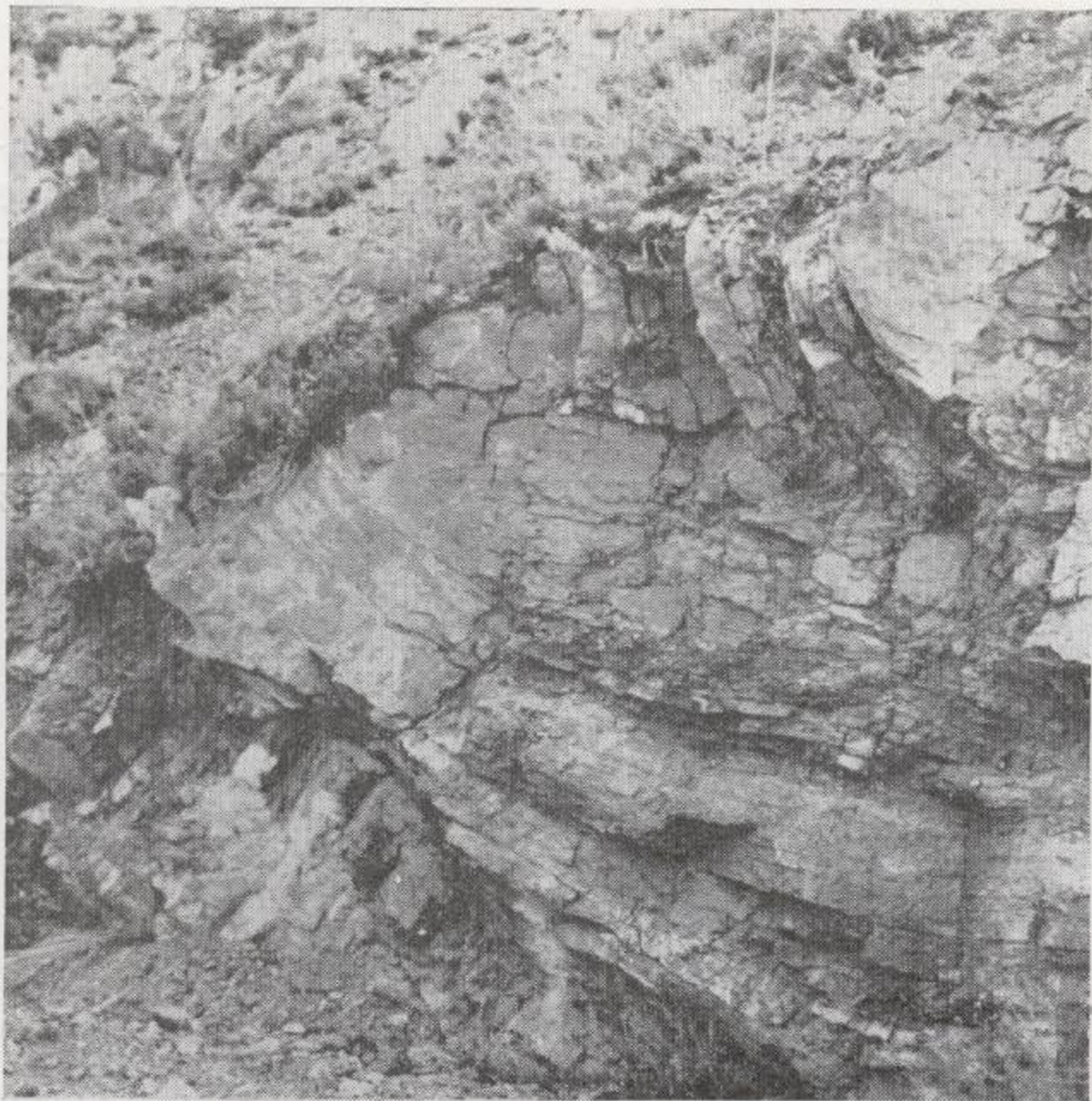
Brecha dolomítica, acebrada, con relleno de fluorita. La parte superior, no visible en las fotos, estratificada. (Laborios antiguas de Maldonado Viejo.)





Fluorita interestratificada. Horizonte algo brechoide.  
(Labores antiguas de Maldonado Viejo.)



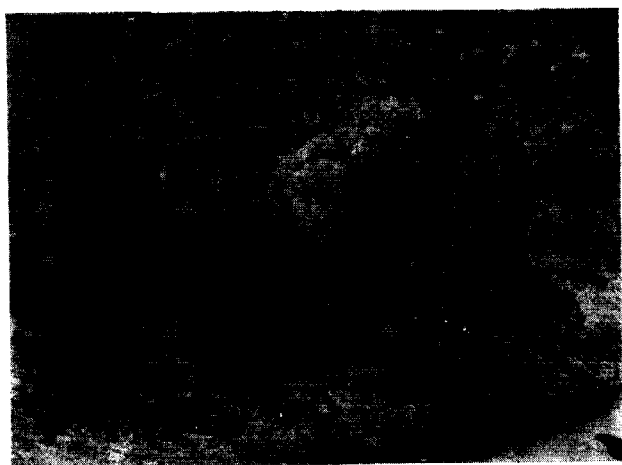


Pliegues acostados. (Carretera de acceso a las minas.)



## Tramo 19.—2,20 m.:

Brecha de falla con cemento calizo verde-amarillento y clastos de caliza y caliza dolomítica de Ø máximo de 3 cm., aparentemente dispuestos sin ninguna orientación. Esta brecha procede de una falla normal que ha provocado el deslizamiento del tramo superior sobre el inferior.



«Boudinage». (Pista de acceso a las minas.)

## Tramo 20.—3,00 m.:

Dolomía. Gris negra. Grano grueso. En masa. Tanto las superficies de estratificación superior como la inferior son sendos espejos de falla. Por esta causa todo el tramo presenta un fuerte régimen de fracturación y diaclasamiento. Se encuentra atravesado por una red informe de venillas de calcita de una anchura máxima de 2 mm.

## Tramo 21.—0,15 m.:

Intercalación brechoide de clastos de dolomía, aparentemente procedentes del tramo superior, con Ø máx. de 15 cm.

## Tramo 22.—0,70 m.:

Caliza dolomítica. Gris oscura. Grano fino. En niveles de 15 cm. Concordante.

## Tramo 23.—1,80 m.:

Caliza dolomítica. Gris clara. Grano fino. En la zona alta se presenta escasa intensidad de diacla-

sas, que llegan a desaparecer por completo a medida que descendemos. Concordante y en masa.

## Tramo 24.—0,40 m.:

Caliza. Gris clara. Grano fino. Buena estratificación en niveles de 20 cm. Concordante y sin cambios laterales aparentes. Atravesada por venillas de calcita cristalina de 3 a 4 mm. de espesor.

## Tramo 25.—1,80 m.:

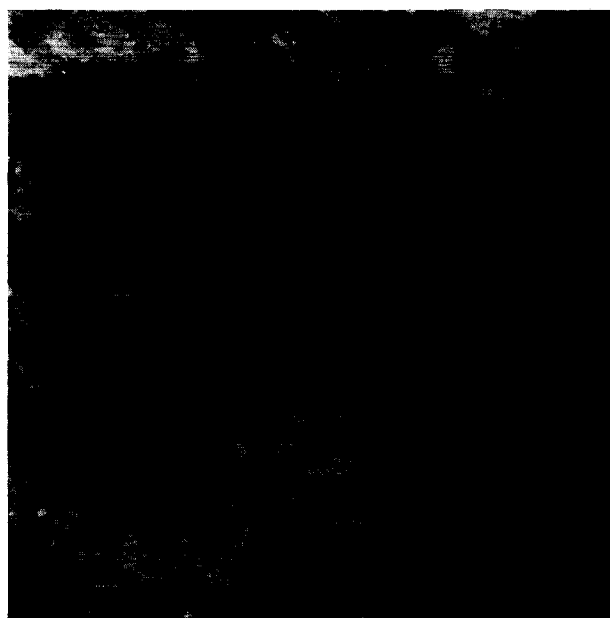
Caliza dolomítica. Gris parda. Grano fino. En niveles de 20 cm. Concordante.

## Tramo 26.—0,20 m.:

Igual al 2, con un color amarillo rosado.

## Tramo 27.—1,10 m.:

Caliza. Negra. Grano fino. En niveles de 20 centímetros, separados por una fina película de ar-



«Boudinage». (Pista de acceso a las minas.)

cilla roja muy compacta. Aparentemente es igual a la descrita en el tramo 12.

## Tramo 28.—0,10 m.:

Igual al tramo 26.

## Tramo 29.—3,30 m.:

Caliza dolomítica. Pardo-negruzca. Grano fino y recristalizado. En niveles de 20 cm., que en la parte superior del tramo sufren pinzaduras, posiblemente provocadas por los efectos de una falla que se nos presenta en la parte central del tramo, con un corte muy localizado de brecha. Concordante.

Se encuentra atravesado por abundantes grietas recubiertas de calcita.

## Tramo 30.—1,20 m.:

Caliza dolomítica. Gris. Grano grueso. En masa y concordante.

## Tramo 31.—0,20 m.:

Igual al 26.

## Tramo 32.—2,00 m.:

Caliza dolomítica. Gris negruzca. Grano fino. En la parte alta del tramo la encontramos en niveles de 10 cm., con finas intercalaciones margosas rojizas; hacia abajo hay una desaparición de éstas con aumento de los niveles en espesor a 20 cm.

## Tramo 33.—0,20 m.:

Igual al 26.

## Tramo 34.—1,80 m.:

Igual al 31.

## Tramo 35.—1,10 m.:

De características iguales al 31. En la parte superior se encuentra una fuerte brechificación provocada por el deslizamiento del tramo superior, e intuimos que se trata del mismo tramo. Concordante.

Dir.: E-O, Buz.: 32° N.).

## Tramo 36.—3,60 m.:

De iguales características al tramo 7, aunque la presentación de éste es en masa en los dos primeros metros.

## Tramo 37.—11,20 m.:

Dolomía. El color va pasando de gris claro a gris oscuro. Grano fino. Inclusiones de finas películas de arcilla roja en la masa de la roca. Calcita en venillas de 1 a 2 mm., tapizando grietas y diaclasas. En masa en los niveles altos, que hacia abajo están sometidos a un fuerte régimen de brechificación. El régimen de fracturas presenta dominio de las normales a las superficies de estratificación. Concordante.

## Tramo 38.—0,80 m.:

Dolomía. Negra. Grano fino. Fuerte fracturación. Grietas y diaclasas cubiertas por calcita cristalina. Concordante.

## Tramo 39.—3,66 m.:

Caliza. Negra. Grano muy fino. Litográfica. Buena estratificación en niveles de 10 cm. Concordante. Atravesado por abundantes grietas y diaclasas recubiertas de calcita. En las superficies de fractura encontramos una pátina roja arcillosa.

## Tramo 40.—1,80 m.:

Caliza dolomítica. Negra. Grano muy fino. Litográfica. Buena estratificación en niveles de 20 cm. Concordante. Ofreciendo el mismo régimen de fracturación que el tramo anterior. Aparentemente lo podemos considerar como una continuación de aquél, que solamente ha cambiado en su composición.

## Tramo 41.—0,70 m.:

Arcilla margosa. Blanca grisácea. Concordante. Corresponde a una intercalación a favor de la cual se han desarrollado deslizamientos por parte de los tramos adyacentes, ya que en sus contactos con éstos tiene pequeñas brechas procedentes de ellos. El contenido en agua le proporciona un estado de gran plasticidad.





«Boudinage». (Pista de acceso a las minas.)





«Boudinage». (Pista de acceso a las minas.)



Tramo 42.—1,50 m.:

De iguales características que el tramo 12.

Tramo 43.—1,60 m.:

Caliza dolomítica. Negra. Grano fino. En masa y concordante. Atravesado en todas direcciones por infinidad de venillas de calcita de un espesor máximo de 1 mm. Continúa el mismo régimen de fracturación, así como de tapizado de calcita de los tramos anteriores.

Tramo 44.—0,20 m.:

Brecha de cemento calizo gris verdoso y clastos de Ø máximo de 3 cm. de dolomía. Poco compacta y sin ofrecernos ninguna orientación. Esta brecha procede de un efecto de resbalamiento de los tramos adyacentes.

Tramo 45.—2,00 m.:

Dolomía. Gris negruzca. Grano fino. Afranciscanada, en bandas alternantes de 4 mm. en la zona alta, disminuyendo en espesor hacia abajo hasta llegar a su desaparición. En la zona alta es masiva, aumentando paulatinamente el régimen de fracturación a medida que descendemos. Concordante. Cerca del muro hay aparición de grietecillas muy finas tapizadas de calcita cristalina.

Tramo 46.—0,80 m.:

Caliza. Negra. Grano fino. Los diez primeros centímetros se encuentran completamente brechoides, pasando a continuación a ser más compactos y continuos en horizontes de 25 cm. Hay intercalaciones de lechos arcillosos rojos de 2 centímetros. Atravesado por finísimas venillas de calcita. Concordante.

Tramo 47.—3,00 m.:

Negra. Grano muy fino, aspecto litográfico. Dentro de la masa se aprecian unas películas arcillosas rojas, que se muestran siempre tapizando las caras fracturadas. En masa durante los primeros 30 cm., para continuar con una zona de intensa fracturación. Concordante.

Tramo 48.—0,30 m.:

Dolomía. Negra. Grano fino. Atravesada por una densa red de venillas de calcita. En masa y concordante.

Tramo 49.—1,20 m.:

Brecha de falla con cemento calizo pardo rojizo y clastos de Ø máx. de 7. cm. de dolomía, ofreciendo una orientación similar a la de los planos de estratificación que lo limitan. Poco consolidada.

Tramo 50.—2,70 m.:

Dolomía. Negra. Grano medio. Pátina roja cubriendo las superficies de fractura. Al principio, en niveles de 10 cm. que, a medida que descendemos, van adquiriendo espesor hasta llegar a horizontes de 50 cm.; los primeros se encuentran influenciados por la acción de la anterior falla, ofreciendo un denso régimen de diaclasas y fracturas. Concordante.

Tramo 51.—0,60 m.:

Igual al tramo 48.

Tramo 52.—0,20 m.:

Igual al tramo 35.

Tramo 53.—0,70 m.:

Dolomía. Grano fino. Gris oscura verdosa. En niveles de 0,05 m., con intercalaciones finas de arcilla gris. Concordante.

Tramo 54.—0,80 m.:

Dolomía. Gris. Grano medio. Todo el tramo presenta un fuerte régimen de diaclasas y fracturas con aspecto brechoide, rellenas de cemento calizo rojizo. Aparentemente concordante.

Tramo 55.—1,20 m.:

Alternancia de niveles de 30 cm. de dolomía gris negra de grano fino, con lechos de cinco cen-

tímetros de arcilla roja. Igual que el anterior, todo se encuentra fuertemente diaclasado y fracturado. Aparentemente concordante.

Tramo 56.—1,60 m.:

Dolomía. Negra. Grano fino. En horizontes de 60 cm., atravesados por venillas de calcita que van desde los 1 a 1,5 mm. El régimen anterior de fracturación presenta un predominio de las diaclasas normales a la estratificación. Concordante.

Tramo 57.—0,10 m.:

Igual al tramo 41.

Tramo 58.—21,20 m.:

Dolomía. Gris a gris oscuro. Grano fino. Salvo un metro en la parte central del tramo, que se encuentra en niveles a 5 a 10 cm., el resto aparece en horizontes de 30 a 35 cm. El régimen de diaclasas no es muy intenso y se aprecia un claro dominio de las normales a la estratificación. El conjunto está atravesado por venas de calcita que alcanzan hasta los tres centímetros de espesor. Encontramos igualmente la película arcillosa rojiza que tapiza las superficies de fractura. Existencia de deslizamientos siguiendo la estratificación, que presentan, en el espejo, una fina zona brechificada con cemento calizo amarillento y abundante contenido de fluorita. (La dirección y buzamiento continúa siendo de E-O, 30° N.).

Tramo 59.—0,20 m.:

Igual al tramo 41.

Tramo 60.—36,00 m.:

(Visibles). Dolomía. Gris oscura a negra. Grano medio. El tramo está limitado en su techo por una falla a N. 65° O/68° N. En su espejo se encuentra fluorita y plomo. Acebrado con bandas de dolomita que, de forma regular, van variando en espesor, pasando desde 1 milímetro a 40 centímetros. Se encuentra totalmente atravesado por numerosísimas fallas y fracturas, provocando una compartimentación en bloques de todo el conjunto; a favor de las paredes de éstas aparece fluorita y plomo en abundancia.

Las directrices han cambiado y oscilan entre los N. 75° E/20° O.

El contenido en fluorita va aumentando paulatinamente y, a partir de los 26 m., se convierte en el principal componente.

#### CONSIDERACIONES SOBRE ESTA SECUENCIA

Hay en toda la secuencia un marcado predominio de rocas carbonatadas fundamentalmente dolomíticas, con algunos episodios de calizas que suelen presentarse en finas capas, así como escasas intercalaciones arcillosas.

Hemos reconocido dentro del tramo tres horizontes brechoides aparentemente concordantes con esta sucesión, o bien como reflejo de discordancias menores.

La dolomía franciscana o acebrada se encuentra como elemento dominante en la parte inferior de la secuencia, coincidiendo con ella la ubicación de la mineralización de plomo y fluorita.

La disposición estructural de los estratos se mantiene desde la superficie hasta los 95 m. de profundidad con una dirección E-O. y un buzamiento variable entre los 28°—32° N. Hay numerosos fenómenos de deslizamiento a favor de las superficies de estratificación.

En los tramos 58 al 60 se observa fracturación, que va aumentando paulatinamente hacia la parte inferior de la columna reconocida, coincidiendo con la zona mineralizada.

El corte estudiado tiene una potencia total de 142 m., equivalentes a 160 m. de profundidad del pozo. Se han extraído un total de 120 muestras.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BALCÓN, J.: *Applications de la sedimentologie a la recherche et a l'exploitation des gisements Pb-Zn stratiformes.*
- BILLING, M. P.: «Structural Geology», 1945.
- CALLAHAN: «Chronique des Mines et de la R. M.», septbre. 1965, núm. 346.
- : «Chronique des Mines et de la R. M.», nov.-dibre., 1965, núm. 348.
- : «Chronique des Mines et de la R. M. jul.-agos., 1966, núm. 355.
- CLOSSE, E.: «Boudinage». *Trans. A. Geoph. Union*, vol. 28, 1947.
- FLOGIERINE, etc.: *Gisement de plomb et de zinc de Largentière (Ardeche).*
- GOGUEL, J.: *Application de la mecanique a l'etude des plissements.* «Geol. Mijnbouw», núm. 10, 1951.
- : *Glissements sous-marines dans le Crétacé inferieur.* «Bull. S. G. de F.», 5.ª serie, t. 8, 1938.
- HUTCHINSON, R. W.: «Ann. des Mines», jun., 1965.
- : *Genesis of canadian massive sulphides reconsidered por comparison to Cyprus deposits.* «Canadian Min. Met. Bull.», vol 58, n.º 641, 1965.



- JACQUIN, J. P.: *La «Franciscana», un problema de petrogénesis en las dolomías del Triás Alpujárride de la Sierra de Gádor (Almería-España)*. «Anales du Centre d'Enseignement Supérieur de Brazzaville», t. II, 1966.
- LAUNEY, P., etc.: *Les brèches sédimentaires zincíferes du Stenmurién du Lot*. «Bull. S. G. de France», n.º 5, 1959.
- LEVEN, M.: *Les gisements plombo-zincíferes du Laurium (Grèce)*. «Sciences de la Terre», t. XI, n.º 3, 1966.
- LOMBARD, A., etc.: *Courtes notes de sédimentologie a l'usage des géologes miniers*. «Chronique des M. et de la R. M.», n.º 274, 1959.
- LOUNGNON, J.: *Etude géologique du gisement de Zn-Pb de la Mine de Valauris*.
- NICOLINI, P., etc.: *Les mineralisations plombifères stratiformes de la région de Florac-Meyrueis (Lozère)*.
- —: *Essai de carte prévisionnelle*. «Chronique des M. et de la R. M.», n.º 319, 1963.
- NOBLE, A.: *Water of compaction as an ore-forming fluid*. «Bull. S. G. of A.», vol 71, n.º 12, 1960.
- RAST, N.: *The origin and significance of Boudinage*. «Geol. Mag.», V, 93, 1956.
- ROGEL, P.: *Le gisement de plomb de la Plagne (Savoie)*. -- *Sa liaison avec un paleotalus*. «Cab. Geol. Paris», n.º 74, 1964.
- ROUTHIER, P.: *Quelques contribution relatives au lien entre la sédimentation et les mineralisations stratiformes*. Cab. Geol. Paris», n.º 74, 1964.
- SIERRA, J. etc.: *Origen de algunas mineralizaciones de fluorita y galena de la Sierra de Gádor, en relación con la sin-génesis y la epigénesis*. «Notas y Comunicaciones del I. G. M. E.», mayo-junio, n.º 97-98, 1967.
- DE SITTER, L. U.: «Structural Geology».
- SNYDER, F. G., etc.: *Sedimentary breccias in the Southeast Missouri lead District*. «Bull. G. S. of A.», n.º 69, 1958.
- WEGMAN, C. E.: *Note sur le boudinage*. «Bull. Soc. G. de France», Ser. 5, 477-489, 1932.

## Mapa pluviométrico de la isla de Gran Canaria

por E. FERNANDEZ GONZALEZ

El mapa que se acompaña a la presente Memoria, está formado tomando como índice o cota pluviométrica la proporcionada por estaciones que llevan más de 16 años de observación ininterrumpida.

Aunque este período es relativamente corto y comprendemos que un mapa en tal sentido debería alcanzar por lo menos a medio siglo, lo hemos confeccionado por considerarlo muy necesario para cuantos estudios pretendan desarrollarse sobre aprovechamientos de aguas superficiales, subterráneas, o repoblaciones forestales, en los que de una manera directa influyen los datos pluviométricos de cada lugar.

Con el fin de mejorarlo en su día, no sólo se continúa el servicio con las estaciones que han servido de base para confeccionarlo, sino que, por el contrario, en estos últimos años se llevó a cabo una importante ampliación del número de aparatos de la red, a fin de rellenar huecos y obtener mayor precisión en puntos clave.

Nos vimos forzados a realizarlo, ya que ha de servir como piedra fundamental al trabajo que personalmente estamos realizando y al que llamamos «Balance Hidráulico de las aguas subterráneas de la isla de Gran Canaria y su relación directa con los manantiales y alumbramientos mediante pozos y galerías».

Como indicábamos en otro trabajo relativo a las lluvias de la isla de Lanzarote, se instalaron en el año 1924 en esta isla, dos pluviómetros en los lugares de La Hoya del Gamonal y Lomo del Aljorradero, por la Compañía inglesa que tenía a su cargo el servicio de abastecimiento de aguas a la población de Las Palmas, con los que se iniciaba la red y las observaciones, sin que hasta el año 1935 fuera ampliada, fecha en la que comenzamos nuestros primeros trabajos de recopilación e instalación de aparatos.

Pues bien, hemos obtenido la media de los 43 años que nos proporcionan estos dos aparatos y

las diferencias con la media de los 16 últimos transcurridos ha sido inferior a los 15 litros en ambos aparatos, siendo menor la del grupo de los 43 años a la de los 16 últimos.

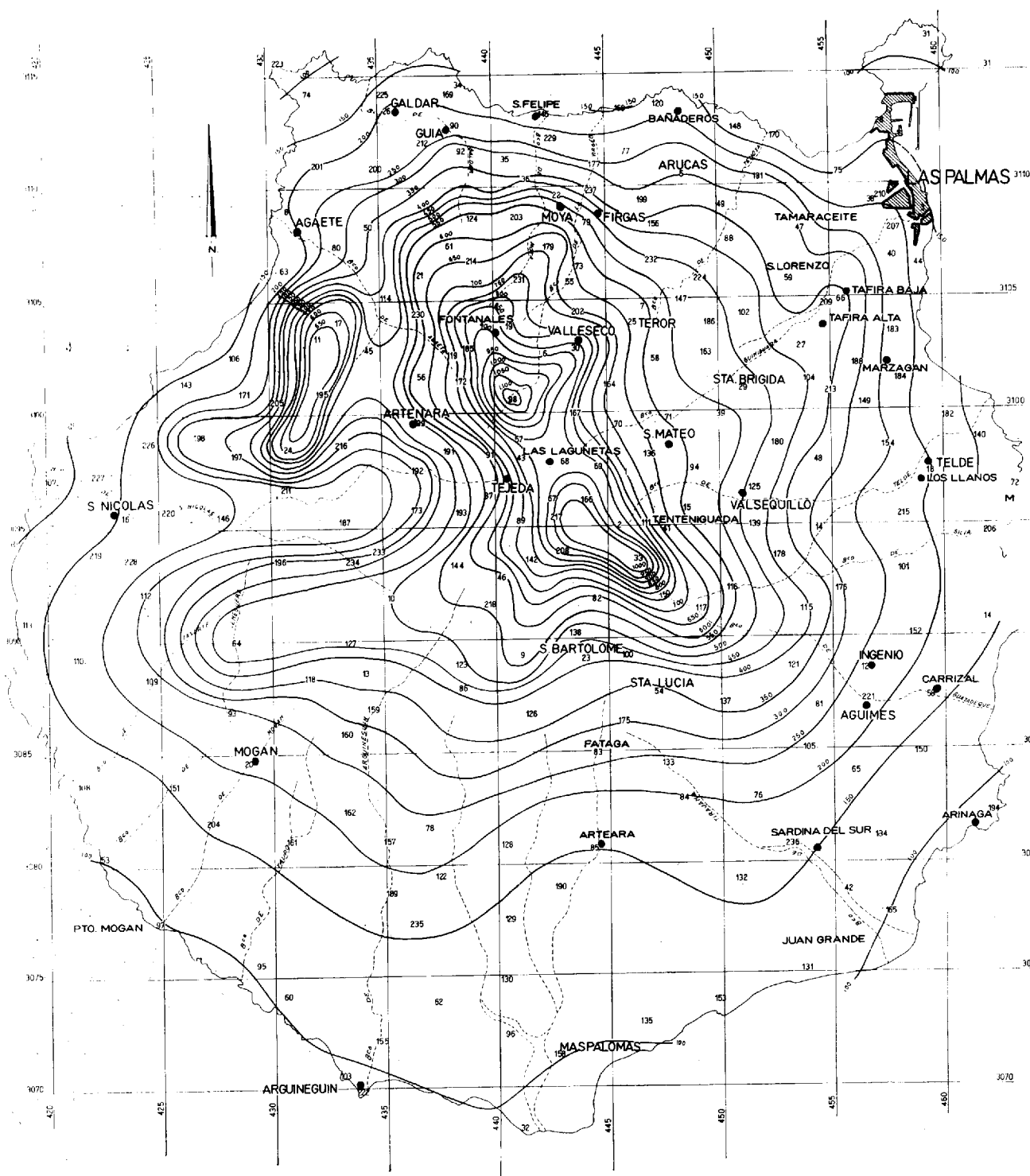
Bien es verdad que si hacíamos la comparación con otro determinado número de años, esta diferencia (en mayor o menor cantidad) se nos volvía en sentido contrario, como consecuencia de que entrase en la comparación un año muy seco o un año muy lluvioso.

Lo mismo nos sucedió con las otras 13 estaciones que rebasan los 32 años de observación, pues, en una misma estación era menor el índice de los 16 últimos años, si tomábamos en cuenta los 32 años y pasaba a ser mayor al compararlo con 28 ó 30, y en otras estaciones sucedía en sentido inverso.

Ha de influir en estos registros, indudablemente, la pulcritud y esmero en realizar las lecturas por los observadores, que en sus primeros años de trabajo comenzaron por no anotar las décimas de litro, e incluso algunas de las pequeñas lluvias que no alcanzaban a una unidad eran despreciadas, defectos que fueron corregidos con el cambio de observador, y en otros, hasta cambiando en unos metros la posición del aparato por no ser correcta la instalación. No debemos olvidarnos que gran parte de los pluviómetros están en manos de labradores cuyo nivel cultural es bajísimo, pero ponen su buena voluntad realizando la lectura del pluviómetro y cojen la azada después para labrar su pequeña finca.

Teniendo en cuenta que esas diferencias por ser de muy poca monta en nada modificarían el trazado de las isoyetas, nos decidimos a tomar el ciclo común de los 16 últimos años y de 143 estaciones, ya que al ampliarlo en el sentido del tiempo, reducíamos excesivamente el número de estaciones, no siendo suficientes los datos para la confección del mapa y, por el contrario, si queríamos hacer entrar un mayor número de estaciones, nos encon-





trábamos que el índice que obteníamos, como consecuencia del menor número de años de observación, presentaba en muchos casos grandes dife-

rencias con las medias de las estaciones que tenían una larga serie de años de observación. No acompañamos a la presente Memoria, todo

los cuadros realizados con las distintas combinaciones por considerarlos sin objeto, pero sí indicar como confirmación al plan realizado, que tomando como base los datos proporcionados por el Observatorio Meteorológico del aeropuerto de Gando, realizados por personal especializado, los resultados fueron los siguientes:

Índice de nuestro mapa para los últimos 16 años ..... 155,6  
Media de los 25 años que llevan haciéndose registros. 154,6

Demuestra lo anterior que el ciclo por nosotros fijado, es bastante concordante con las medias que corresponden a cada lugar, y de todas formas, no pretendemos que este trabajo ponga fin al estudio de las lluvias de Gran Canaria, sino que, por el contrario, como decíamos anteriormente, ha de ser continuado y ampliado, a fin de obtener la debida corrección del mismo.

Sobre el rigor científico de nuestro mapa, en relación con el de España peninsular, redactado por el Ingeniero de Caminos D. Pedro M. González Quijano, profesor de Hidráulica e Hidrología de la Escuela del Cuerpo, en el año 1946, según se indica en la página 136 de su Memoria, el número de estaciones y años de observación resulta así:

	Mapa Nacional del Sr. González Quijano		Mapa Gran Canaria redactado por nosotros	
	Total aparatos	Por cada 1.000 Km <sup>2</sup>	Total aparatos	Por cada 1.000 Km <sup>2</sup>
Con más de 30 años...	47	1,0	2	1,3
De 15 a 39 años.....	267	5,4	15	10,0
De 9 a 15 años .....	283	5,7	143	93,0
Con menos de 9 años...	1.182	21,0	225	147,0

Así mismo, en la página 137 se dice que para su confección dispuso de datos proporcionados por una estación cada 276 kilómetros cuadrados. Para nosotros, la misma comparación resulta ser de una estación cada 7 kilómetros cuadrados, teniendo en cuenta los que no llevan los 9 años de servicio, y una estación cada 11 kilómetros cuadrados los que rebasaron los 16 años, únicos que hemos tenido en cuenta para obtener las medias, aunque el resto los usáramos como simple orientación y ayuda en la confección de las isoyetas.

Debemos tener presente que este saldo a nuestro favor, nace, no sólo del pequeño número de aparatos que cuando hizo su trabajo el Sr. González Quijano estaban funcionando en el territorio nacional, sino, que en el momento actual la provincia que más pluviómetros tiene por unidad de superficie es la de Málaga, que cuenta con un pluviómetro cada 60 kilómetros cuadrados, se-

guida de Jaén, con uno cada 71 kilómetros, y Sevilla y Granada, con uno cada 78.

Por el contrario, nuestra red en el momento actual cuenta con 237 aparatos, que para sus 1.532 kilómetros cuadrados nos da un pluviómetro cada seis kilómetros, cifra esta que no tenemos noticias de que haya sido superada ni igualada en lugar alguno donde se realicen observaciones pluviométricas.

Como era de suponer, el mapa guarda, en líneas generales, gran parecido con los años en que las precipitaciones se extienden por la isla en forma regular. Aparecen los tres núcleos de que hablamos en las Memorias anuales que venimos enviando al Instituto Geológico, siendo el más importante el que corresponde al lugar llamado La Retamilla, que rebasa los mil litros por metro cuadrado con sus 1.140, cantidad ésta que resultará sorprendente para quienes no conozcan o tengan una idea aproximada de la pluviometría y el relieve de la isla de Gran Canaria, pero mayor será si indicamos que en ese mismo lugar, en el año 1955/56, se llegó a los 2.043 litros en 80 días, y en el año 1962/63 se alcanzó la máxima con 2.238, en 73 días. Desgraciadamente para la isla, este núcleo es de pequeña superficie, aunque afortunadamente es una zona recubierta totalmente por lapillis, con grandes espesores que producen casi una infiltración total, y en especial por la parte Oeste del emplazamiento del aparato, donde nunca pueden apreciarse ni aún pequeños arroyos.

El otro núcleo más importante en el que también se rebasan los 1.000 litros por metro cuadrado y año, corresponde a la zona de Cuevas Blancas, con 1.096 litros en 78 días. También en los años indicados anteriormente fueron intensísimas las precipitaciones en este lugar, rebasando los 2.000 litros, llegando a 2.413 en 114 días en el año 1955/56 y alcanzando la máxima de 2.508 en el año 1962/63, que a su vez es la máxima registrada en un año para todos los lugares de observación. Asimismo como la zona anterior está recubierta de grandes masas de elementos escoriáceos (aunque más antiguos) que proporcionan un elevado índice de infiltración.

Si observamos la posición de estos dos grandes núcleos, así como la forma dominante de las isoyetas, vemos que corresponden sensiblemente (con un pequeño desplazamiento hacia el Este) con la dorsal o mayores cotas de la isla, lo que nos lleva a la conclusión de que, en su mayoría, las lluvias de Gran Canaria son lluvias de «relieve».

Hay un tercer núcleo de menos importancia, que casi todos los años se forma y que corresponde a los pinares de Tamadaba, que alcanza una media de 653 litros en 86 días, donde también en el



año 1962/63 se llegó a los 1.059 litros en 94 días, pero a diferencia con los anteriores, no fue en el 55/56 cuando se alcanzó la máxima, sino en el 53/54, con 1.196 litros en 130 días.

Debemos destacar el fenómeno importante de las grandes depresiones geográficas que coinciden también con el de las lluvias. Vemos, en efecto, que la gran cuenca del barranco de San Nicolás de Tolentino, que se prolonga hacia Tejeda y constituye el mayor barranco de Gran Canaria, con sus importantes afluentes, forma al mismo tiempo un gran bache en cuanto a las precipitaciones se refiere, guardando gran analogía las isoyetas con las curvas de nivel. Paradójicamente, sus esorrentías son las que mayor caudal de agua proporcionan a las presas construidas en su parte baja, pero debemos tener en cuenta que este barranco se inicia en las proximidades del 2.º núcleo al que antes nos referíamos, así como también la gran amplitud de su cuenca, y que los terrenos que forman sus laderas están constituidos por roca viva al descubierto, sin apenas terrazas de cultivo, como sucede contrariamente en otros barrancos de la isla, en especial los de la zona Norte.

Otro fenómeno que es interesante destacar, porque se repite todos los años, es el bajón producido en las lluvias y en concordancia con el terreno en la garganta que forman las montañas que nos quedan al Oeste de Artenara, con las de Tamadaba y que corresponde a la cuenca del barranco de Coruña. Es mayor proporcionalmente considerado lo que bajan las lluvias que lo que baja el propio terreno, formándose una especie de cañón que comunica la cuenca de Agaete-Coruña-Los Pérez, con la de San Nicolás.

Lo propio sucede con el «puerto» o paso por el que se atraviesa la cumbre de esta isla y que corresponde a la Cruz de Tejeda, que deja a de-

recha e izquierda los dos macizos montañosos, que son, a su vez, los dos núcleos de mayor lluvia a que nos referíamos anteriormente.

Finalmente, hemos de hacer resaltar la gran diferencia en lo que a precipitaciones se refiere en distintos lugares, y aunque contra esos indicados más de mil litros por metro cuadrado en las zonas cumbreiras, están los 93 y 95 de Morgán y Maspalomas, y de una media de 75 días en el año para aquellos sitios, pasamos a 8 en estos últimos

Este trabajo es el fruto de una paciente y continuada labor iniciada por el autor, instalando pluviómetros, incluso la mayor parte de aquellos que no son propiedad del Instituto Geológico, revisando las tarjetas recibidas de los observadores, verificando las sumas mensuales contenidas en ellas, haciendo las correcciones oportunas, reclamaciones de extravíos en correos y mandaderos, ya que éste no llega a muchos de los lugares donde se encuentran instalados los aparatos, llevando un registro de las lluvias diarias de cada estación, resúmenes mensuales y anuales, y como culminación de todo ello, la confección del presente mapa, que hizo necesario manejar los datos proporcionados por una media de 200 observadores a doce tarjetas cada año, desde que comenzaron sus anotaciones, lo que representó un movimiento superior a las 50.000 fichas, aparte de los cuadros a que nos referíamos en otro lugar de la presente Memoria, que concluimos con la relación de estaciones en la que hacemos figurar el número del observador para su identificación con el plano, y la lluvia media que corresponde a los 16 últimos años, señalando con unos guiones cuando la estación lleva funcionando menor número de años de aquellos 16 que nos sirvieron de cómputo para nuestro trabajo.

ANEJO NUMERO UNO

RELACIÓN DE ESTACIONES DE LA RED  
CON INDICACIÓN DE LA MEDIA CORRESPONDIENTE  
A LOS AÑOS 1951/52 A 1966/67

Relación de estaciones y su índice pluviométrico.

186	Acebuchal	—	104	Atalaya Sta. Brígida	397	85	Arteara	—
221	Adeje	—	24	Alta Vista	617	219	Artejeve	—
8	Agaete	196	69	Antona Gañanias	855	99	Artenara	480
220	Agua Salobre	—	212	Anzófé	—	5	Arucas Heredad	301
152	Aguatona	—	103	Arguineguín	82	46	Ayacata	567
81	Aguüimes	238	222	Arguineguín CESA	—	130	Ayagaures Data	120
169	Agujero	151	194	Arinaga Faro	80	129	Ayagaures D.ª Honda	—

128	Ayagaures Presa	167	80	Culata de Tejeda	718	171	Marquesa de Tirma	231
126	Bañadero Vivero	381	187	Chorrillo de Tejeda	—	184	Marzagán Hornos Rey	—
120	Bañaderos	172	77	Dolores Cambaluz	251	32	Maspalomas Faro	94
132	Barranco Las Palmas	169	42	Doctoral	134	158	Maspalomas Pueblo	—
231	Barranco Laurel	—	71	Draguillo San Mateo	546	149	Matanza, La	262
224	Barranco Lezcano	—	195	Degollada Cruz María	632	72	Melenara Montañeta	—
174	Barranco Pinar	666	76	Era del Cardón	199	217	Mesas, Las	—
206	Barranco Silva	160	173	Espinillo, El	—	67	Mesas Ana López	—
207	Barranco Mayorazgo	—	230	Fagagesto	—	102	Milagrosa	443
160	Barranquillo Andrés	281	58	Faro Espartero	—	147	Mirafior	—
84	Barrera, La	—	83	Fataga	239	204	Mogán Cercadillo	161
141	Barros Lomo Magullo	280	19	Fontanales Cisterna	832	97	Mogán Playa	93
114	Berrezales	404	73	Fuente Firgas	—	20	Mogán Pueblo	205
153	Berriel	118	226	Furel Alto	—	36	Mondragones Presa	393
178	Breza, La	388	227	Furel Bajo	—	214	Montaña Alta	—
229	Cabo Verde	—	119	Galeotes Cortijo	720	143	Montaña de Tirma	167
146	Caidero Niña Presa	193	26	Galdar Pueblo	212	94	Montañón	—
21	Caidero San José	611	14	Gando	155	27	Monte Coello	387
213	Campo de Golf	—	191	Guardaya	—	193	Moradas, Las	—
123	Canalizo, El	480	63	Guayedra	—	116	Moreno, El	—
216	Candelaria Presa	—	113	Güigüi	113	22	Moya Heredad	469
218	Candelillas	—	139	Hacienda Mocanes	434	127	Namerita Vivero	425
190	Cañada de la Penca	—	154	Higuera Canaria	—	10	Pajonales Pinar	497
237	Capellania Firgas (*)	—	192	Higuerilla de Tejeda	298	232	Palmar, El	—
183	Capón, El	—	2	Hoya Gamonal	890	3	Palmas, Las	152
75	Cardón Las Palmas	158	172	Hoya de Morón	—	122	Palomas	189
201	Cardonal de Galdar	—	117	Hoya de la Perra	669	140	Pardilla, La	148
236	Cardoneras CIEL	—	112	Hoyo, El	—	211	Parralillo Presa	—
165	Casa Santa	—	188	Hoyos, Los	—	115	Pasadilla, La	411
79	Casas de Matos	—	142	Hornos Presa	761	45	Pérez Presa	458
202	Caserón del Zumacal	532	64	Inagua	310	61	Piedra Molino Bascamao	603
52	Carrizal	155	12	Ingenio	233	65	Piletas	165
157	Cercado Espino	216	31	Isleta Faro	—	163	Pinar y Caideros	—
86	Cercados de Araña	401	209	Jardín Canario	—	156	Portales Altos	—
57	Constantín	—	92	Jiménez Presa	328	4	Puerto Junta de Obras	136
162	Cortadores	—	131	Juan Grande	139	28	Puerto Playa Chica	147
208	Cortijo Las Huertas	—	56	Juncalillo	632	60	Puerto Rico	—
121	Cortijo Pajonales	—	68	Lagunetas	873	150	Rosas Almatriche	—
111	Cortijo del Roque	—	196	Lina Pinar	358	50	Rosas Cortijo	344
185	Cortijo de Pavón	—	1	Lomo Aljorradero	702	148	Rosa Silva	111
182	Cortijo San Ignacio	—	177	Lomo Blanco	—	98	Retamilla (1)	1.113
105	Corralillos	232	215	Lomo Cementerio	—	91	Rincón de Tejeda	604
160	Costa Ayala	—	180	Lomo Las Gavias	—	41	Rincón Tenteniguada	—
134	Cruce de Sardina	—	37	Lomo Majadilla	872	164	Ríos, Los	—
228	Cruz de la Cañavera	—	175	Lomo Morales	—	106	Risco de Agaete	184
144	Cruz del Carpio	—	38	Lomo Polvo	179	62	Salobre	102
43	Cruz de Tejeda	824	78	Lomos de Pedro Afonso	217	49	Santidad	—
205	Cruz de la Virgen	311	199	Lomo San Pedro	—	135	San Agustín	—
101	Cuatro Puertas	237	80	Longueras	275	168	San Andrés	150
166	Cueva Grande	987	40	Llano Las Brujas	216	23	San Bartolomé	404
51	Cueva del Paso	379	200	Llanos de Quintana	—	44	San Cristóbal	155
33	Cuevas Blancas	1.096	225	Llanos de Galdar	—	156	San Felipe	186
9	Cuevas del Pinar	553	235	La Lumbre	—	179	San Fernando Corvo	686
167	Cuevecillas	—	55	Madres, Las	629	155	San José Arguineguín	107
82	Culata Risco Blanco	—	39	Madroñal	536	59	San Lorenzo	337
			13	Majada Alta	384			
			107	Marciegas	—			

(\*) Ultimo instalado.

(1) Lugar de máxima.



136	San Mateo Poniente ... ..	595	66	Tafira Vivero ... ..	352	7	Teror Dominicás ... ..	551
48	San Roque ... ..	314	100	Taidia ... ..	405	25	Teror Hermandad ... ..	564
16	San Nicolás ... ..	153	11	Tamadaba Estado ... ..	653	197	Tifaracás ... ..	333
189	Sao Arquineguín ... ..	—	17	Tamadaba Samsó ... ..	674	233	Toscón de Tejada ... ..	—
29	Santa Brígida ... ..	469	47	Tamaraceite ... ..	303	88	Toscón Las Palmas ... ..	300
203	Santa Cristina ... ..	585	198	Tarajalillo ... ..	318	35	Tres Palmas ... ..	313
34	Santa Elena ... ..	175	176	Tarayuelas ... ..	304	70	Utiaca ... ..	630
54	Santa Lucía ... ..	347	161	Tauro Alto ... ..	—	6	Valsendero ... ..	894
90	Sta. María Guía Laboral ...	213	95	Tauro Bajo ... ..	—	125	Valsequillo ... ..	—
223	Sardina Norte Faro ... ..	—	109	Tazarte, El Arco ... ..	239	30	Valleseco ... ..	890
74	Sardina Norte Playa ... ..	106	108	Tazarte, Playa ... ..	137	93	Veneguera Casas ... ..	235
210	Schamann ... ..	—	110	Tazártico ... ..	177	151	Veneguera Inglés ... ..	145
234	Siberio ... ..	—	87	Tejada ... ..	—	53	Veneguera Playa ... ..	100
138	Sequero, El ... ..	—	18	Telde Narea ... ..	206	124	Verdejo ... ..	560
159	Soria-Presa ... ..	329	137	Temisas ... ..	360	118	Vinagreras Presa ... ..	—
133	Sorrueda Sitios ... ..	224	181	Tenoya ... ..	—			
96	Tablero Maspolanas ... ..	—	15	Tenteniguada ... ..	540			

Recibido el 10-XII 67.

## Límites de rentabilidad en la explotación de hidrocarburos

por E. DUPUY DE LÔME SANCHEZ y J. E. COMA GUILLEN (\*)

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como objeto estudiar las condiciones necesarias para que un descubrimiento de hidrocarburos sea económicamente rentable.

El primer capítulo examina la evolución que ha experimentado el consumo energético mundial en estos últimos decenios, y en función de ella intenta predecir cuál será la magnitud y las fuentes de energía que España utilizará en las próximas décadas.

Las cifras elevadas que se obtienen para el consumo de hidrocarburos en un futuro próximo, plantean a los autores la necesidad de analizar si el territorio español presenta condiciones objetivas favorables para la existencia de yacimientos de hidrocarburos.

Esta cuestión se aborda en el segundo capítulo. Los precedentes apartados sirven de introducción al tercero, donde se estudia, desde un ángulo cuantitativo, las condiciones necesarias para que un yacimiento sea económicamente explotable, en función de las profundidades, producciones unitarias de los pozos, cuantía de las inversiones realizadas durante la investigación, etc.

Finalmente, un anexo recoge una serie de consideraciones sobre la forma que inciden los distintos factores —fiscalidad, inversiones y gastos de explotación— en el precio del crudo.

### RÉSUMÉ

L'objet du présent travail est d'étudier les conditions nécessaires pour qu'un gisement d'hydrocarbures soit économiquement rentable.

Le premier chapitre examine l'évolution que la demande mondiale d'énergie a souffert pendant les dernières décades, et en fonction de celle-là il essaye de prédire queles seront les quantités et les sources de l'énergie à consommer en Espagne pendant les prochaines décades.

Les hauts chiffres prévus pour la demande d'hydrocarbures dans un future prochain imposent aux auteurs la nécessité d'examiner si le territoire espagnol présente des conditions objectives favorables à l'existence de gisements d'hydrocarbures.

Cette question est analysée dans le deuxième chapitre.

Les deux paragraphes nommés ci-dessus peuvent être considérés comme une introduction au troisième, dans lequel, d'un point de vue quantitatif, sont étudiées les conditions nécessaires pour qu'un gisement soit rentablement exploité, en raison des profondeurs, productions unitaires des puits, montant des inversions faites pendant l'exploration, etc.

Finalment, il y a un annexe où se recueillent une série de considérations sur l'influence des différents facteurs —taxes, inversions et coût d'exploitation— sur le prix du cru.

(\*) Doctores Ingenieros de Minas.



SUMMARY

The subject of the present report is to study the conditions for a hydrocarbons discovery to be rentable.

Chapter one treats the evolution suffered by the mondial energy consume during the last decades. In this connection, it is tried to foresay the magnitude and the resources of the energy to be consumed in Spain durin the next decades.

The high figures obtained for consume of hydrocarbons in a near future make it necessary to examine if the spanish territory has any objective conditions that might be favourable to the existence of hydrocarbons fields.

This question is stated in the second chapter.

The above mentioned paragraphs can be considered as an introduction to chapter three, which points out, from a quantitative point of view, the necessary conditions for a rentable development of field, taking into account depht and unitary production of the wells, amount of investments during exploration, etc.

Finally, an exhibit gathers a number of reflections about how the different factors —taxes, investments and development expenses— affect the price of crudes.

Hemos intentado, con el presente trabajo, examinar algunos aspectos de uno de los factores que han de influir de forma decisiva, a lo largo de los próximos años, en el desarrollo del balance energético de nuestro país.

De todos es sabido, efectivamente, la extraordinariamente rápida variación que, en un período de tiempo muy breve, ha experimentado el reparto de porcentajes entre las diferentes fuentes de suministro de energía de que se abastece la Humanidad, y más concretamente, limitándonos al ámbito económico en que nos hallamos involucrados, que se utilizan para hacer frente al consumo europeo.

En primer lugar, la oferta mundial de energía, que ha aumentado en un 12 por 100 en el período comprendido entre 1962 y 1965, alcanza ya, en este año, al equivalente anual de 1,6 Tm. de carbón por persona.

Resulta muy significativo el que, en el mismo año, el consumo energético por habitante en España alcance solamente a 1,378 toneladas equivalentes de carbón, por persona y año, es decir, todavía ligeramente inferior a la media mundial, que incluye, evidentemente, a todos los países subdesarrollados del «Tercer Mundo».

Como términos de comparación señalaremos que en Estados Unidos, en el mismo año, el consumo energético por persona fue de 9,2 toneladas equivalentes.

La mayor parte de los países de Europa Occidental alcanzan cifras superiores a las 3,3 toneladas equivalentes de carbón por persona y año.

Quiere ello decir que, para recuperar el retraso en que actualmente se halla en cuanto al consumo energético, deberá nuestro país incrementar este consumo de forma extraordinariamente rápida a lo largo de los próximos años.

Efectivamente, en los países del Mercado Co-

mún se ha previsto casi duplicar el consumo energético para 1975 en relación con las cifras de 1965. En consecuencia, si solamente nos resignamos a mantener el paralelismo con estos países, es decir, no recuperar el retraso actual, pero tampoco aumentarlo, habremos de duplicar, asimismo, nuestro aprovisionamiento de energía, en el período comprendido entre 1965 y 1975.

¿Cuáles serán, sin embargo, estas fuentes de aprovisionamiento de energía en el año 1975? ¿Y cuáles seguirán siendo en la década siguiente?

Según informes de la O. C. D. E. (de los que han sido obtenidos auna gran parte de los datos estadísticos de este trabajo), en 1950, en el área del Mercado Común, el carbón suponía el 82,5 por 100 de la energía total, la energía hidráulica el 3,2 por 100, y el petróleo solamente el 14 por 100. El gas natural ascendía al 0,3 por 100.

Ya en 1955, los porcentajes son, en Europa occidental, los siguientes:

Carbón .....	74,4 %
Energía hidráulica .....	3,3 %
Petróleo .....	21,4 %
Gas natural .....	0,9 %
	100 %

En 1964, el reparto de porcentajes es el siguiente:

Carbón .....	49 %
Energía hidráulica y otras .....	1,2 %
Petróleo .....	44,6 %
Gas natural .....	2,2 %
	100 %

Para 1980 se prevé una variación estructural importante, pero producida siempre en el mismo sentido.

Efectivamente, en estas fechas, la distribución del consumo de energía en Europa Occidental, ha sido calculada de esta forma:

Carbón .....	24 %	} 13 %
Energía hidráulica .....	3 %	
Nuclear y otras .....	10 %	
Petróleo y gas natural .....	63 %	
	100 %	

En España, el fenómeno ha seguido un camino absolutamente idéntico, aunque los porcentajes hayan debido, forzosamente, adaptarse a las especiales características geográficas y geológicas de nuestra nación, así como al proceso de desarrollo de nuestra economía.

¿Cuál será esta evolución en España, cara al futuro? Evidentemente, el proceso irreversible de la integración cada vez mayor dentro del ámbito económico europeo habrá de llevarnos a una gran similitud, con la media de los países europeos, en la distribución del balance energético.

Quiere ello decir que hacia el año 1980 la participación del carbón en el consumo energético total no será probablemente superior al 20 por 100. Hay sin embargo, que advertir que el porcentaje se establecerá sin embargo, sobre una cifra total de consumo de energía cerca de tres veces superior a la actual. Ello implica, por tanto, un consumo de carbón superior en más de un 50 por 100 al obtenido actualmente, lo cual constituye un importante argumento en favor de cuantos esfuerzos se hagan, a nivel estatal y empresarial, para aumentar el rendimiento de nuestras explotaciones carboníferas.

En cuanto a la energía hidráulica, se halla ya próximo a alcanzar el tope en cuanto a la posibilidad geográfica de construir nuevos aprovechamientos dentro de los módulos actuales de rentabilidad. Aún iniciando la construcción de nuevas presas más costosas en relación con la capacidad de utilización, es inevitable contemplar un futuro descenso en la participación de la energía hidráulica dentro del gasto energético total.

Resulta difícil prever la participación que la energía de origen nuclear pueda tener en el balance energético del año 1980. Según los cálculos de la O. C. D. E., esta energía nuclear supondrá, en los países del Mercado Común, solamente un 10 por 100 del balance energético para el año 1980. Hay que tener en cuenta, además, que hoy por hoy, la energía nuclear, como tal fuente, sólo

se utiliza para la producción de electricidad. Y ésta, como media, sólo representa un 25 por 100 del consumo total de energía en los países desarrollados. Por lo que antecede, parece que este 10 por 100 habría de constituir, en todo caso, un tope máximo en cuanto a la participación, en 1980, de la energía nuclear dentro del consumo total energético de nuestro país.

Cabe por tanto, admitir que la participación de la energía hidráulica y nuclear, conjuntamente, haya de representar, hacia 1980, una cifra del orden del 20 por 100 del total español.

Ello nos llevaría a que, dentro de 12 años, el 60 por 100, aproximadamente, del consumo energético de nuestro país habrá de basarse sobre el petróleo y el gas natural; cifra que, por otra parte, se halla perfectamente en línea con la adaptación a nuestras características, de las cifras medias para Europa Occidental previstas para el mismo año por la O. C. D. E.

Como consecuencia inmediata de todo ello, no resulta disparatado llegar a suponer que para este año de 1980 el consumo de petróleo y gas natural en nuestro país habrá de oscilar alrededor de una cifra no lejana a los 60 millones de toneladas de petróleo.

Si para entonces no dispusiese España de producción comercial de hidrocarburos, y hubiera que importar, como ahora, la totalidad de estos 60 millones de toneladas, ello supondría un desembolso en divisas en el orden de los mil millones de dólares anuales.

La magnitud de esta cifra obliga a considerar muy seriamente el problema de las futuras fuentes de suministro de petróleo crudo y gas natural para abastecimiento de nuestro país.

Cierto es que las reservas mundiales de petróleo y gas siguen aumentando, y que cada año se multiplican los nuevos descubrimientos, que ponen de manifiesto la presencia de yacimientos inexplorados con que hacer frente a la demanda del futuro.

Por ello, no existen temores fundados en cuanto a la existencia «física» de reservas suficientes para cubrir las necesidades mundiales de petróleo y gas, al menos durante los próximos 30 años.

Ello, no obstante, a nadie se oculta la extrema sensibilidad del mercado mundial del petróleo, que se ve agudizada por la circunstancia de que una parte muy importante de las reservas se encuentre situada en países que todavía no han alcanzado la necesaria estabilidad económica y política.

Debe ser, por tanto, motivo de importante preocupación el que, en el futuro, el 60 por 100 del consumo energético del país haya de depender de un producto cuyo mercado, prácticamente



fuera de nuestro control, pueda hallarse sujeto a tan bruscas e imprevisibles oscilaciones.

Sería ésta una más entre las múltiples razones al caso pudieran aducirse, para insistir en la absoluta necesidad de que nuestro país se prepare para poder contar con reservas propias de hidrocarburos líquidos y gaseosos con que hacer frente, al menos, a una parte importante de su futuro consumo.

No es el objeto de este trabajo el discutir sobre la conveniencia de que estas reservas de hidrocarburos se obtengan dentro de nuestras fronteras, o fuera de ellas. Ya ha sido debidamente considerada esta cuestión en otras publicaciones, y por plumas más autorizadas que la nuestra.

Bástenos decir que, a nuestro juicio, no puede haber la más ligera duda sobre las enormes ventajas que, bajo todos conceptos, supondría el poder disponer, en el substratum de nuestro país, de reservas explotables de petróleo y gas.

Hasta tal punto insistimos en esta cuestión, que consideraríamos un error de muy graves repercusiones, el que se distrajera una parte importante del potencial investigador de la Nación, tanto técnico como económico, en llevar a cabo trabajos de investigación de hidrocarburos fuera de nuestras fronteras, mientras no hubiese quedado suficientemente demostrada la esterilidad, a este respecto, del subsuelo español.

Dejamos aparte la excepcional salvedad de que pudieran llegar a obtenerse concesiones en el exterior, en condiciones extremadamente ventajosas. En función del endurecimiento progresivo del mercado de concesiones, esta salvedad es cada vez más improbable, y prácticamente sólo podría llegar a concretarse haciendo juzgar de forma eficaz nuestro creciente consumo. Y es evidente que esta misma baza puede emplearse, como de hecho se lleva ya a cabo por las empresas refinadoras, en la negociación de los contratos de suministro de crudo.

Llegamos, por tanto —muy rápidamente en este artículo—, a la conclusión de que será necesario, en las próximas décadas, llevar a cabo el máximo esfuerzo posible, para obtener, en España, una producción comercial de hidrocarburos líquidos y gaseosos con que hacer frente, al menos, a una parte sustancial de nuestro creciente consumo.

Ahora bien, dos objetivos importantes se presentan frente a esta afirmación.

La primera de ellas estriba en que nuestro país se halla ya suficientemente investigado, y que no existen en él razonables posibilidades de encontrar acumulaciones explotables de hidrocarburos.

La segunda objeción afirma, en general, sin gran conocimiento de causa, que aún en el caso

de que estas acumulaciones fuesen puestas de manifiesto, su explotación sería extremadamente onerosa, y fuera de todo límite de rentabilidad. Abonarían esta hipótesis la reducida dimensión de los posibles yacimientos, las débiles productividades por pozo, habida cuenta de las reducidas porosidad y permeabilidad que cabe encontrar, y finalmente, la gran profundidad de los sondeos de exploración y desarrollo y, consiguientemente, su elevado costo.

En las páginas siguientes vamos a examinar cuidadosamente estas posibles objeciones, pero anticipamos ya las conclusiones a que nos ha conducido un análisis objetivo y metódico del problema.

Son estas conclusiones las siguientes:

1.<sup>a</sup> En España, la densidad de trabajos y sondeos de investigación petrolífera realizados hasta la fecha es todavía muy ampliamente insuficiente para que pueda reputarse nuestro subsuelo como estéril desde el punto de vista petrolífero.

2.<sup>a</sup> Existen en España peninsular muy razonables posibilidades de encontrar, después de una densidad de trabajos suficientes, acumulaciones de petróleo susceptibles de ser explotadas comercialmente.

3.<sup>a</sup> Solamente una concatenación de hallazgos afortunados permitiría que la eventual producción de petróleo crudo obtenida en el subsuelo de la España peninsular hiciera posible el autoabastecimiento de petróleo, o al menos, la satisfacción de un porcentaje grande del consumo nacional.

Sin embargo, estas posibilidades aumentan muy grandemente si se tiene en cuenta la plataforma litoral, tanto en el área mediterránea como en la cantábrica, y las plataformas litorales del Sahara Español y de los territorios de Río Muni y la isla de Fernando Poo.

4.<sup>a</sup> Son por otro lado mucho mayores las posibilidades de encontrar en el subsuelo de la península acumulaciones comerciales de hidrocarburos gaseosos que permitan satisfacer la demanda nacional de gas natural. Hay que tener en cuenta que un abastecimiento suficiente de gas natural reduciría, además, considerablemente el consumo de petróleo crudo, ya que una parte muy importante de sus derivados (l. p. g., naftas, fuel oil) puede muy ventajosamente sustituirse en su empleo por el gas natural.

5.<sup>a</sup> Finalmente, el petróleo crudo alumbrado en España peninsular sería perfectamente competitivo en precio en comparación con los crudos importados. Y ello, hasta tal punto que serían explotables comercialmente en España, a título de ejemplo, yacimientos con producciones de sólo 20 toneladas por pozo y día, y reservas de sola-

mente tres millones de toneladas, que hubieren de explotarse con sondeos de hasta 2.000 metros de profundidad.

6.<sup>a</sup> Las condiciones para el gas natural son todavía más ventajosas. Desgraciadamente, en este trabajo no nos es posible, por limitaciones de tiempo y espacio, extender nuestro estudio al cálculo de las condiciones de rentabilidad de los yacimientos gasíferos españoles. Este estudio será el objeto de un próximo trabajo, ya en preparación.

## II. YACIMIENTOS DE HIDROCARBUROS EN ESPAÑA

No nos es posible, dentro de esta publicación, extendernos en un análisis detallado de las características geológico petrolíferas de nuestro país, ni tampoco es ése su objeto principal.

Nos remitimos al efecto a la serie de excelentes trabajos publicados sobre el particular, la solvencia de cuyos autores es además sobradamente conocida.

Bástenos ahora con trazar un breve inventario de las posibilidades petrolíferas de las diferentes cuencas sedimentarias que ocupan una parte muy importante de nuestro subsuelo.

Las investigaciones petrolíferas en España, llevadas a cabo de forma sistemática y con base científica dieron comienzo en el año 1940, con los trabajos de Ciepsa y de Campsa.

La incorporación del I. N. I. a la investigación en el año 1952 originó una considerable intensificación de los trabajos y, finalmente, un nuevo impulso a la exploración fue obtenido con la promulgación, en el año 1958, de la Ley para el Régimen Jurídico de la Investigación y Explotación de Hidrocarburos.

Como resultado de estos 27 años de investigación petrolífera, se han realizado estudios geológicos y mediciones geofísicas en la mayor parte de nuestras cuencas sedimentarias, y se han perforado hasta el final de 1966 unos 403.000 m. de sondeos de investigación petrolífera.

A pesar del enorme esfuerzo que esta labor supone, su volumen es todavía, como hemos dicho, ampliamente insuficiente.

Bástenos decir, a título de ejemplo, que el número de sondeos de exploración petrolífera por 10.000 Km<sup>2</sup> de superficie sedimentaria es de 12, siendo así que en otros países de Europa Occidental, con posibilidades análogas a las nuestras, este número oscila entre 70 y unos 150.

Pero, además, al ritmo actual de los trabajadores en uno y otros países, la diferencia aumenta paulatinamente cada año.

Si bien son muchas las formaciones geológicas

que en nuestro país pueden considerarse como petrolíferas, es decir, como eventuales objetivos en la exploración de hidrocarburos, cuando poseen una cobertura suficiente, y un adecuado dispositivo estratigráfico o tectónico, vamos a limitarnos a enumerar, en este sucinto inventario, aquellas a las que en el estado actual de la investigación se atribuye mayor importancia.

Son éstas las siguientes:

### Triásico:

Calizas y domolías del Triás.  
Bético en facies alpina.  
Calizas y dolomías del Muschelkalk.

### Liásico:

Carñiolas, calizas y dolomías del Bético.  
Calcarenitas y calizas del Liás Medio y Superior.

### Jurásico:

Dolomías del Dogger previas a la transgresión Argoviense.  
Calcarenitas y calizas del Jurásico Superior.

### Cretácico Inferior:

Series calcáreo-dolomíticas del Berriasense Inferior y Purbekiense.  
Arenas y areniscas de la parte inferior del Eocretácico en facies wealdense.  
Calizas arrecifales del Aptense.  
Arenas y areniscas albenses.

### Cretácico Superior:

Areniscas cenomanenses.  
Calcarenitas, calizas y dolomías cenomanenses y turonenses.  
Dolomías, calcarenitas y calizas biohérticas del Senonense.

### Eoceno:

Arenas, areniscas y margas arenosas del Paleoceno y Eoceno Inferior.  
Calizas arrecifales del Eoceno Inferior.

### Mioceno:

Series detriticas en el Aquitano-Burdigalense.  
Areniscas y arenas burdigalenses.  
Areniscas, arenas y calizas vindobonienses.



Como puede verse, los objetivos son muy diversos y abren en principio amplias perspectivas para la exploración.

Veamos ahora, también, muy sucintamente, la distribución, por cuencas geológicas, de estos objetivos.

En el Norte de la Península, y comenzando esta revisión de Oeste a Este, encontramos, en primer lugar, las cuencas mesozónicas, en relación más o menos directa a lo largo de los diferentes ciclos sedimentarios, con la gran cuenca cantábrica.

En ellas el máximo interés, especialmente después del descubrimiento de Ayoluengo, radica en la parte inferior de los sedimentos en facies wealdense. Sin embargo, no es posible descartar las posibilidades del Jurásico e incluso, de las arenas albeses en facies de Utrillas. El desarrollo de cuidadosos estudios de sedimentología, con especial atención a los problemas de aportes y de evolución de facies, y nuevas detalladas campañas de mediciones sísmicas, utilizando las técnicas más recientes, permitirán con gran probabilidad descubrir nuevas estructuras, o entrapamientos estratigráficos o tectónicos, que den origen al descubrimiento de acumulaciones comerciales de hidrocarburos en estas formaciones.

Más al Este, en la gran cuenca cantábrica, las posibilidades siguen siendo muy grandes, no obstante, el esfuerzo de exploración realizado. El Jurásico y la base del Cretáceo Inferior, a pesar de la gran profundidad de estos objetivos, siguen presentando muy acentuado interés. Las series biohémicas y arrecifales del Aptense y Albense, los tránsitos de facies entre el Alberise y el Cenomanense, marinos en el centro de la cuenca, y litorales o fluvio-lacustres en los bordes, dan origen asimismo a dispositivos estratigráficos muy favorables para la génesis y acumulación de hidrocarburos. Finalmente, no debe descartarse la posibilidad de encontrar acumulaciones secundarias de hidrocarburos en las formaciones calizo-dolomíticas del Cretáceo Superior cuando éstas se hallan debidamente protegidas.

Todavía más al Este, ya en borde meridional de los Pirineos, a las posibilidades, aún inéditas, del Eoceno, hay que agregar las muy interesantes perspectivas que se abren para las series jurásicas y cretáceas. La extrema movilidad de esta zona, directamente reflejada en los ciclos sedimentarios, da lugar a figuras paleogeográficas de innegable interés petrolígeno.

Más a Levante, encontramos el Eoceno Inferior catalán, tan rico en indicios y manifestaciones petrolíferas. Sin ocultar el problema que en cuanto a porosidades y permeabilidades se presenta en estas formaciones, la exploración de las mismas no

ha sido lo suficientemente intensa para que sus posibilidades hayan de descartarse.

Hacia el Sur está prácticamente sin emprender la investigación sistemática del Prebético de Levante, con objetivos también esencialmente jurásicos y cretáceos, en cuya región el resultado negativo de los primeros sondeos no puede ser suficiente razón para un abandono, ahora prematuro, de la explotación.

Las características sedimentarias son más favorables en el Prebético Interno, pero la compleja disposición tectónica de esta región supone una innegable dificultad para la investigación petrolífera. Ello, no obstante, se encuentran en marcha muy interesantes trabajos de exploración en esta parte interna del Prebético.

Más al Sur, se encuentra la región Subbética, dominada por series olistrostrómicas, que dan al país una extraordinaria complejidad en superficie.

El substratum autóctono por debajo del olistros tro debe poseer, a juzgar por su disposición dentro del ámbito sedimentario, características petrolíferas favorables. Si bien su exploración es indubablemente muy difícil, en otros países del Mediterráneo, concretamente en Italia, han sido halladas acumulaciones explotables de hidrocarburos por debajo de series olistrostrómicas idénticas a las que ahora nos ocupan.

Párrafo aparte merecen las cuencas miocénas interiores y litorales.

La cuenca del Guadalquivir, las cuencas terciarias interiores del Sureste, la que se extiende desde el Mar Menor hasta Alicante, e incluso las zonas litorales de las cuencas terciarias levantinas, contienen frecuentes indicios de hidrocarburos y características sedimentarias adecuadas para la génesis y acumulación de los mismos. Se están ya emprendiendo trabajos de exploración en estas cuencas, y no sería de extrañar que una intensificación de los mismos pusiese de manifiesto la presencia de producciones, que, aunque no muy grandes, puedan hallarse perfectamente dentro de los límites de explotabilidad comercial.

Mucho mayor interés presentan a este respecto las plataformas continentales. En lo que al Mediterráneo se refiere, el área del delta del Ebro y la plataforma al Sur de la misma ofrecen, en cuanto al Neógeno, un atractivo muy considerable, sin descartar por ello las posibilidades del substratum mesozoico infrayacente.

Lo mismo puede decirse de la plataforma costera de Castellón y Valencia, e incluso, de algunas áreas de la plataforma costera de Alicante, que ya están siendo objeto de trabajos de exploración.

Más al Sur, es indudable la prolongación hacia el mar de las cuencas miocénas de Alicante y Mar Menor a que antes nos hemos referido.

Finalmente, la exploración, que ahora comienza, en la plataforma costera de Huelva, ofrece a todas luces un gran interés.

A pesar del resultado negativo de los dos sondeos efectuados, qué duda cabe de que las posibilidades petrolíferas de la plataforma costera del Sahara Español se encuentran prácticamente inéditas. Es muy de desear que una intensificación de los trabajos de exploración allí iniciados permita aclarar esta importantísima incógnita.

Finalmente, las plataformas litorales de Fernando Poo y Río Muni constituyen áreas petrolíferas de extraordinario interés, cuya exploración ya ha comenzado bajo buenos auspicios.

No queremos cerrar este párrafo sin referirnos también de nuevo a la Península, a las posibilidades que se ofrecen para el descubrimiento de hidrocarburos gaseosos que tengan como génesis la recarbonización de capas de hulla a gran profundidad.

A estos efectos, la región asturiana, su plataforma costera y la muy probable prolongación de las cuencas carboníferas por debajo del recubrimiento terciario y mesozoico del valle del Guadalquivir, presentan apasionantes problemas para la investigación de hidrocarburos.

Ante este cuadro tan rápidamente trazado, se comprenderá fácilmente hasta qué punto es evidente que la exploración petrolífera en España se halla sólo en sus comienzos, y que será necesario un gran esfuerzo antes de poder afirmar que nuestro país es estéril para la producción comercial de hidrocarburos, o antes de alcanzar esta producción comercial en cantidades suficientes para producir un impacto en el balance energético nacional.

Queda, por tanto, por discutir la posible rentabilidad de los yacimientos de petróleo y gas que en España pudieran encontrarse. En lo que a lo primero se refiere, de ello vamos a ocuparnos en las páginas siguientes.

En cuanto a las rentabilidades de los yacimientos de hidrocarburos gaseosos, habrá de ser éste,

como ya hemos anunciado, el tema de un próximo trabajo.

### III. RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES EN LA EXPLOTACIÓN DE PETRÓLEO

El presente capítulo pretende examinar la investigación de hidrocarburos en España bajo una óptica puramente económica, la de la rentabilidad de las inversiones, dejando de lado cualquier otra consideración que no sea ésta de obtener un interés mínimo al dinero empleado.

En las páginas que siguen se desarrolla un supuesto: se parte del plan de inversiones que, dedicado a la prospección de hidrocarburos, ha elaborado una Compañía X. En función de éste se calcula la magnitud y características del yacimiento que se debe encontrar para que el dinero invertido encuentre una rentabilidad mínima.

Con ello pretendemos expresar cuantitativamente la relación que existe entre las sumas empleadas en la investigación y desarrollo de un campo y la magnitud y características que debe éste poseer para que la operación sea rentable financieramente.

Asimismo, a través del desarrollo de este ejemplo, exponemos la marcha a seguir para tratar este tipo de cuestiones que pensamos son, en último término, determinantes de cualquier actividad económica del hombre.

Se ha dividido el trabajo en dos partes: En la primera, se analizan una serie de factores que intervienen en la producción de los hidrocarburos y que condicionan, junto con la fiscalidad, el precio de ellos. Esta primera parte sirve de base a la siguiente, en la que se resuelve el problema planteado.

Finalmente, el Anexo recoge una serie de consideraciones sobre la forma que inciden los distintos factores —fiscalidad, inversiones, y gastos de explotación— en el precio del crudo.

#### 1.ª PARTE

##### 1. SÍMBOLOS

- V = Precio de 1 Tm. de hidrocarburos líquidos, CIF refinería española.  
 T = Coste total del transporte de 1 Tm., incluyendo amortización de las instalaciones de transporte.  
 P = Coste total de producción de 1 Tm., in-

cluyendo amortización de las instalaciones de producción.

$C_t$  = Costes directos del transporte de 1 Tm. o gastos de funcionamiento (sin incluir cargas financieras).

$C_p$  = Costes directos de producción o gastos de funcionamiento (sin incluir cargas financieras).



- $I_t$  = Inversiones totales realizadas en el transporte.
- $I_p$  = Inversiones totales empleadas en la producción.
- $I_E$  = Inversiones realizadas durante el período de investigación.
- $I'_E$  = Inversiones de investigación actualizadas al final de 1975. Interés del dinero: 8 % anual.
- $Q$  = Producción anual del campo en Tm.
- $q_0$  = Productividad media anual por pozo.
- $q$  = Productividad media diaria por pozo.
- $S$  = Coste total unitario de los sondeos de desarrollo.
- $F_A$  = Factor de agotamiento.
- $F'_A$  = Factor de agotamiento.
- $I_b$  = Impuesto sobre el producto bruto.
- $I_n$  = Impuesto sobre el producto neto.

2. SUPUESTOS

Este estudio se basa en:

- a) Que la compañía investigadora dedica a la investigación 1.000 millones de pesetas (Con esta cifra se prevé poder realizar, como mínimo, 20 sondeos de 3.000 m. —coste del sondeo integrado 50 . 10<sup>6</sup>ptas.— y lograr con ello estar ampliamente dentro de las probabilidades de éxito que las estadísticas señalan para la investigación en la Europa Occidental).
- b) Que las inversiones de investigación se efectúan en el período 1968-1975 y a un ritmo regular.
- c) Que el descubrimiento comercial tendrá lugar a finales de 1975.
- d) Que la explotación del campo se realiza en 10 años, con un ritmo uniforme, que el coste del dinero es de un 8 por 100 anual y que al final de los 10 años se han amortizado las inversiones.
- e) Que las inversiones de producción y transporte se realizan instantáneamente al comienzo de la explotación.
- f) Otros supuestos que se establecen a lo largo del estudio y que tratan de los siguientes términos:

Precio del crudo  
 Inversiones y costos de producción  
 Inversiones y costos del transporte

3. PRECIO DEL CRUDO

Se hace la hipótesis de que la densidad media del crudo descubierto es de 35° A. P. I.

Precio de venta en el Golfo Pérsico: 1,6 \$/bbl.  
 Precio de 1 Tm. Golfo Pérsico:

$$\frac{1,6 \cdot 70}{0,159 \cdot 0,85} = 828 \text{ ptas./Tm.}$$

Flete hasta refinería Coruña: 325 ptas./Tm.  
 Flete hasta refinerías Algeciras o Escombreras: 310 ptas./Tm.  
 Precio refinería Coruña: 1.153 ptas./Tm.  
 Precio refinería Algeciras o Escombreras: 1.138 ptas./Tm.  
 Precio medio de 1 tonelada de crudo en refinería española: 1.145 ptas./Tm.

4. LA INVESTIGACIÓN

Las inversiones realizadas por la hipotética Compañía, de acuerdo con los supuestos establecidos, se supone son de 1.000 . 10<sup>6</sup> ptas., realizados durante 8 años —primer período de investigación más la primera prórroga legal—, que se efectúan de una manera uniforme al principio de cada año y que el descubrimiento tiene lugar a finales de 1975.

El coste del dinero que se considera es del 8 por 100 anual acumulado.

$$I_E = 1.000 \cdot 10^6 \text{ ptas.}$$

$$I'_E = \text{Valor actualizado de } I_E \text{ al final del año 1975.}$$

$$I'_E = \frac{1.000}{8} \cdot 10^6 \cdot \frac{1,08^8 - 1}{0,08} = 1.435 \cdot 10^6 \text{ ptas.}$$

$$I'_E = 1.435 \cdot I_E$$

5. LA PRODUCCIÓN

1. Inversiones

Se puede admitir que las inversiones de producción se componen de los siguientes sumandos:

- a) Inversiones de desarrollo ( $I_d$ ), que comprenden el coste de los pozos de desarrollo, incluyendo los pozos secos.
- b) Las inversiones fijas de producción ( $I'_p$ ), prácticamente independientes de la capacidad de producción.
- c) Inversiones proporcionales a la producción. Serán iguales a  $I''_p \cdot Q$ , siendo  $I''_p$  la inversión por tonelada de producción anual.

En resumen, la inversión total de producción  $I_p$  sería:

$$I_p = I_d + I'_p + I''_p \cdot Q$$

a) Las inversiones de desarrollo

$$I_d = S(n-1); n = \frac{Q}{r \cdot q_0}$$

Siendo

$$I_d = S \left( \frac{10 \cdot Q}{9 \cdot q_0} - 1 \right)$$

$S$  = Costo de un pozo productivo, igual al de un pozo seco.  
 $n$  = Número de pozos a desarrollar.  
 $r$  = Eficiencia del desarrollo, supuesto igual al 90 %.  
 $q_0$  = Producción media anual de un pozo productivo.

Como no se tiene gran experiencia en España respecto de los sondeos de desarrollo, para calcular sus costos, tomaremos datos franceses y los adaptaremos a las condiciones españolas.

Supongamos que la relación

$$\frac{S_E}{S} = K \text{ (constante);}$$

$S_E$  es el costo de un sondeo de exploración a igualdad de profundidad.

En Francia,  $K$  varía entre 1,41 y 1,46, dependiendo de la profundidad de los sondeos; para nuestros cálculos, consideraremos un valor medio de  $K = 1,43$ .

Si tomamos como precios para los sondeos de investigación en España los siguientes:

Sondeos de 6.000 m.;	costo:	15.500 ptas./m.
» » 5.000 » »		14.000 »
» » 4.000 » »		12.000 »
» » 3.000 » »		10.000 »
» » 2.000 » »		8.000 »

tendríamos para los de desarrollo:

- De 6.000 m. de profundidad;  $S = 65 \cdot 10^6$  ptas. (Precio por m.: 10.800 ptas.)
- De 5.000 m. de profundidad;  $S = 49 \cdot 10^6$  ptas. (Precio por m.: 9.800 ptas.)
- De 4.000 m. de profundidad;  $S = 33 \cdot 10^6$  ptas. (Precio por m.: 8.400 ptas.)
- De 3.000 m. de profundidad;  $S = 21 \cdot 10^6$  ptas. (Precio por m.: 7.000 ptas.)
- De 2.000 m. de profundidad;  $S = 11 \cdot 10^6$  ptas. (Precio por m.: 5.600 ptas.)

b) Inversiones fijas de producción

Tomaremos una cifra similar a la francesa:

$$I'_p = 2 \cdot 10^6 \text{ ptas.}$$

Emplearemos también una cifra aproximada a la media francesa:

$$I''_p = 500 \text{ ptas./Tm.}$$

Resumen de las inversiones para la producción:

$$I_p = S \left( \frac{10 \cdot Q}{9 \cdot q_0} - 1 \right) + 2 \cdot 10^6 + 500 Q$$

2. Costos de producción.

Suponiendo una producción constante durante 10 años, los costos de producción por Tm. amortización comprendida, serán:

$$P = C_p + \frac{I_p}{10 \cdot Q}$$

$C_p$  (costes directos de producción por Tm., excluidos gastos financieros).

puede variar entre

- 70 ptas.: coste producción para Francia.
- 70 ptas. <  $C_p$  < 210 ptas. } 210 ptas.: coste producción para el Gabón.

Para España consideraremos un valor de  $C_p = 120$  ptas./Tm. (2).

En resumen:

$$P = 120 + \frac{I_p}{10 \cdot Q}$$

siendo

$$I_p = S \left( \frac{10 \cdot Q}{9 \cdot q_0} - 1 \right) + 2 \cdot 10^6 + 500 \cdot Q$$

(2) En este trabajo se han tomado y adaptado datos contenidos en el trabajo de E. SANZ HURTADO, *Etude sur la rentabilité de la recherche en Espagne, 1962.*



6. EL TRANSPORTE

En lo que sigue consideramos únicamente el transporte por oleoducto, dado de que, para una producción superior a las 60.000 Tm/año, es el sistema más económico.

Para calcular las inversiones necesarias obligatoriamente tenemos que hacer una serie de hipótesis que esquematicen el problema, ya que este ejemplo contempla la eventualidad de un descubrimiento en cualquier lugar de las cuencas sedimentarias españolas.

Examinando éstas, se observa que las distancias de sus centros de gravedad a los distintos puertos de embarque es del orden, como media, de los 150 Km. Tomaremos, pues, este valor como longitud media del oleoducto necesario para evacuar los crudos encontrados.

El coste del transporte marítimo por Tm. desde cualquiera de estos puertos de embarque hasta la refinería más próximas lo ciframos en 60 ptas.

1. Inversiones

Las inversiones  $I_t$  están ligadas al caudal  $Q$  a transportar y a la longitud  $L$  del oleoducto, por una relación del tipo:

$$I_t = a \cdot L + b \cdot L \cdot Q$$

en la que  $a$  y  $b$  son coeficientes constantes para valores de  $L$  comprendidos entre:

$$\begin{aligned} 180 &\leq L \leq 1.500 \text{ km.} \\ 80 &< L < 180 \text{ km.} \\ L &\leq 80 \text{ km.} \end{aligned}$$

Para valores de  $L$  comprendidos en el 2.º y 3.º caso los coeficientes de  $a$  y  $b$  vienen reducidos en un 40 y 60 por 100, respectivamente (3).

Esta función, para Europa occidental, toma la siguiente forma:

$$I_t = 2,1 \cdot 10^6 \cdot L + 0,308 \cdot Q \cdot L \quad (4)$$

Esta fórmula da valores ligerametnte superiores al coste del oleoducto Puertollano-Málaga, que para una longitud de 257 Km. y una capacidad

(3) Según el estudio de G. HENRI, *Étude économique des pipelines sahariens*.

(4) Regresión obtenida de los datos sacados del A. F. T. P. (Asociación Francesa de técnicos del Petróleo).

de  $2,25 \cdot 10^6$  Tm/año costó  $670 \cdot 10^6$  ptas., cosa por otra parte lógica, dado el tiempo transcurrido desde la ejecución del oleoducto y la devaluación que ha experimentado la peseta en dicho período.

Multiplicando los coeficientes hallados por 0,6, caso de  $L = 150$  Km., tendríamos como expresión de las inversiones para el transporte:

$$I_t = 1,26 \cdot 10^6 \cdot L + 0,185 \cdot L \cdot Q \quad \text{Para } L = 150 \text{ km.}$$

$$I_t = 189 \cdot 10^6 + 27,6 \cdot Q$$

2. Costo del transporte

a) Costos directos del transporte o gastos de funcionamiento

Los costos directos del transporte van ligados a la longitud  $L$  y al caudal  $Q$  por una relación del tipo:

$$\frac{C_t}{L} = \frac{a}{L} + \frac{b}{Q \cdot L} \quad \text{en donde } C_t \text{ es igual a los costes de funcionamiento por Tm. Los parámetros } a \text{ y } b \text{ son constantes para valores de } L \text{ comprendidos entre } 180 \text{ y } 1.500 \text{ km. Para valores de } L \text{ entre } 80 \text{ y } 180 \text{ km., nuestro caso, vienen multiplicados por un coeficiente } 0,6 \text{ (5).}$$

Determinaremos  $a$  y  $b$  con la información que nos suministra el oleoducto Puertollano-Málaga, en donde para:

$$\begin{aligned} Q = 2,25 \cdot 10^6 \text{ Tm.} & \quad \frac{C_t}{\text{km.}} = 0,149 \\ Q = 1,5 \cdot 10^6 \text{ Tm.} & \quad \frac{C_t}{\text{km.}} = 0,245 \end{aligned}$$

Ajuntando la cursiva tipo a estos valores, nos queda que:

$$\frac{C_t}{\text{km.}} = \frac{0,23}{Q} \cdot 10^6 + 0,092$$

(5) Según el informe de «La Organización de Cooperación y del Desarrollo Económico» (octubre, 1961).

Para nuestra hipótesis, 150 Km. de longitud, los afectaremos de un coeficiente de reducción del 0,6.

Nos queda, pues, que:

$$\frac{C_t}{\text{km.}} = \frac{0,14}{Q} \cdot 10^6 + 0,055$$

Incluyendo el flete del puerto de embarque-refinería, de 60 ptas/Tm., tendremos que:

$$C_t = \frac{21}{Q} \cdot 10^6 + 68 \text{ ptas.}$$

b) Costes totales de transporte

$$T = C_t + \frac{I_t}{10 \cdot Q} = \frac{21}{Q} \cdot 10^6 + 68 + \frac{189 \cdot 10^6 + 27,6 \cdot Q}{10 \cdot Q} \quad \text{Amortización: 10 años}$$

$$T = \frac{40}{Q} \cdot 10^6 + 70,76$$

7. TRIBUTACIÓN

Las fuentes legales en que se basa la tributación se encuentran en la «Ley de Régimen Jurídico para la Investigación y Explotación de Hidrocarburos», de 26 de diciembre de 1958 y el Reglamento que la desarrolla de 26 de julio del año siguiente.

La fiscalización contenida en dichos preceptos legales se puede resumir en:

a) El impuesto sobre el beneficio neto,  $I_n$ , y el impuesto sobre el producto bruto,  $I_b$ , se calculan a partir del precio real de los hidrocarburos en el lugar de extracción o del precio CIF en una refinería española, descontando los gastos de transporte hasta dicha refinería.

b) El impuesto sobre el beneficio bruto, es un impuesto mensual a cuenta, e igual al 13,5 por 100

del valor de los hidrocarburos extraídos, tal com se define en a) y recuperable por deducción del impuesto sobre el beneficio neto.

Observación: Si el total anual de este impuesto sobrepasa al importe sobre el beneficio neto, no se recuperará la diferencia.

c) Son deducibles, para obtener el beneficio neto, los siguientes conceptos:

1. Los gastos de funcionamiento (extracción y transporte). En dichos gastos se incluyen las tasas e impuestos indirectos y las pérdidas sufridas en cada ejercicio.

2. Los saldos negativos del ejercicio anterior con una cuota de amortización del 10 por 100 anual.

3. Cuota de amortización de los bienes intangibles. (Fundamentalmente, los gastos realizados durante el período de investigación). Con una cuota anual de amortización del 10 por 100.

4. Cuota de amortización de los bienes tangibles.

Para homogenizar el conjunto, en lo que sigue, se supone el mismo coeficiente de amortización que para los bienes intangibles.

5. El factor de agotamiento.

Se define como factor de agotamiento el valor más bajo de los dos siguientes:

$$F_A = 0,25 (V - T - I_b) = 0,21625 (V - T)$$

$$F'_A = 0,40 (V - T - P - E) - E = \text{Amortización por Tm. de las inversiones realizadas durante el período de investigación, a la cuota legal correspondiente.}$$

Teniendo en cuenta lo que antecede, el montante de lo percibido por el Estado Español, por Tm. será igual al mayor valor entre los tres que a continuación se señalan.

$$\text{Impuesto sobre el beneficio neto} \left\{ \begin{aligned} I_n &= 0,50 (V - T - P - E - F_A) = 0,392 (V - T) - 0,50 (P + E) \\ I'_n &= 0,50 (V - T - P - E - F'_A) = 0,30 (V - T - P - E) \end{aligned} \right.$$

$$\text{Impuesto sobre el beneficio bruto} \left\{ I_b = 0,135 (V - T) \right.$$

sustituyendo por sus respectivos valores nos quedaría

$$I_n = 0,392 (V - C_t) - \frac{1}{10 \cdot Q} (0,392 \cdot I_t + 0,50 I_E + 0,50 I_b) - 0,50 C_p$$



$$I'_n = 0,30 \left( V - C_t - C_p - \frac{1}{10 \cdot Q} (I_t + I_p + I_E) \right)$$

$$I_b = 0,135 \left( V - C_t - \frac{I_t}{10 \cdot Q} \right)$$

8. RENTABILIDAD

a) Ingresos netos (excluidas amortizaciones).

Según sea lo que se pague al Estado por concepto de impuestos, el ingreso neto  $b$  será igual a una de las tres expresiones siguientes:

$$b = V - C_t - C_p - I_n = 0,608 (V - C_t) + \frac{1}{10 \cdot Q} (0,392 I_t + 0,5 I_p + 0,5 I_E) - 0,5 C_p$$

$$b' = V - C_t - C_p - I'_n = 0,7 (V - C_t - C_p) + \frac{0,03}{Q} (I_t + I_p + I_E)$$

$$b'' = V - C_t - C_p - I_b = 0,865 (V - C_t) - C_p + \frac{I_t}{10 \cdot Q} + 0,135 \frac{I_t}{10 \cdot Q}$$

b) Criterio de rentabilidad

Se admite que un campo es rentable cuando los beneficios que su explotación produce, permite rescatar las sumas invertidas en su búsqueda y desarrollo incluidos sus intereses, es decir, que los beneficios actualizados deben ser, al menos, iguales a las sumas empleadas, en cuyo caso se esstará en el límite inferior de la rentabilidad (Método del Discounted cash Flow).

Suponiendo una producción anual constante para un período de explotación de  $t$  años, el valor actualizado, al comienzo de la explotación, de los beneficios —ingresos netos excluidas amortizaciones— es:

$$\sum_{n=1}^{n=t} b \cdot Q \frac{1}{(1+r)^n} = b \cdot Q \frac{(1+r)^t - 1}{r(1+r)^t}$$

$b$  = los beneficios por Tm. excluido amortizaciones  
 $r$  = interés al capital.

Por consiguiente, según la definición que hemos establecido para la rentabilidad, se debe verificar que:

$$I = I'_E + I_t + I_d \ll b \cdot Q \cdot \frac{(1+r)^t - 1}{r(1+r)^t} \quad I \ll b \cdot Q \cdot K$$

siendo  $K$

$$K = \frac{(1+r)^t - 1}{r(1+r)^t} = \text{coeficiente de actualización}$$

$$K = 6,71 \text{ para } r = 8\% \text{ y } t = 10\%$$

quedándonos finalmente como ecuación de la rentabilidad.

$$I \ll 6,71 \cdot b \cdot Q$$

c) Desarrollo de la ecuación de la rentabilidad.

1) Si el impuesto percibido por el Estado es  $I_n$ , el beneficio neto será:

$$b = 0,608 (V - C_t) + \frac{1}{10 \cdot Q} (0,392 I_t + 0,5 I_p + 0,5 I_E) - 0,5 C_p$$

y la ecuación de la rentabilidad:

$$I'_E + I_p + I_t \ll Q \cdot 6,71 \cdot b = \left( 0,608 (V - C_t) + \frac{1}{10 \cdot Q} (0,392 I_t + 0,5 I_p + 0,5 I_E) - 0,5 C_p \right) \cdot Q \cdot 6,71$$

haciendo operaciones, nos queda:

$$Q(I_n) \ll \frac{1,658 I_E + 3,41 \cdot 10^6 - S}{5,482 - \frac{10}{9} \frac{S}{q_0}} \quad (I)$$

2) Si el impuesto pagado al Estado es  $I'_n$ , el beneficio neto será:

$$b' = 0,7 (V - C_t - C_p) + \frac{0,03}{Q} (I_t + I_p + I_E)$$

y la ecuación de la rentabilidad:

$$I'_E + I_t + I_d \ll 6,71 \cdot Q \cdot b' = 6,71 \cdot Q \cdot \left( 0,7 (V - C_t - C_p) + \frac{0,03}{Q} (I_t + I_p + I_E) \right)$$

haciendo operaciones sustituyendo por sus respectivos valores nos queda:

$$Q(I'_n) \ll \frac{1,545 I_E + 314,5 \cdot 10^6 - S}{5,100 - \frac{10}{9} \frac{S}{q_0}} \quad (II)$$

3) Finalmente, si lo ingresado por el Estado es  $I_b$ , el beneficio neto será:

$$b'' = 0,865 (V - C_t) - C_p + 0,135 \frac{I_t}{10 \cdot Q}$$

y la ecuación de la rentabilidad:

$$I'_E + I_t + I_p \ll 6,71 \cdot Q \cdot b'' = Q \cdot 6,71 \left( 0,865 (V - C_t) - C_p + 0,135 \frac{I_t}{10 \cdot Q} \right)$$

y operando de idéntica forma obtenemos para la ecuación de la rentabilidad que:

$$Q(I_b) \ll \frac{1,435 \cdot I_E + 296 \cdot 10^6 - S}{4,916 - \frac{10}{9} \frac{S}{q_0}} \quad (III)$$

d) Empleo de las ecuaciones de rentabilidad

Las ecuaciones de rentabilidad (I), (II) y (III) encontradas tendrán su apropiado empleo si se conjugan simultáneamente con las condiciones que impone la fiscalidad establecida por la Ley, que es la de percibir el máximo de entre las tres posibilidades que ella contempla.

Estas condiciones de fiscalidad, en su caso límite, vendrán definidas por las siguientes ecuaciones.

$$\begin{cases} I_b = I'_n & (a) \\ I_n = I'_n & (b) \\ I_b = I_n & (c) \end{cases}$$

o lo que es lo mismo, sustituyendo en ellas los valores definidos en el epígrafe 7:

$$Q \ll \frac{I_E + 222 \cdot 10^6 - S}{4,202 - \frac{10}{9} \frac{S}{q_0}} \quad a) \text{ Para } I_b \geq I'_n$$

$$Q \geq \frac{I_E + 185,5 \cdot 10^6 - S}{3,241 - \frac{10}{9} \frac{S}{q_0}} \quad b) \text{ Para } I_n \geq I'_n$$

$$Q \ll \frac{I_E + 207,6 \cdot 10^6 - S}{3,821,3 - \frac{10}{9} \frac{S}{q_0}} \quad c) \text{ Para } I_b \geq I_n$$

En cada caso a resolver habrá que examinar la situación relativa de estas 6 curvas, la I, II, III, a), b) y c), para poder determinar cuál de las curvas de rentabilidad es la que procebre emplear.

Este procedimiento es el que desarrollamos en la II parte.

2.ª PARTE

En esta II parte se aplicará lo establecido en la I, para dos casos diferentes:

En el primero, se determinarán las condiciones límites para que una explotación de hidrocarburos líquidos sea rentable.

En el segundo, se examinarán las de una explotación marginal.

1. YACIMIENTOS DE PETRÓLEO: CONDICIONES LÍMITES DE RENTABILIDAD

En las ecuaciones I, II, III, (a), (b) y (c) encontradas en el epígrafe 8 de la primera parte, haremos  $I_E = 1.000 \cdot 10^6$  ptas., que es el desembolso realizado durante el período de investigación.



Tendremos como ecuaciones de rentabilidad:

$$Q(I_n) \geq \frac{1.994 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad (I)$$

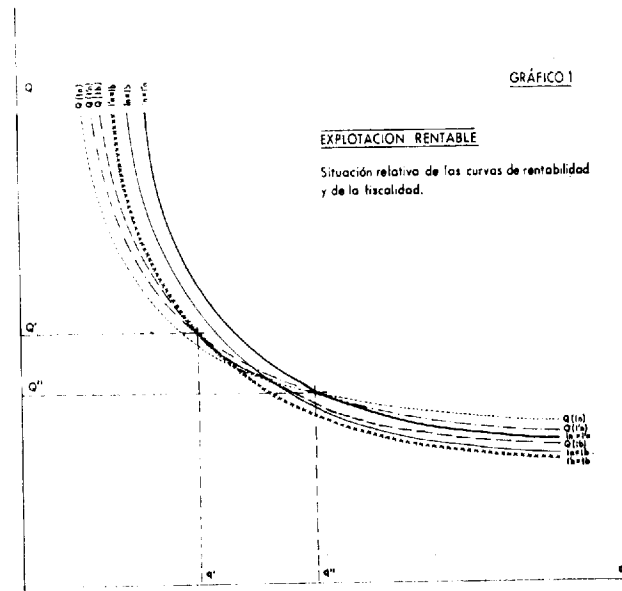
$$\frac{5.482}{9 q_0}$$

$$Q(I'_n) \geq \frac{1.859,5 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad (II)$$

$$\frac{5.100}{9 q_0}$$

$$Q(I_b) \geq \frac{1.731 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad (III)$$

$$\frac{4.916}{9 q_0}$$



y como ecuaciones de fiscalidad:

$$Q \leq \frac{1.222 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad (a) \text{ Para } I_b \geq I'_n$$

$$\frac{4.202}{9 q_0}$$

$$Q \geq \frac{1.185,5 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad (b) \text{ Para } I_n \geq I'_n$$

$$\frac{3.241}{9 q_0}$$

$$Q \leq \frac{1.207,6 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad (c) \text{ Para } I_b \geq I_n$$

$$\frac{3.821,3}{9 q_0}$$

Representemos, esquemáticamente, la posición relativa de las seis curvas precedentes (gráf. 1). En ellas vemos que los puntos ( $q'$ ,  $Q'$ ) de intersección de las curvas

$$\begin{cases} Q(I'_n) \\ Q(I_b) \\ I_b = I'_n \end{cases} \text{ y } (q'', Q'') \text{ de } \begin{cases} Q(I_n) \\ Q(I'_n) \\ I_n = I'_n \end{cases}$$

son los que nos determinen la elección de las curvas de rentabilidad.

Efectivamente, para valores menores de  $q'$  la curva de rentabilidad apropiada es la  $Q(b)$ , ya que para estos valores siempre se verifica que  $I_n < I'_n < I_b$ .

Para valores comprendidos entre  $q'$  y  $q''$  se empleará  $Q(I'_n)$ , dado que entre ellos se cumple que  $I_b < I'_n > I_n$ .

Finalmente, para  $q > q''$  será  $Q(I_n)$  la curva de rentabilidad a emplear, puesto que a partir de  $q''$ ,  $I_n > I'_n > I_b$ .

Resumiendo, para determinar la curva límite de rentabilidad, se emplearán:

$$Q(I_b) \geq \frac{1.731 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad \text{Para valores de } q < q'$$

$$\frac{4.916}{9 q_0}$$

$$Q(I'_n) \geq \frac{1.859,5 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad \text{Para valores de } q' < q < q''$$

$$\frac{5.100}{9 q_0}$$

$$Q(I_n) \geq \frac{1.994 \cdot 10^6 - S}{10 S} \quad \text{Para valores de } q > q''$$

$$\frac{5.482}{9 q_0}$$

Valores de  $q'$ :

Para $S = 65 \cdot 10^6$	$q' = 78$ Tm./día
» $S = 49 \cdot 10^6$	$q' = 60$ »
» $S = 33 \cdot 10^6$	$q' = 40$ »
» $S = 21 \cdot 10^6$	$q' = 26$ »
» $S = 11 \cdot 10^6$	$q' = 14$ »

Valores de  $q''$ :

Para $S = 65 \cdot 10^6$	$q'' = 1.330$ Tm./día
» $S = 49 \cdot 10^6$	$q'' = 1.430$ »
» $S = 33 \cdot 10^6$	$q'' = 1.630$ »
» $S = 21 \cdot 10^6$	$q'' = 2.220$ »
» $S = 11 \cdot 10^6$	$q'' = 6.550$ »

Los valores de  $q'$  y  $q''$  se han obtenido por la intersección de

$$\begin{cases} Q(I_b) \\ Q(I'_n) \end{cases} \text{ y } \begin{cases} Q(I'_n) \\ Q(I_n) \end{cases} \text{ respectivamente.}$$

Se recuerda que

$$q = \frac{q_0}{360}$$

En el gráfico 2 se han representado los límites inferiores de rentabilidad tal como acabamos de definirlos.

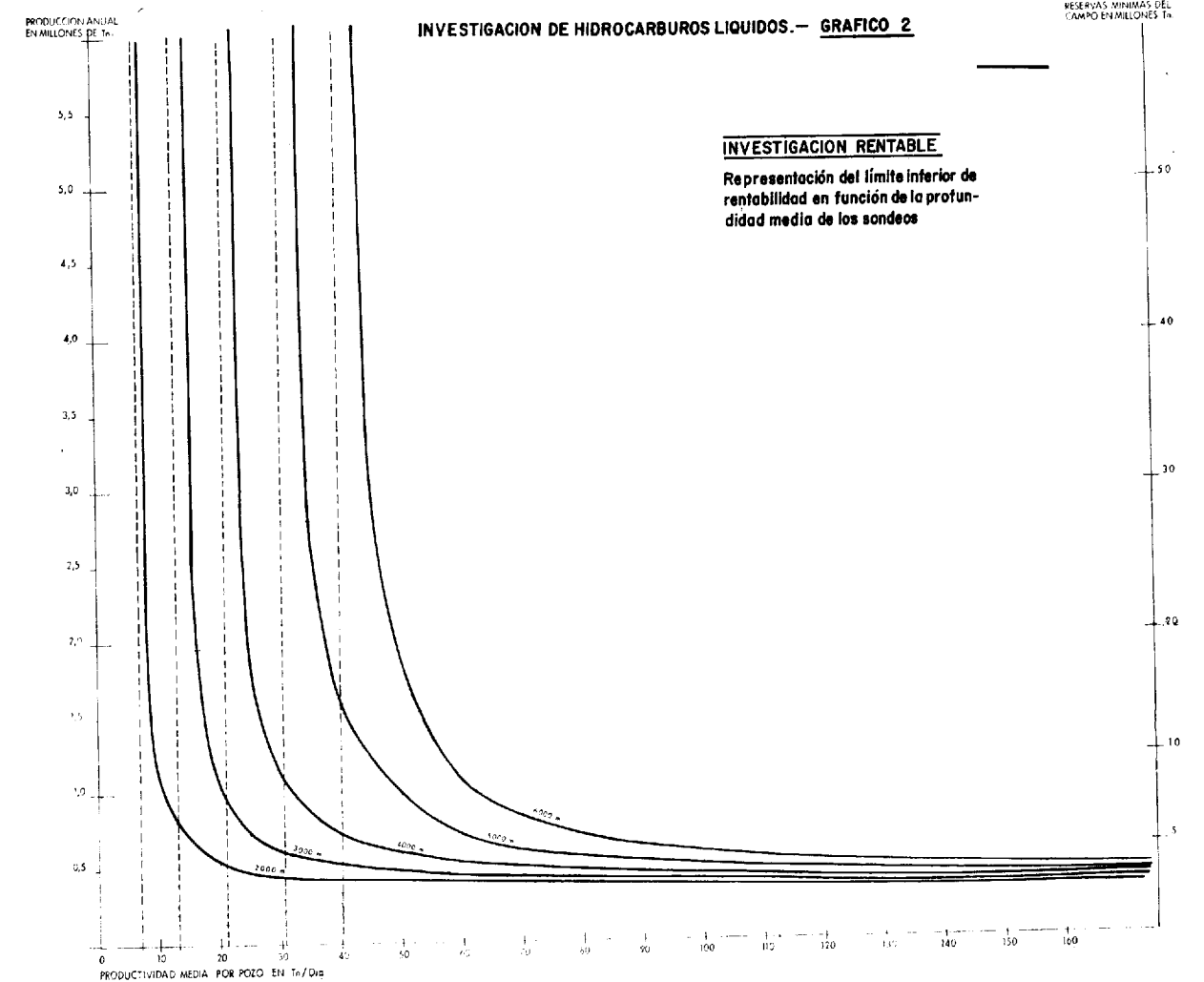
Las curvas obtenidas son de forma parabólica, cuyas asíntotas nos señalan, respectivamente, el límite mínimo de productividad de los pozos y la producción límite anual del campo.

Independientemente de otra consideración estas productividades medias de los pozos no deberán ser nunca inferiores a:

$q = 40$	Tm./día para pozos de	6.000 m.
$q = 30,8$	» » »	5.000 m.
$q = 20,7$	» » »	4.000 m.
$q = 13,2$	» » »	3.000 m.
$q = 6,9$	» » »	2.000 m.

Producción límite inferior  $\approx 0,360 \cdot 10^6$  Tm. para  $q_0 \rightarrow \infty$

Para fijar ideas haremos observar que en el supuesto del descubrimiento de un campo que sus





pozos tuviesen una productividad media diaria de 50 Tm/día, la productividad anual del campo y sus reservas tendrían que ser:

- Q = 1,88 . 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas: 18,8 . 10<sup>6</sup> Tm. para pozos de 6.000 m.
- Q = 0,98 . 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas: 9,8 . 10<sup>6</sup> Tm. para pozos de 5.000 m.
- Q = 0,60 . 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas: 6 . 10<sup>6</sup> Tm. para pozos de 4.000 m.
- Q = 0,48 . 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas: 4,8 . 10<sup>6</sup> Tm. para pozos de 3.000 m.
- Q = 0,41 . 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas: 4,1 . 10<sup>6</sup> Tm. para pozos de 2.000 m.

2. YACIMIENTO MARGINAL: CONDICIONES LÍMITES DE RENTABILIDAD

Se admite generalmente que un campo es marginal cuando los beneficios netos actualizados que produce durante su vida permite solamente recuperar los capitales, comprendidos sus intereses, invertidos en su explotación (producción y transporte) y no los gastados durante el período de investigación.

En base de esta definición procederemos de una manera análoga al caso anterior haciendo en las fórmulas del epígrafe 8, I<sub>E</sub> = 0.

Tendremos, en consecuencia, como ecuaciones de rentabilidad:

$$Q(I_n) \geq \frac{341 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{5.482}{9 q_0} \quad (I)$$

$$Q(I'_n) \geq \frac{314,5 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{5.100}{9 q_0} \quad (II)$$

$$Q(I_b) \geq \frac{296 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{4.916}{9 q_0} \quad (III)$$

y como ecuaciones de fiscalidad:

$$Q \leq \frac{222 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{4.202}{9 q_0} \quad (a) \text{ Para } I_b \geq I'_n$$

$$Q \geq \frac{185,5 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{3.241}{9 q_0} \quad (b) \text{ Para } I_n \geq I'_n$$

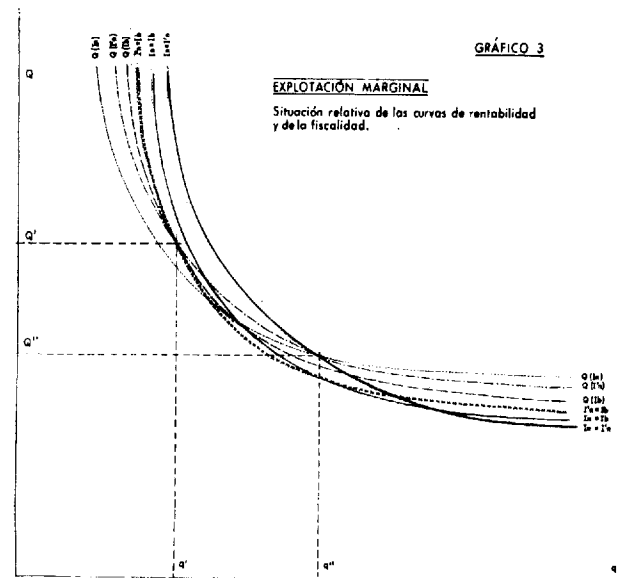
$$Q \leq \frac{207,6 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{3.821,3}{9 q_0} \quad (c) \text{ Para } I_b \geq I_n$$

Asimismo representaremos, como en el caso anterior, de forma esquemática las 6 curvas, I, II, III, a), b) y c).

$$\left\{ \begin{array}{l} Q(I'_n) \\ Q(I_b) \\ I_b = I'_n \end{array} \right. \quad \text{y} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q(I_n) \\ Q(I'_n) \\ I_n = I'_n \end{array} \right.$$

son los que nos fijarán la elección de la curva de rentabilidad apoyándonos en un razonamiento similar al que se ha hecho para el caso anterior.

Se utilizarán las siguientes expresiones:



$$Q(I_b) \geq \frac{296 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{4.916}{9 q_0} \quad \text{Para valores de } q < q'$$

$$Q(I'_n) \geq \frac{314,5 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{5.100}{9 q_0} \quad \text{Para valores de } q < q' < q''$$

$$Q(I_n) \geq \frac{341 \cdot 10^6 - S}{10 S} - \frac{5.482}{9 q_0} \quad \text{Para valores de } q > q''$$

- Valores de q':
- Para S = 65 . 10<sup>6</sup> q' = 63 Tm./día
  - » S = 49 . 10<sup>6</sup> q' = 59 »
  - » S = 33 . 10<sup>6</sup> q' = 39 »
  - » S = 21 . 10<sup>6</sup> q' = 24 »
  - » S = 11 . 10<sup>6</sup> q' = 13 »

- Valores de q'':
- Para S = 65 . 10<sup>6</sup> q'' = 133 Tm./día
  - » S = 49 . 10<sup>6</sup> q'' = 118 »
  - » S = 33 . 10<sup>6</sup> q'' = 98 »
  - » S = 21 . 10<sup>6</sup> q'' = 74 »
  - » S = 11 . 10<sup>6</sup> q'' = 47 »

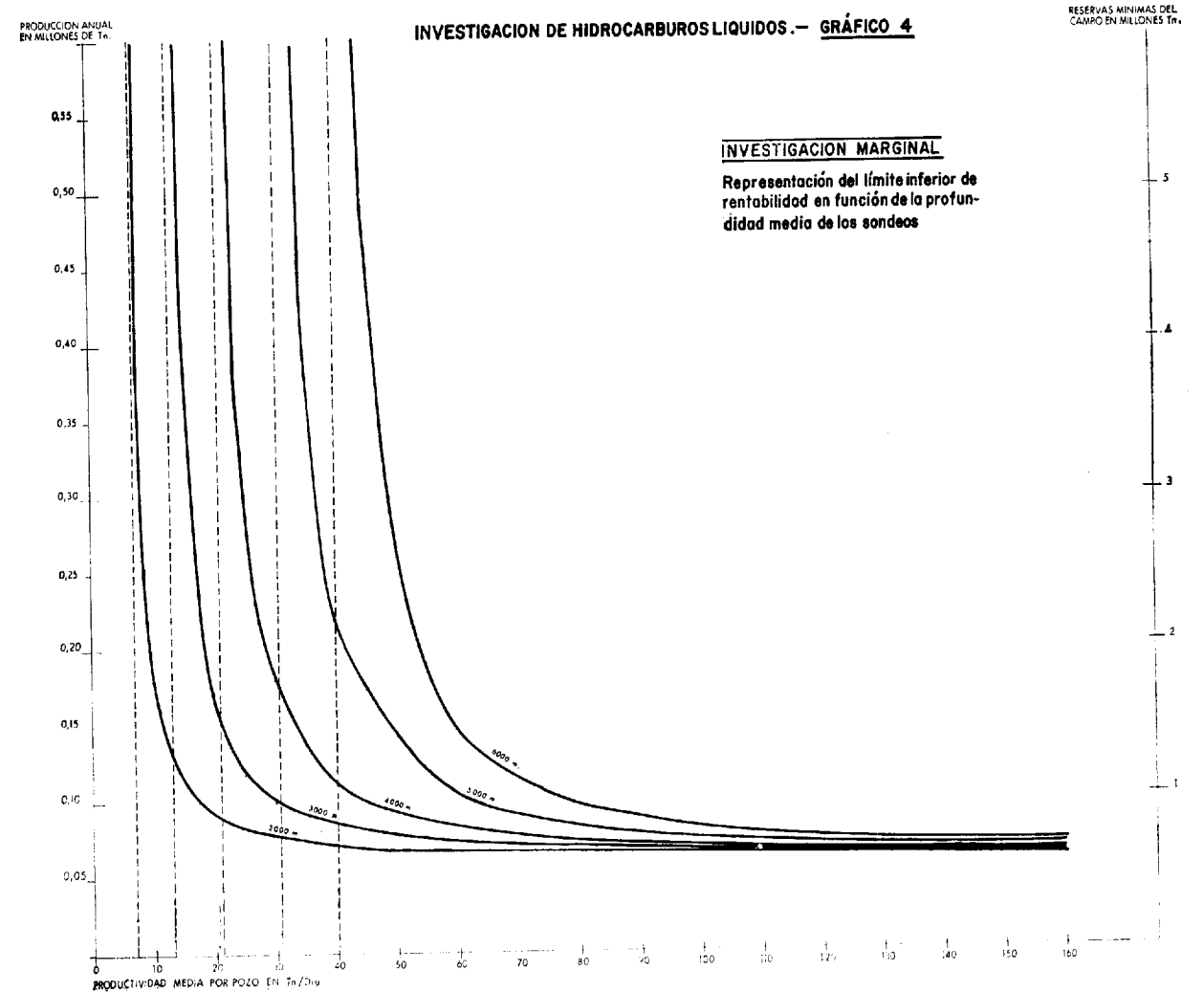
En la figura 4 se ha representado el límite inferior de rentabilidad a partir de las expresiones numéricas Q(I<sub>b</sub>), Q(I'<sub>n</sub>) y Q(I<sub>n</sub>) de la manera que se acaba de exponer.

En las curvas obtenidas vienen definidos los límites inferiores de las productividades medias de los pozos y que son las mismas que para el caso anterior.

- q = 40 Tm./día para pozos de 6.000 m.
- q = 30,8 » » » 5.000 m.
- q = 20,7 » » » 4.000 m.
- q = 13,2 » » » 3.000 m.
- q = 6,9 » » » 2.000 m.

Producción límite inferior ≈ 0,060 . 10<sup>6</sup> Tm. para q<sub>0</sub> → ∞

En cambio, como era obvio, las producciones anuales y, consiguientemente las reservas, descienden notablemente para una productividad dada.





Siguiendo el mismo ejemplo para una productividad media por pozo de 50 Tm/día, la producción anual del campo y sus reservas tendrían que ser:

- Q = 0,26 · 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas 2,6 · 10<sup>6</sup> para 6.000 m. de profundidad
- Q = 0,15 · 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas 1,5 · 10<sup>6</sup> para 5.000 m. de profundidad
- Q = 0,092 · 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas 0,92 · 10<sup>6</sup> para 4.000 m. de profundidad
- Q = 0,077 · 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas 0,77 · 10<sup>6</sup> para 3.000 m. de profundidad
- Q = 0,066 · 10<sup>6</sup> Tm./año; Reservas 0,66 · 10<sup>6</sup> para 2.000 m. de profundidad

CONCLUSIONES

Del análisis de estos dos ejemplos —explotación rentable y explotación marginal— se infiere la importancia fundamental que, desde el punto de vista de la rentabilidad, tiene la producción unitaria de los pozos.

En ambos casos estudiados se observa que con productividades unitarias superiores a las 100 Tm/día las producciones anuales mínimas requeridas son prácticamente las mismas, independientemente de la profundidad.

En cambio, para productividades inferiores a esta cifra, las exigencias en cuanto a producción y reservas se diferencian notablemente de una profundidad a otra, creciendo con rapidez a medida que nos acercamos a los límites inferiores de productividad unitaria. Cosa por otra parte lógica, dado que éstos dependen, de una manera fundamental, supuesta la fiscalidad invariable, del precio del crudo y de los costes de los sondeos, con independencia de las inversiones realizadas durante el período de investigación.

En el panorama actual de la exploración petrolífera en España se observa un creciente aumento de los sondeos profundos, ya que los objetivos someros de las cuencas sedimentarias están ya sien-

do explorados. Ello hace que los límites inferiores de rentabilidad para los posibles descubrimientos tengan que ser cada vez más elevados, dado que no es prudente esperar encontrar en España yacimientos con productividad unitaria de gran importancia.

Como puede deducirse con la facilidad del examen de las ábacos adjuntos, producciones de 20 y 30 Tm/día, y reservas realmente moderadas, son suficientes para permitir la explotación de yacimientos a profundidades normales, es decir, con sondeos de dos a tres mil metros.

Pero puede también observarse cómo, a partir de una producción por pozo relativamente pequeña (unas 100 Tm/día, es decir, unos 700 barriles diarios), son rentables los sondeos de 4.000 y hasta 5.000 m. sin necesidad de que las reservas del yacimiento tengan que ser desorbitantemente grandes.

En resumen, es a nuestro juicio muy importante el señalar cómo la exploración de hidrocarburos en España, teniendo en cuenta las características de mercado, y la distribución geográfica de las áreas sedimentarias, puede hacerse en condiciones de rentabilidad, a partir de producciones pequeñas por sondeo, y sin que las reservas de los yacimientos tengan que ser necesariamente muy grandes. Y ello, incluso, para sondeos de 4.000 m. de profundidad, es decir, en conjunto, con las características de productividad por pozo, reservas por yacimiento y profundidad de sondeos, que una visión prudente pesimista del problema hace considerar como más probables para las explotaciones petrolíferas en España.

Queda, en consecuencia, a nuestro juicio suficientemente probado que la explotación de yacimientos de petróleo en España podrán hacerse en condiciones de rentabilidad, aún partiendo de cifras relativamente modestas. Y esto, respetando las condiciones actuales de fiscalidad. Que duda cabe que, para la explotación de yacimientos marginales, enormemente interesantes, habría que considerar unas fórmulas fiscales menos onerosas.

ANEXO

En este Anexo se analizarán los diferentes factores que intervienen en la producción, ponderando su diferentes peso dentro de ella; para ello, nos apoyaremos en los datos aportados en la primera parte de este trabajo.

Tres factores intervienen en la composición del costo:

- 1) Gastos de funcionamiento en la producción

y transporte o también llamados costos directos de funcionamiento, C<sub>d</sub>.

2) Gastos financieros, G<sub>f</sub>, suma de las amortizaciones de las inversiones totales realizadas, más sus correspondientes intereses.

3) Las sumas vertidas al Estado, Imp., en concepto de impuestos,

Por consiguiente, se puede resumir que:

$$\text{Coste total} = C_d + G_f + \text{Imp.}$$

Examinaremos a continuación cada uno de estos factores, referidos a una Tonelada de producción anual.

1. COSTES DIRECTOS DE FUNCIONAMIENTO

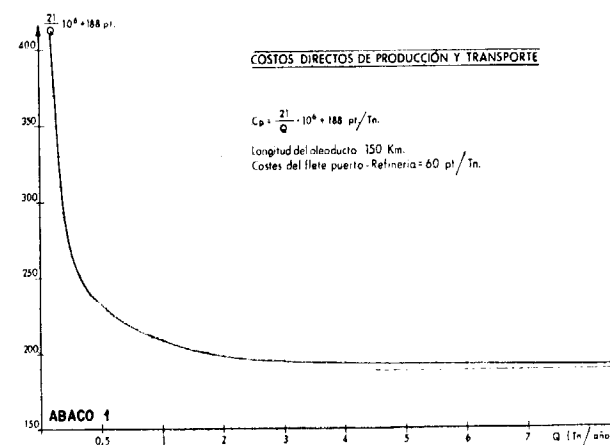
Según vimos en los apartados 5 y 6 de la primera parte, los costes C<sub>p</sub> y C<sub>t</sub> de producción y transporte, por Tm., eran:

$$C_p = 120 \text{ ptas.}$$

$$C_t = \frac{21}{Q} \cdot 10^6 + 68 \text{ ptas. (Hipótesis: 150 km. de transporte por oleoducto más 60 ptas./Tm. del coste del flete desde puerto a refinería)}$$

$$C_d = \frac{21}{Q} \cdot 10^6 + 188 \text{ ptas./Tm.}$$

Representando esta ecuación, ábaco 1, obtenemos gráficamente, la relación que existe entre la producción anual y el costo de la tonelada producida.



2. GASTOS FINANCIEROS

Los gastos financieros, como se ha dicho, resultan de sumar a la amortización de las inversiones totales realizadas, los intereses correspondientes a estos capitales.

En lo que sigue —al igual del ejemplo desarrollado en la primera y segunda parte— consideraremos una amortización en 10 años, plazo igual al que establece la Ley de Hidrocarburos para la fiscalidad.

A. Inversiones de explotación I'

$$I = I_t + I_p$$

Según epígrafes 6 y 7, primera parte, estableceremos que:

$$I_t = 189 \cdot 10^6 + 27,6 \cdot Q \text{ (Longitud oleoducto: 150 km.)}$$

$$I_p = S \left( \frac{10}{9} \cdot \frac{Q}{q_0} - 1 \right) + 2 \cdot 10^6 + 500 \cdot Q$$

Por consiguiente, I', inversión por Tm. de producción anual, será:

$$I' = \frac{191 \cdot 10^6 - S}{Q} + 527,6 + \frac{10}{9} \frac{S}{q_0}$$

Descompongamos esta ecuación en dos sumandos para representarla gráficamente:

$$A = \frac{191 \cdot 10^6 - S}{Q} + 527,6 \text{ (ábaco 2)}$$

$$B = \frac{10}{9} \frac{S}{q_0} \text{ (ábaco 3)}$$

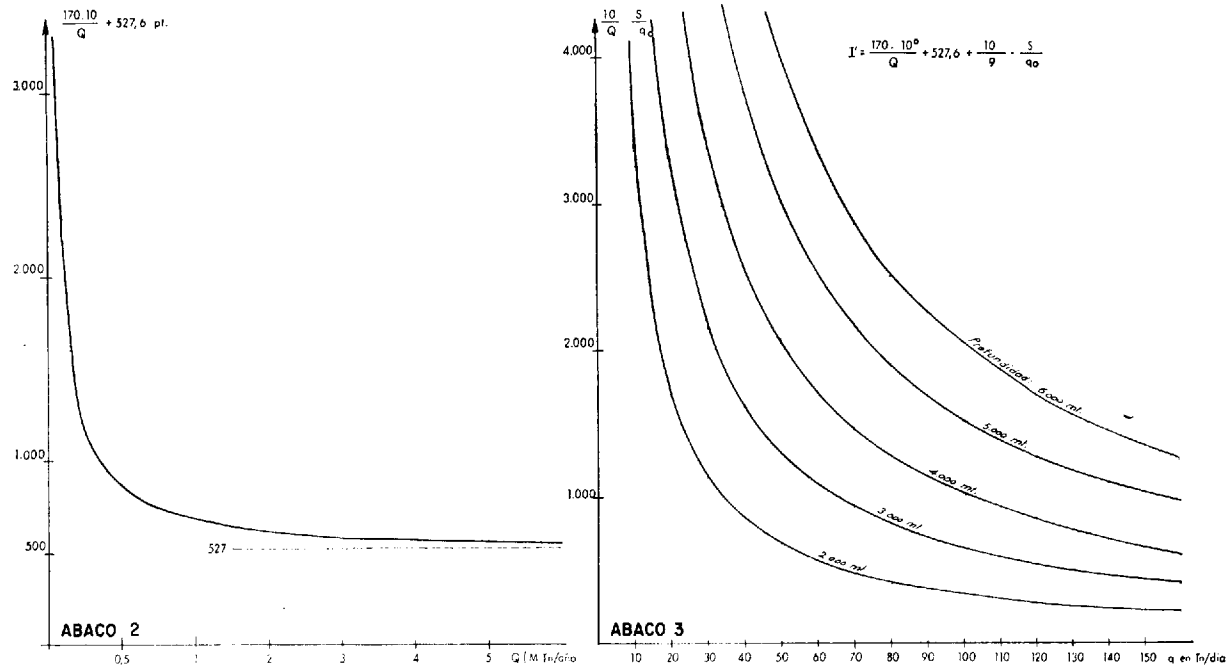
En la expresión A, simplificándola, hemos considerado un valor medio para S de 21 · 10<sup>6</sup> ptas. (precio del sondeo de 3.000 m. de profundidad), ya que la separación entre las curvas que resultaban para distintos valores de S era muy pequeña. Adicionando los valores obtenidos en los ábacos 2 y 3 obtenemos las inversiones, por Tm. de producción anual, correspondientes a la producción y al transporte, en función de la profundidad, productividad y producción anual del campo.

B. Inversiones de investigación

Hacemos tres supuestos en relación con las in-



INVERSIONES EN LA PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE, POR Tm. DE PRODUCCIÓN ANUAL



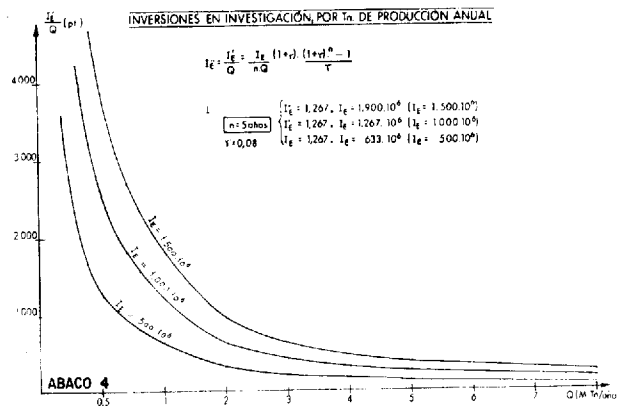
versiones realizadas durante el período de explotación:

Capitales invertidos: 500 . 10<sup>6</sup> ptas., ó  
1.000 . 10<sup>6</sup> » »  
1.500 . 10<sup>6</sup> »

y que todos ellos se gastan de una manera uniforme y al comienzo de cada año.

Asimismo, contemplamos dos períodos diferentes respecto a la duración de la investigación:

Período de 5 años  
» 8



El interés del dinero es en todos ellos del 8 por 100 anual.

Con estos supuestos las diferentes cantidades invertidas, actualizadas al final de la exploración (o comienzo de la explotación), I', son las siguientes:

Período: 5 años.

Para I<sub>E</sub> = 500 . 10<sup>6</sup> ptas.; I'<sub>E</sub> = 633 . 10<sup>6</sup> ptas.  
» I<sub>E</sub> = 1.000 . 10<sup>6</sup> » I'<sub>E</sub> = 1.267 . 10<sup>6</sup> »  
» I<sub>E</sub> = 1.500 . 10<sup>6</sup> » I'<sub>E</sub> = 1.900 . 10<sup>6</sup> »

Período: 8 años.

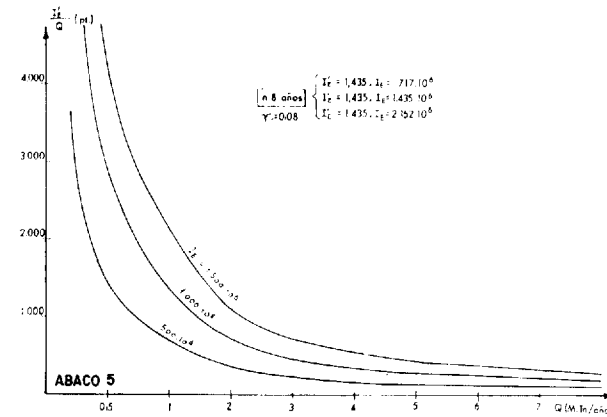
Para I<sub>E</sub> = 500 . 10<sup>6</sup> ptas.; I'<sub>E</sub> = 717 . 10<sup>6</sup> ptas.  
» I<sub>E</sub> = 1.000 . 10<sup>6</sup> » I'<sub>E</sub> = 1.435 . 10<sup>6</sup> »  
» I<sub>E</sub> = 1.500 . 10<sup>6</sup> » I'<sub>E</sub> = 2.152 . 10<sup>6</sup> »

La inversión actualizada, por Tm. de producción anual, será, por consiguiente:

$$I''_E = \frac{I'_E}{Q}$$

Representando esta expresión obtenemos los ábacos 4 y 5, que nos darán, respectivamente, las inversiones gastadas en la exploración según se considere períodos de 5 ó de 8 años, para las tres hipótesis de 500, 1.000 y 1.500 . 10<sup>6</sup> ptas.

Sumando las inversiones obtenidas en los ábacos 2 y 3, y si procede (en el caso de explotación marginal E<sub>E</sub> = 0) 4 ó 5, obtendremos las inversiones totales, por Tm. de producción anual.



C. Cálculo de las amortizaciones y de los intereses

Si llamamos A a la anualidad que hay que destinar para hacer frente a la amortización y a los intereses de los capitales invertidos se debe verificar:

$$I' + I''_E = A \frac{(1+r)^{10} - 1}{r(1+r)^{10}} \quad A = (I' + I''_E) \frac{r(1+r)^{10}}{(1+r)^{10} - 1}$$

$$A = (I' + I''_E) \alpha \quad \text{siendo} \quad \alpha = \frac{r(1+r)^{10}}{(1+r)^{10} - 1}$$

Representando esta ecuación, para distintos valores de r —6 %, 7 %, 8 %, 9 %, 10 %, 12 %— obtenemos el ábaco 6, que nos da los gastos financieros anuales, G<sub>F</sub>, en función de las inversiones realizadas.

3. IMPUESTOS

Según se ha visto en el apartado 7 de la primera parte, lo percibido por el Estado, por Tm. será la cantidad mayor que resulte de entre una de las tres fórmulas siguientes:

$$I'_n = 0,30 (V - T - P - E)$$

$$I'_n = 0,50 (V - T - P - E - 0,216 (V - T))$$

A continuación se calculan estas tres expresiones:

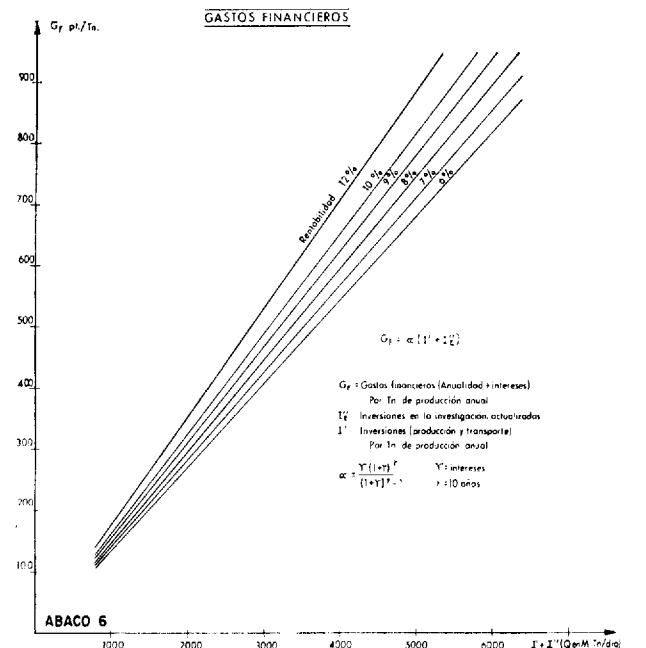
Cálculo de I<sub>b</sub>.

$$I_b = 0,135 (V - T) = 0,135 \left( 1,145 - \frac{40}{Q} \cdot 10^6 - 70,76 \right)$$

luego

$$I_b = 145 - \frac{5,4}{Q} \cdot 10^6 \text{ ptas.}$$

El ábaco 7 representa gráficamente el valor de I<sub>b</sub> en función de los caudales anuales producidos por el campo.



Cálculo de I'<sub>n</sub>.

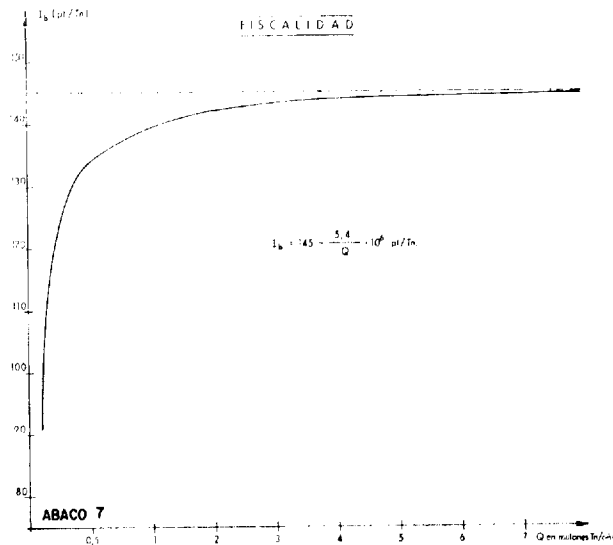
$$I'_n = 0,30 (V - T - P - E) = 0,30 \left( 1,145 - C_t - C_p - \frac{1}{10 \cdot Q} (I_p + I_t) \right) - 0,30 \frac{I_E}{10 \cdot Q}$$

$$I'_n = 0,30 \left( 1,145 - C_d - \frac{I'}{10} \right) - 0,03 \frac{I_E}{Q}$$

Si definimos como costes técnicos  $C$  el conjunto de los costes directos de funcionamiento y la anualidad de amortización correspondiente a las inversiones de producción y transporte,  $\frac{I'}{10}$ , se verimicará:

$$C_T = C_f + C_p + \frac{I'}{10} \quad y$$

$$I'_n = 0,30 (1,145 - C_T) - 0,03 \frac{I_E}{Q}$$



Descomponemos esta expresión en los sumandos

$$A = 0,30 (1,145 - C_T)$$

$$B = 0,03 \frac{I_E}{Q}$$

que dan lugar a los ábacos 8 y 9.

El valor obtenido en 8 vendrá disminuido por el del 9 para tener  $I'_n$ .

El valor  $C_T$  se hallará, a su vez, sumando los gastos de funcionamiento, sacados del ábaco 1, al décimo del valor  $I'$  obtenido de los ábacos 2 y 3.

Cálculo de  $I_n$ .

$$I_n = 0,50 (V - T - I' - E) - 0,108 (V - T) = 0,50 \left( V - C_f - C_p - \frac{1}{10} (I_f + I_p) \right) -$$

$$\frac{0,50 \cdot I_E}{10 \cdot Q} - 0,108 (V - T)$$

$$I_n = 0,50 (1,145 - C_T) - 0,05 \frac{I_E}{Q} - 0,108 \left( 1,074 - \frac{40}{Q} \cdot 10^6 \right)$$

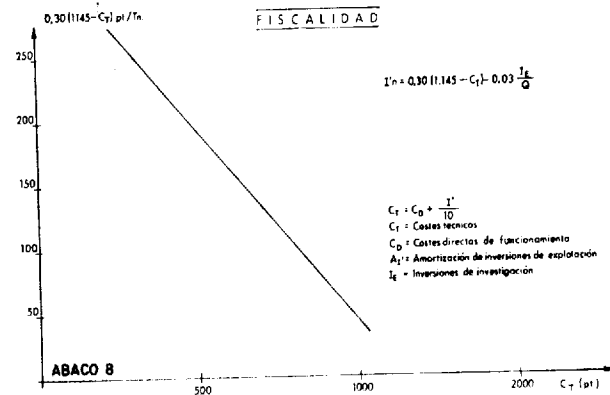
Podemos representar  $I_n$  como suma de las tres expresiones:

$$A = 0,50 (1,145 - C_T)$$

$$B = 0,05 \frac{I_E}{Q}$$

$$C = 0,108 \left( 1,074 - \frac{40}{Q} \cdot 10^6 \right)$$

que dan lugar a los ábacos 10, 11 y 12.



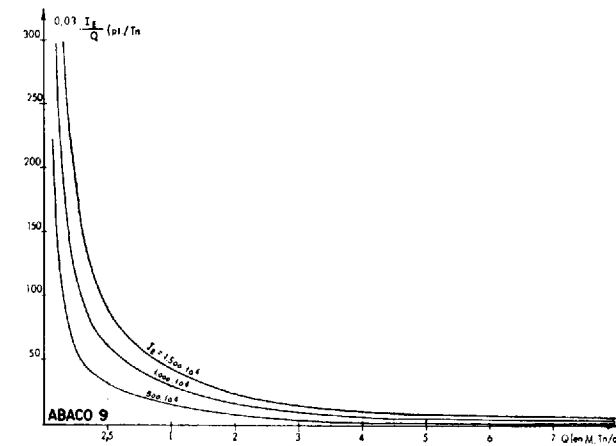
Evidentemente, lo calculado en el 10 vendrá disminuido por lo obtenido en 11 y 12 para llegar a  $I_n$ .

El mayor valor, entre  $I_b$ ,  $I'_n$  y  $I_n$ , será la cantidad a pagar anualmente, por Tm., en concepto de impuestos.

1. EJEMPLO

Sea una Sociedad que, habiendo gastado  $1.500 \cdot 10^6$  ptas. durante un período de investigación de 8 años, encuentra un yacimiento de las siguientes características:

Profundidad: 5.000 m.  
Productividad media por pozo: 100 Tm./día.  
Producción anual:  $1 \cdot 10^6$  Tm.  
Reservas:  $10 \cdot 10^6$  Tm.



¿Cuáles serán los costes directos de funcionamiento, las inversiones a realizar para poner en explotación el campo, los gastos financieros, los impuestos pagados al Estado, y finalmente, los beneficios obtenidos por Tm. después de retribuir al Capital empleado con un 8 por 100 de interés anual? ¿Valor actual del yacimiento?

En el ábaco 1 obtenemos para  $Q = 1 \cdot 10^6$  unos gastos de funcionamiento  $C_f = 209$  ptas./Tm.

En el ábaco 2, para  $Q = 1$ , un valor de 690 pesetas.

En el ábaco 3, para  $q = 100$  Tm./día, otro de 1.500 ptas.

Inversiones de producción y transporte,  $I' = 2.190$  ptas./Tm. de producción anual.

La inversión para poner en explotación el campo será  $2.190 \cdot 10^6$  ptas.

La inversión de investigación  $I_E = 1.500 \cdot 10^6$  actualizada al comienzo de la explotación, será

$$I'_E = 2,152 \cdot 10^6 \text{ ptas. y el valor } I''_E = \frac{I'_E}{Q} \text{ lo}$$

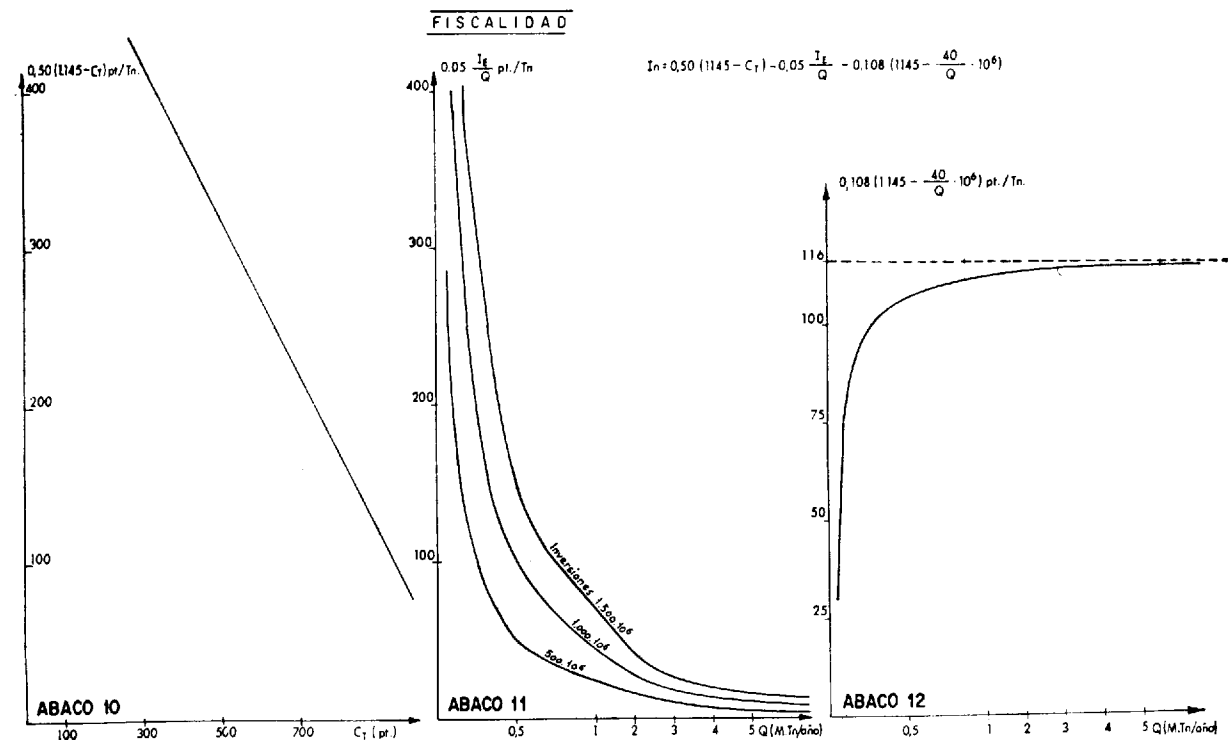
obtenemos del ábaco 5 para  $Q = 1 \cdot 10^6$ :

$$I''_E = 2,152 \text{ ptas./Tm.}$$

Llevando al ábaco 6 el valor  $I' + I''_E = 4.392$  ptas./Tm., obtenemos unos gastos financieros de 650 ptas./Tm.

Pasemos ahora al capítulo de impuestos:

$I_b$  = El ábaco 7 nos da un valor de  $I_b = 139$  ptas./Tm. para  $Q = 1 \cdot 10^6$ .





$I'_n$  = El ábaco 8, para  $C_T = 428$  ptas.

$$\left( C_d = 209, \frac{I'}{10} = 219 \right),$$

da otro de 216 ptas.

Y el ábaco 9 un valor, para  $I_E = 1.500 \cdot 10^6$ , de 45 pesetas.

Queda, pues, para  $I'_n = 216 - 45 = 171$  ptas./Tm.

$I_n$  = El ábaco 10 para  $C_T = 428$  ptas., da un valor de 357 pesetas.

El ábaco 11, para  $Q = 1 \cdot 10^6$ ,  $I_E = 1.500 \cdot 10^6$ , otro de 70 ptas., y el ábaco 12, para  $Q = 1 \cdot 10^6$ , 112 pesetas, luego  $I_n = 357 - 112 - 70 = 175$  ptas.

Lo percibido por el Estado por Tm. sería: 175 pesetas.

Se tendrá como gastos de funcionamiento: 209 ptas/Tm.

Como inversiones en la producción y en el transporte:  $2.190 \cdot 10^6$  ptas. (2.190 ptas por Tm. de producción anual).

Como gastos financieros: 650 ptas/Tm.

Como impuestos: 175 ptas/Tm.

Como beneficio: 111 ptas/Tm.

El valor actual del campo al comienzo de la explotación, considerando un valor del dinero del 8 por 100, será:

$$111 \cdot 10^6 \cdot \frac{1,08^{10} - 1}{0,08} = 111 \cdot 10^6 \cdot 6,71 = 744,81 \cdot 10^6 \text{ ptas.}$$

### 5. ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LOS COSTOS

#### 1. Costes directos de funcionamiento

Para una producción superior a las 400.000 Tm./año, los costes de funcionamiento son infe-

riores a las 250 ptas/Tm. y a partir de  $1 \cdot 10^6$  Tm. oscilan alrededor de las 200 ptas/Tm. Su límite inferior, para una productividad infinita por pozo, sería de 188 ptas/Tm.

#### 2. Gastos financieros

Este factor es predominante en el costo y muy variable, ya que depende, fundamentalmente, de la productividad y profundidad del yacimiento.

Como orden de magnitudes se tendrá que para productividades superiores a 100 Tm/día y producciones anuales iguales o superiores al millón de Tm., las inversiones a realizar para poner en explotación el yacimiento serán inferiores a 2.700 ptas por Tm. de producción anual, que representan unos gastos financieros, por Tm., del orden de las 400 ptas.

A estos gastos financieros habría que añadir los referentes a las sumas invertidas en el período de exploración.

#### 3. Impuestos

Para productividades pequeñas la fórmula fiscal será la  $I_b$ . Por consiguiente, los impuestos a pagar, por Tm., inferiores a 145 ptas.

En el supuesto de productividades grandes la fórmula a emplear será  $I'_n$  y para casos intermedios, de productividades por pozo medianas, la  $I_n$ .

Asimismo, «a grosso modo», se dirá que para productividades y producciones anuales medias, la cantidad a pagar, por Tm., oscilará entre 150-200 ptas/Tm.

Por supuesto, las consideraciones cuantitativas que se hacen en este apartado son función de las hipótesis que se han hecho y que fundamentalmente son —Transporte: oleoducto de 150 Km. incrementado con 60 ptas/Tm. en concepto de flete. Gastos financieros: un coste del dinero del 8 por 100.

## Investigación hidrogeológica por el método eléctrico en Baza (Granada)

por F. ESTEBAN SANTISTEBAN (\*)

### RESUMEN

Dentro del plan de trabajo del Proyecto Hidrogeológico del Guadquivir, realizado conjuntamente por la F.A.O. y el Instituto Geológico y Minero de España, se están ejecutando una serie de reconocimientos geofísicos de detalle que van permitiendo alcanzar los fines programados dentro de este Proyecto. En este trabajo damos cuenta de una parte, la más interesante, de la realizada en Caniles (Granada), y que pone de manifiesto el estudio de un problema concreto cuyo resultado creemos interesante dar a conocer por su gran valor informativo.

### SUMMARY

FAO and Instituto Geológico y Minero de España are working together in the «Proyecto Hidrogeológico del Guadalquivir». In the planning of this Project there are many detailed geophysical prospecting for reaching the principal aims. Here we give to know the most interesting part of the job we made in Caniles (Granada) showing the method of solving one very determined problem that we estimate really interesting and of a great informative value.

Se reúnen en este estudio geofísico los resultados del trabajo realizado sobre una zona que abarca los pueblos de Cúllar de Baza, Baza y Caniles.

El proceso de investigación seguido ha sido jalonar una serie de perfiles mediante sondeos eléctricos verticales (SEV). El método de prospección es el de corriente continua, adoptando para los electrodos una configuración Schlumberger y en todos los sondeos se alcanzó una extensión de  $AB = 2.000$  metros, lo cual ha proporcionado información de la disposición geológica del suelo hasta una profundidad media de 400 a 500 metros aproximadamente.

El número de SEV es de 50, los cuales se han distribuido en 10 secciones eléctricas, estando una de éstas en las proximidades de Cúllar-Baza (Granada), al Sur de esta población y, por tanto, fuera

de la Hoja que principalmente aquí vamos a comentar.

Refiriéndonos a la Hoja de Baza, el problema que se planteaba a la investigación geofísica era la determinación de la disposición debajo del Cuaternario de los conglomerados villafranquienses, que aparecen al Oeste de la Hoja y en directo contacto con las dolomías del Triás.

### PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

#### Sección Eléctrica I

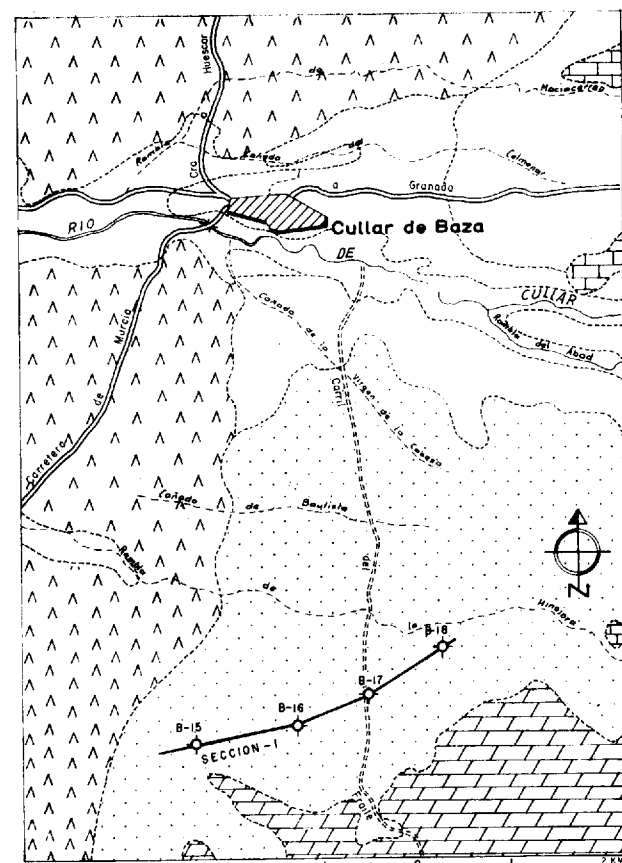
El horizonte de apoyo en este perfil presenta una gran resistividad y un claro descenso hacia el Suroeste.

Al no disponer de suficientes datos geológicos suponemos que pueda tratarse del Jurásico que aparece al Norte y Noroeste de Cúllar-Baza.

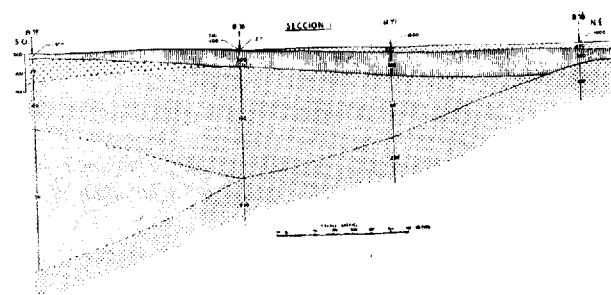
(\*) Dr. Ingeniero de Minas del Departamento de Geofísica del I. G. M. E.

Sobre este tramo que describimos, de una resistividad media de 200 ohmios m<sup>2</sup>/m. descansa otro tramo algo menos resistente y que en los SEV, B-15 y B-16 está perfectamente identificado, pero que a la vista de los 68 ohmios m<sup>2</sup>/m, del sondeo B-17, nos hace pensar en una variación muy brusca de facies, lo cual, en cierto modo es natural por el sensible acuñamiento que se produce hacia al Nordeste. La idea de una falla entre el sondeo B-16 y el B-17 es muy difícil de aceptar, al no verse modificaciones sensibles en el horizonte de apoyo.

Encima de este segundo paquete descrito nos encontramos con otro muy bien definido y de una gran resistividad, que nos hace pensar en una formación de tipo conglomerado o calizo. El resto del perfil tiene menor interés para su comentario.



CUATERNARIO	[Symbol]
PLIOVILLAFRANQUIENSE	Arenas, limos, conglomerados.
PLIOCENO	Margas con yesos
JURASICO SUPERIOR	Marga-calizas
TRIAS COMPLEJO ALPUJARRIDE	Dolomías y calizas



Sección Eléctrica II

Comprende los sondeos eléctricos B-19, B-20, B-21, B-22 y B-23.

El paquete más profundo es evidente que ha de tener un carácter más bien margoso; en el sondeo eléctrico vertical número 22 vemos cómo sobre él descansa un tramo de resistencia francamente alta y que nosotros identificamos con ayuda de la información geológica realizada durante la ejecución de este Proyecto, como los conglomerados que marginalmente aparecen con respecto a esta Sección Eléctrica.

En los sondeos B-20 y B-19 aparece un paquete también con una resistividad alta y que pudieran ser estos mismos conglomerados, que aquí quedan por encima, con una variación de facies menos cementada.

En superficie en los sondeos B-23, B-22 y B-21, encontramos una formación muy conductora que debe contener, por tanto, una gran abundancia de elementos arcillosos, pasando después en los sondeos B-21, B-20 y B-19, a una formación muy resistente y que deben ser las calizas lacustres del Plioceno.

Sección Eléctrica III.

Nos volvemos a encontrar en la parte más profunda con el mismo tramo conductor que ya hemos descrito en la Sección Eléctrica II. El tramo de conglomerados queda perfectamente identificado hasta el sondeo eléctrico vertical B-25, inclusive, produciéndose hacia el Nordeste la misma variación de facies que antes mencionamos y mucho más bajas que en la anterior Sección, del orden de los 40 a 50 ohmios m<sup>2</sup>/m.

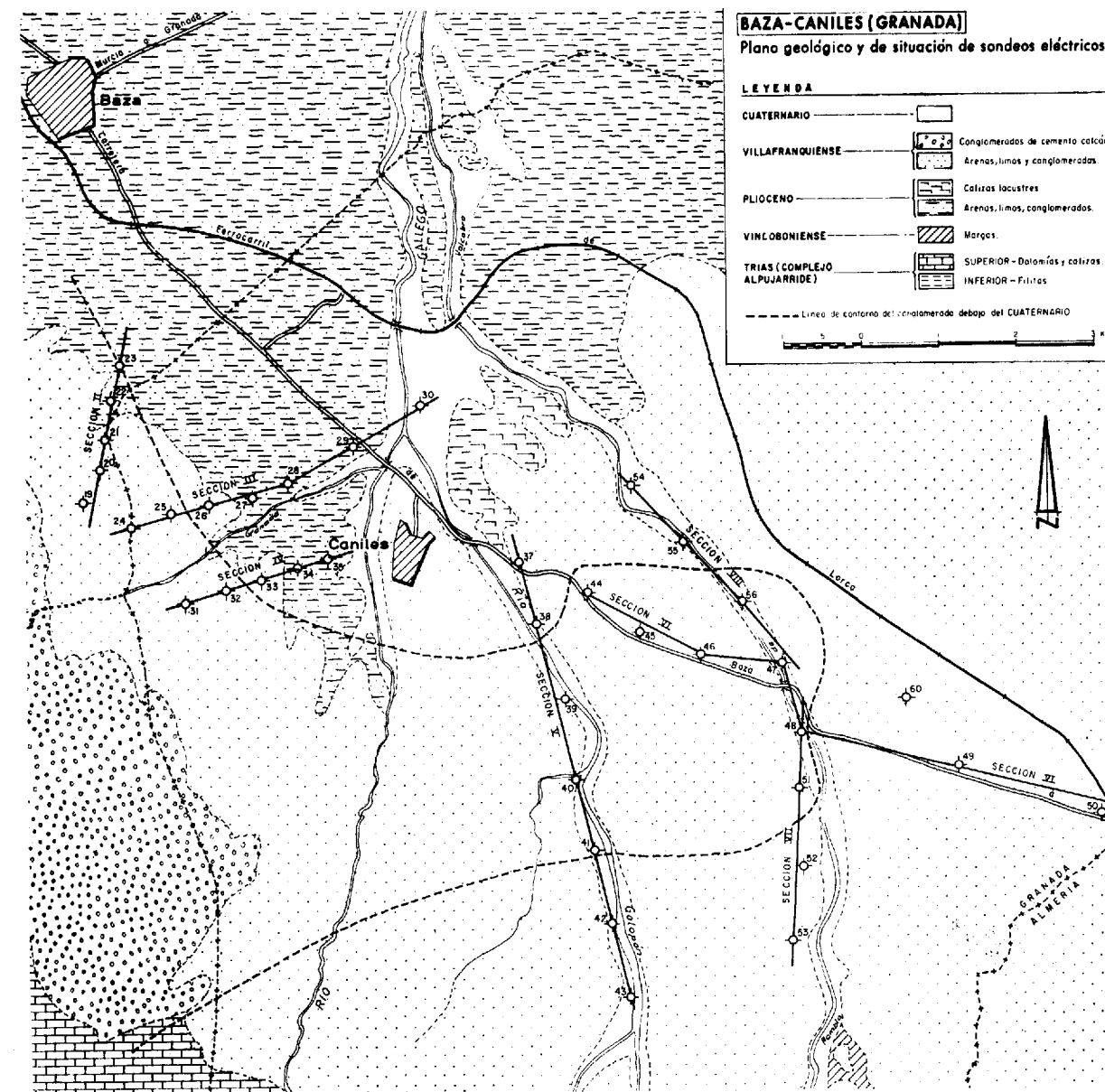
En superficie está muy bien definido el límite del Plioceno al Nordeste del sondeo eléctrico vertical B-29, quedando por debajo un tramo más conductor que se inicia entre el sondeo eléctrico vertical B-25 y B-26, aumentando progresivamente su potencia hacia el Nordeste.

Sección Eléctrica IV

Esta Sección es sensiblemente paralela a la anterior y, en consecuencia, muy semejante en la disposición estratigráfica. Destacamos en el son-

deos eléctricos B-33 y B-34.

Los conglomerados que descansan en este horizonte conductor estimamos que desaparecen entre los sondeos eléctricos B-33 y B-34.



deco eléctrico vertical B-31 la aparición a 310 metros de profundidad de un conjunto resistente y que pudiera ser las dolomías del Triás superior. El tramo de apoyo conductor aparece aquí con algunas variaciones en el valor absoluto de la resistividad, pero esto lo achacaremos a que no

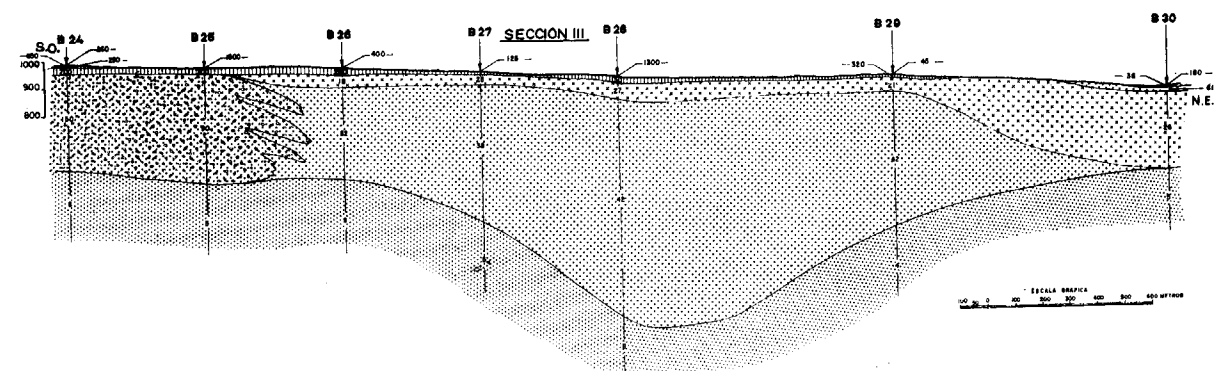
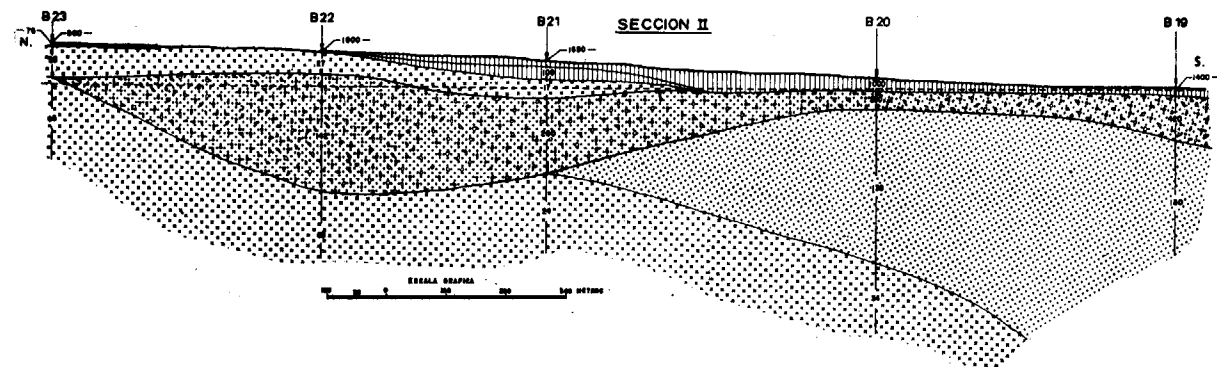
A partir del sondeo eléctrico B-33 y hacia el Nordeste, este conglomerado y su tránsito de facies quedan sellados por una capa más conductora que coincide con la descrita en la Sección anterior.

En los sondeos eléctricos verticales B-31 y B 32,



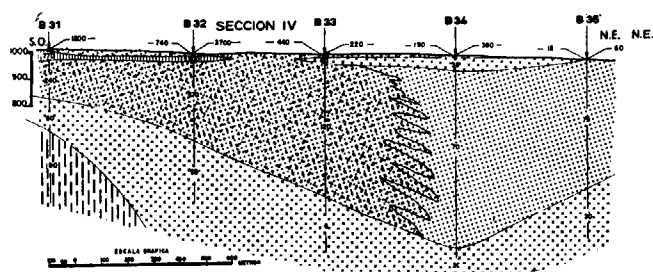
desde los 50 metros hasta la superficie nos encontramos con el Plioceno, posiblemente en su fase caliza.

otro paquete más superior y que por su resistividad, entre 20 y 50 ohmios m<sup>2</sup>/m., podemos identificar como un gran paquete de arenas y limos.



Sección Eléctrica V

Tiene un verdadero interés esta Sección, ya que su disposición Norte-Sur nos orienta perfectamente en relación con la disposición del nivel



de conglomerados que estamos intentando identificar.

En los sondajes B-37 y B-38 nos encontramos con el horizonte de apoyo francamente conductor y que debe tener una naturaleza evidentemente arcillosa. En el conjunto de la Sección se observa

Los conglomerados se manifiestan entre los sondajes B-38 y B-39, para finalizar muy acúñados en las proximidades del sondeo B-41.

La zona de mayor potencia del conglomerado debe quedar entre los sondajes B-39 y B-40, donde debe dejar de cortarse este conglomerado para entrar en los limos y arenas a los 210 metros, aproximadamente.

Sección Eléctrica VI

En los sondajes B-49 y B-50 nos encontramos con un nivel muy profundo de resistencia elevada que pudiera ser una formación triásica.

En todo el conjunto de la Sección puede aceptarse como horizonte de apoyo las margas que ya antes aludimos.

Los conglomerados aparecen en el sondeo B-44 y dejan de manifestarse entre los sondajes B-47 y B-48.

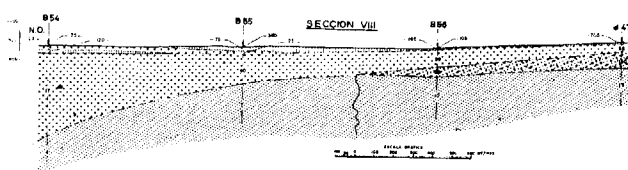
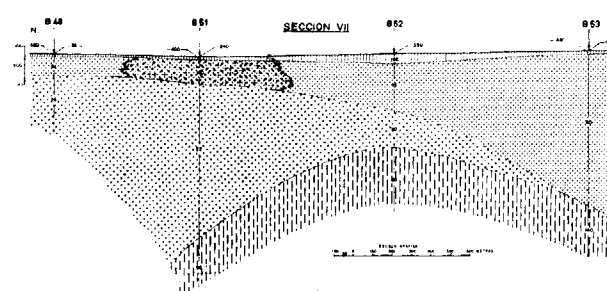
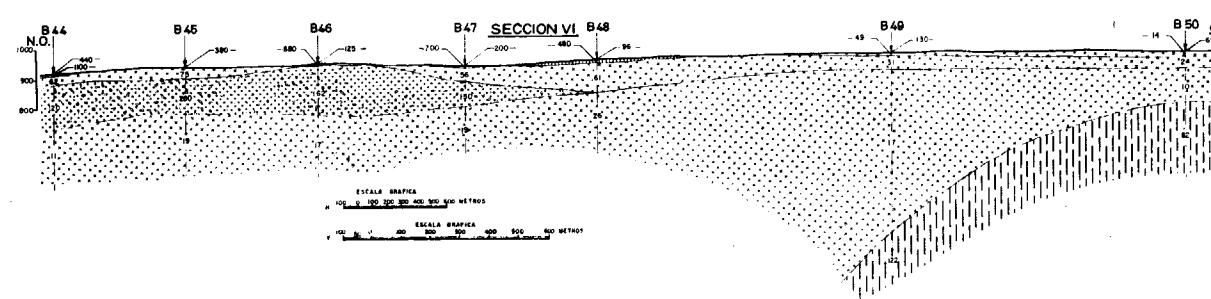
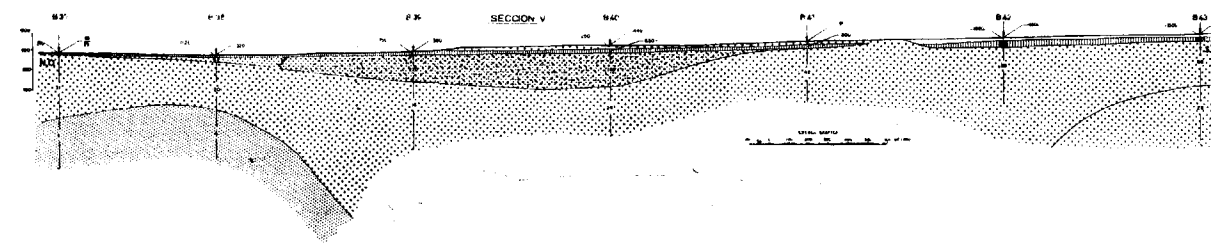
Tenemos que hacer la observación de que el fondo o muro de este conglomerado, topográficamente y de un modo relativo, comienza a ele-

varse respecto al nivel del mar. Su espesor aquí es, en la zona más potente, de 150 metros.

El comentario de la parte superficial carece de interés.

Sección Eléctrica VII

Aparece también aquí la penetración del horizonte inferior, que hemos indentificado como algún nivel triásico, al mismo tiempo que se mani-



Sección Eléctrica VIII

El horizonte de apoyo se divide en dos partes, ya que en los sondajes B-54 y B-55 tiene un carácter muy arcilloso, en tanto que hacia el Sudeste

aparece un contacto o tránsito hacia el nivel margoso ya aludido.

Los conglomerados se acúñan hacia el Noroeste, al mismo tiempo que disminuye la cota topográfica de su muro hasta casi los 720 metros sobre el nivel del mar.

Sobre el conglomerado aparece un nivel que ya antes mencionamos en la Sección Eléctrica VI y que posiblemente sea el Cuaternario medio más o menos limoso.

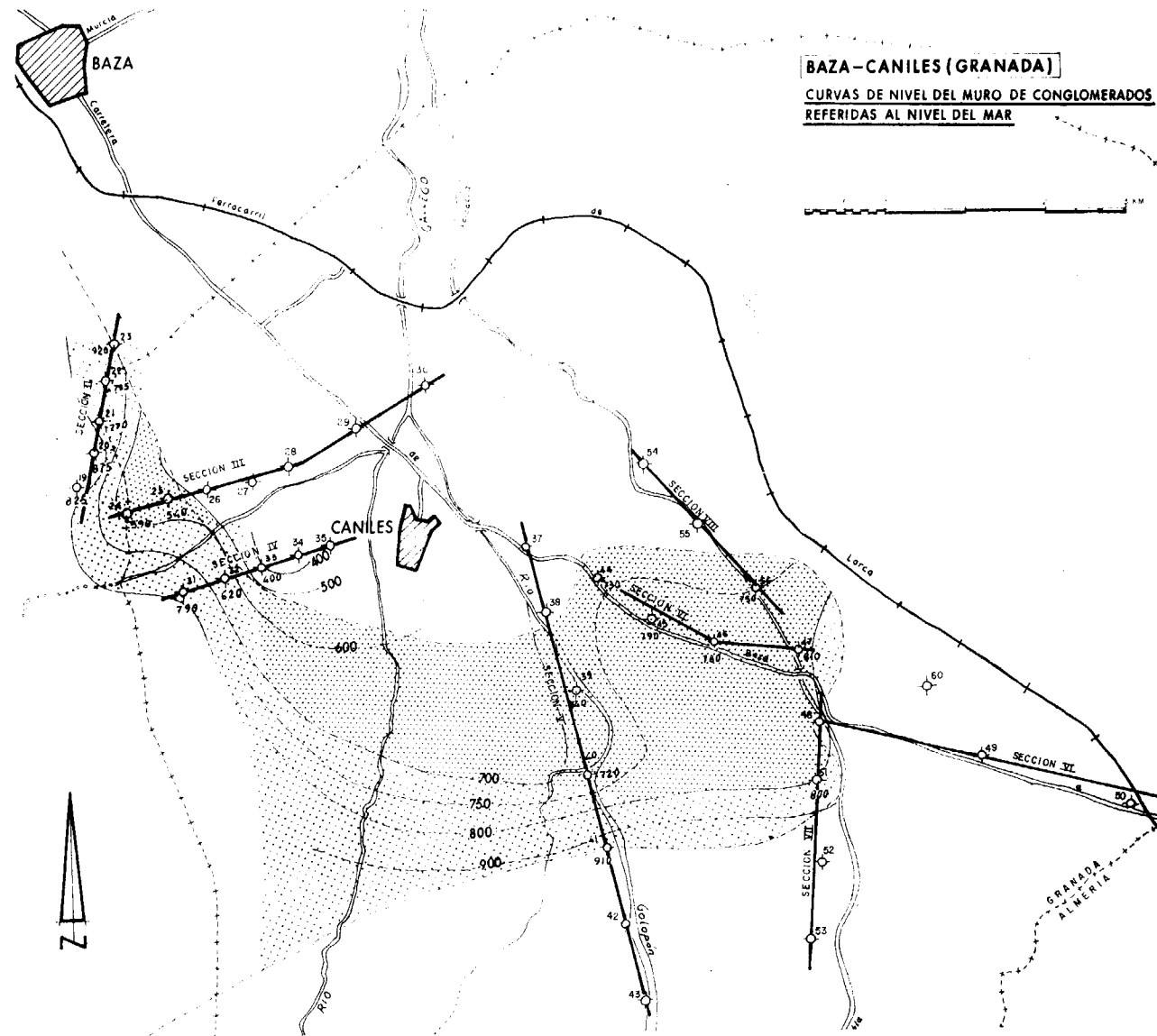
CONCLUSIONES

1. En el plano de curvas de nivel del muro de conglomerados puede verse el límite de éstos, que es donde opinamos que han de encontrarse las mejores soluciones para la realización de sondajes mecánicos. En algunas Secciones Eléctricas este límite se muestra como una variación de facies y es posible, por consiguiente, encontrar zonas donde haya acuíferos interesantes, pero siempre dentro de esta misma capa.

2. Observando el gradiente fuerte (zona de punteado estrecho) que se presenta en este plano, se deduce que las zonas mejores con vistas al futuro serán las topográficamente más suaves y más pro-

fiesta el horizonte de apoyo de margas vindobonienses, que parece ser tiene un amplio desarrollo hacia el Norte. La resistividad de este tramo es del orden de los 20 ohmios m<sup>2</sup>/m.

Los conglomerados sólo los encontramos en el sondeo eléctrico B-51, pero topográficamente queda su muro a una cota de 800 metros sobre el nivel del mar.



fundas (zona de punteado más estrecho). Lógicamente, este concepto es totalmente independiente de otras consideraciones hidrológicas, las cuales pueden modificar ampliamente este criterio.

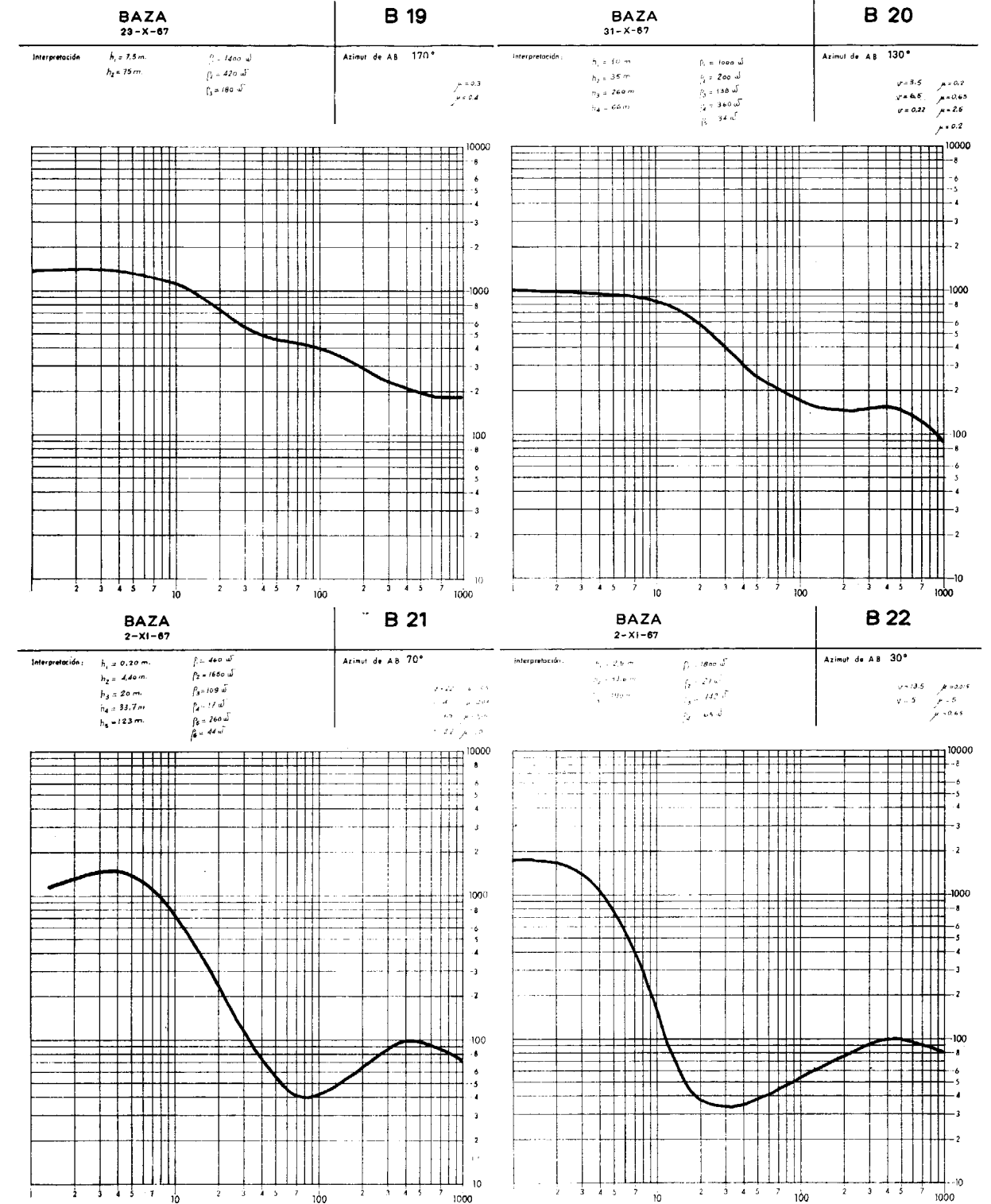
3. Los dos puntos que consideramos más interesantes para ubicar sondeos son los correspondientes a los sondeos eléctricos verticales B-44 y B-33.

COMENTARIO FINAL

Cuando este trabajo termina de redactarse, aparece un hecho que avala la calidad de la investigación geofísica.

La Sección Eléctrica II fue entregada a mediados de diciembre al Ingeniero NGUYEN QUANG TRAC para implantar un sondeo mecánico en la zona. En dicha Sección, en el sondeo eléctrico B-21, se determinaba que el paquete de conglomerados se cortaría a los 57 metros y dejaría de cortarse a los 180 metros de profundidad.

A realizarse el sondeo mecánico se ha comprobado esta afirmación, ya que este paquete de conglomerados se cortó a los 60 metros y finaliza a los 177 metros. Es interesante asimismo destacar la existencia de niveles acuíferos importantes.





# Técnica seguida en la toma de muestras para la formación de una colección monográfica sobre la cuenca potásica catalana

por J. MONTORIOL-POUS (\*)

## RESUMEN

Se describe la sucesión de las capas salinas y la estructura de los yacimientos potásicos de Suria, Cardona y Balsareny, con el fin de justificar los criterios que se han seguido durante la toma de muestras para formar la colección monográfica de la Universidad de Barcelona. Se precisa asimismo la situación exacta de los puntos en donde fueron recogidas las muestras.

## RÉSUMÉ

On décrit la succession des couches salines et la structure des gites potassiques de Suria, Cardona et Balsareny, avec le but de justifier les critères qu'on a suivis pendant la prise d'échantillons pour former la collection monographique de l'Université de Barcelone. On précise aussi la situation exacte des points où furent recueillis tous les échantillons.

## INTRODUCCIÓN

Como es bien sabido, los yacimientos de la cuenca potásica catalana figuran entre los más importantes del mundo. La historia de su descubrimiento y explotación es sobradamente conocida para que insistamos en ella. No obstante, a pesar de la numerosa bibliografía existente, no se había llevado a cabo ningún estudio mineralógico en la misma, aplicando sistemáticamente técnicas físicas tan importantes como son la espectrografía, la roentgenografía y la decrepitemetría.

En vista de ello, y disponiendo los laboratorios de la Sección de Mineralogía general y Cristalografía del Instituto «Jaime Almera» del utillaje necesario para llevar a cabo tales investigaciones, procedimos a establecer un plan general de trabajo. Gracias a haber disfrutado de una beca de la Fundación «Juan March», el citado plan de trabajo pudo ser convertido en realidad.

Aun cuando la labor fundamental de las investigaciones realizadas la constituyen los trabajos de laboratorio, fue necesario llevar a cabo previa-

mente una amplia campaña sobre el terreno. En efecto, apenas comenzadas las investigaciones, llegamos a la conclusión que resultaba a todo punto ineludible el efectuar la recolección de muestras personalmente, prescindiendo en absoluto de los ejemplares existentes en colecciones oficiales y particulares y de las muestras de sonda. La causa de ello estriba en que, debido al tipo de investigación que nos habíamos propuesto, era necesario conocer con toda exactitud la localización de las muestras estudiadas.

A la vista de la cantidad de muestras recolectadas, creemos que la colección monográfica que hemos formado puede servir para llevar a cabo ulteriores investigaciones. Es por ello que hemos considerado de utilidad la publicación de la presente nota, a fin de que los investigadores que en su día deseen servirse de la colección, posean una completa información, no sólo en cuanto a la exacta localización de todas las muestras, sino en cuanto al criterio seguido en la recolección de las mismas.

Para lograr que la toma de muestras resultara representativa a los fines perseguidos, tuvimos que tener en cuenta ciertos rasgos de la disposi-

ción tectónica. Así, pues, aun cuando la misma no constituya un fin para nosotros, tendremos que referirnos a ella para justificar los criterios seguidos en el desmuestre. No obstante, no entraremos en el estudio detallado de la misma, ni tampoco en consideraciones sobre la edad de los yacimientos —ya que todo ello no forma parte de la problemática planteada—, remitiendo al lector que se interese por tales extremos a la numerosa bibliografía existente.

No podemos terminar esta breve introducción sin antes dejar constancia de nuestro agradecimiento a todos aquellos que han colaborado a facilitar nuestro trabajo durante la campaña de recolección de muestras. Las empresas «Unión Española de Explosivos», beneficiaria de los yacimientos de Cardona y Balsareny, y «Minas de Potasa de Suria», que tiene en explotación el yacimiento de Suria, han colaborado desinteresadamente en las investigaciones realizadas, permitiendo nuestro libre acceso a cualquier parte de las minas y facilitándonos, además, interesante material gráfico para el presente trabajo: levantamientos topográficos de las labores subterráneas y corte detallado del anticlinal de Suria, la segunda; levantamiento topográfico y cortes detallados de las capas de sal en el diapiro de Cardona, la primera.

La Dirección de las diversas explotaciones ha tenido para con nosotros toda suerte de atenciones personales: es por ello que debemos citar a don José Manuel Rodríguez Ron, Ingeniero director del yacimiento de Suria; a don José Barrera, Ingeniero director del yacimiento de Cardona, y a don Carlos Martí, Ingeniero director del yacimiento de Balsareny, agradeciéndoles las atenciones dispensadas. Nuestro agradecimiento debe extenderse, asimismo, a los ingenieros don Santiago Ramos, de «Unión Española de Explosivos», y don José Fúster, de «Minas de Potasa de Suria», así como a todo el personal de las tres empresas citadas, que han procurado en todo caso facilitar nuestra labor.

## I. CARACTERÍSTICAS DE LOS YACIMIENTOS ESTUDIADOS

### a) Generalidades

Al llevar a cabo la toma de muestras hemos tenido constantemente en cuenta dos principios fundamentales: 1) Recoger las muestras de tal manera que plantearan en sí un problema determinado; 2) procurar una suficiente base estadística.

Al planear la recolección, nos hemos visto constantemente obligados a considerar la tectóni-

ca de la cuenca salina, ya que no sólo condiciona el punto primero, o sea, la manera de disponer el desmuestre, sino incluso el segundo, es decir, la toma de un número de muestras determinado.

Nuestras investigaciones se han realizado en las cuencas de los ríos Cardoner (yacimientos de Suria y Cardona) y Llobregat (yacimiento de Balsareny), ya que en la cuenca del Llobregós, si bien existen importantes espesores de halita, los sondeos han demostrado ausencia de sales potásicas.

### b) Yacimiento de Suria

Las sales han sido llevadas cerca de la superficie gracias a la existencia de un anticlinal y un pliegue-falla (fig. 1). La charnela y el plano de falla siguen sensiblemente la orientación E-O. Se había señalado ya el carácter epidérmico de los accidentes tectónicos que afectan a las capas salinas; recientemente, gracias a los sondeos sísmicos realizados, se ha comprobado tal punto de vista en toda la extensión del yacimiento de Suria: en efecto, el substrato eocénico sobre el cual reposa la masa salina presenta apenas ondulación alguna. Ello hace que la distancia techo-muro pueda sufrir variaciones extraordinarias ( $h_1$ ,  $h_2$ ).

Además del buzamiento que ofrecen los flancos N. y S. del anticlinal, algo asimétrico, éste se hunde asimismo, aunque con pendiente más suave, hacia el E. y el O., por lo que las capas presentan, en general, una disposición periclinal. Esta peculiar estructura ha sido aprovechada para el trazado de las galerías en la zona N. de la explotación (pozos II y III), las cuales aparecen dibujando curvas cerradas, más o menos paralelas, y de posición más periférica las que se hallan a mayor profundidad (fig. 6). El anticlinal aparece cortado sucesivamente por las plantas 530, 580 y 630 (fig. 1). Existe además una galería de reconocimiento al nivel 880 (fig. 6), que si bien no corta capa potásica alguna, tiene para nosotros el valor de penetrar en el corazón de la sal vieja, en el mismo núcleo del anticlinal.

Aun cuando la tectónica de detalle es, en algunos puntos, muy compleja, se pueden distinguir y seguir casi siempre las diferentes capas: A y B, potásicas, y C y D, magnésico-potásicas. Las dos capas potásicas aparecen cortadas en los dos flancos del anticlinal, y una de ellas, la B, es cortada además, gracias a la citada disposición periclinal, por la galería que desde el pozo maestro se dirige hacia la zona potásica del anticlinal. Las capas C y D, que no son objeto de explotación, son asimismo cortadas por la mencionada galería (fig. 6), gracias a lo cual resultan también directamente accesibles.

(\*) Becario de la Fundación «Juan March».

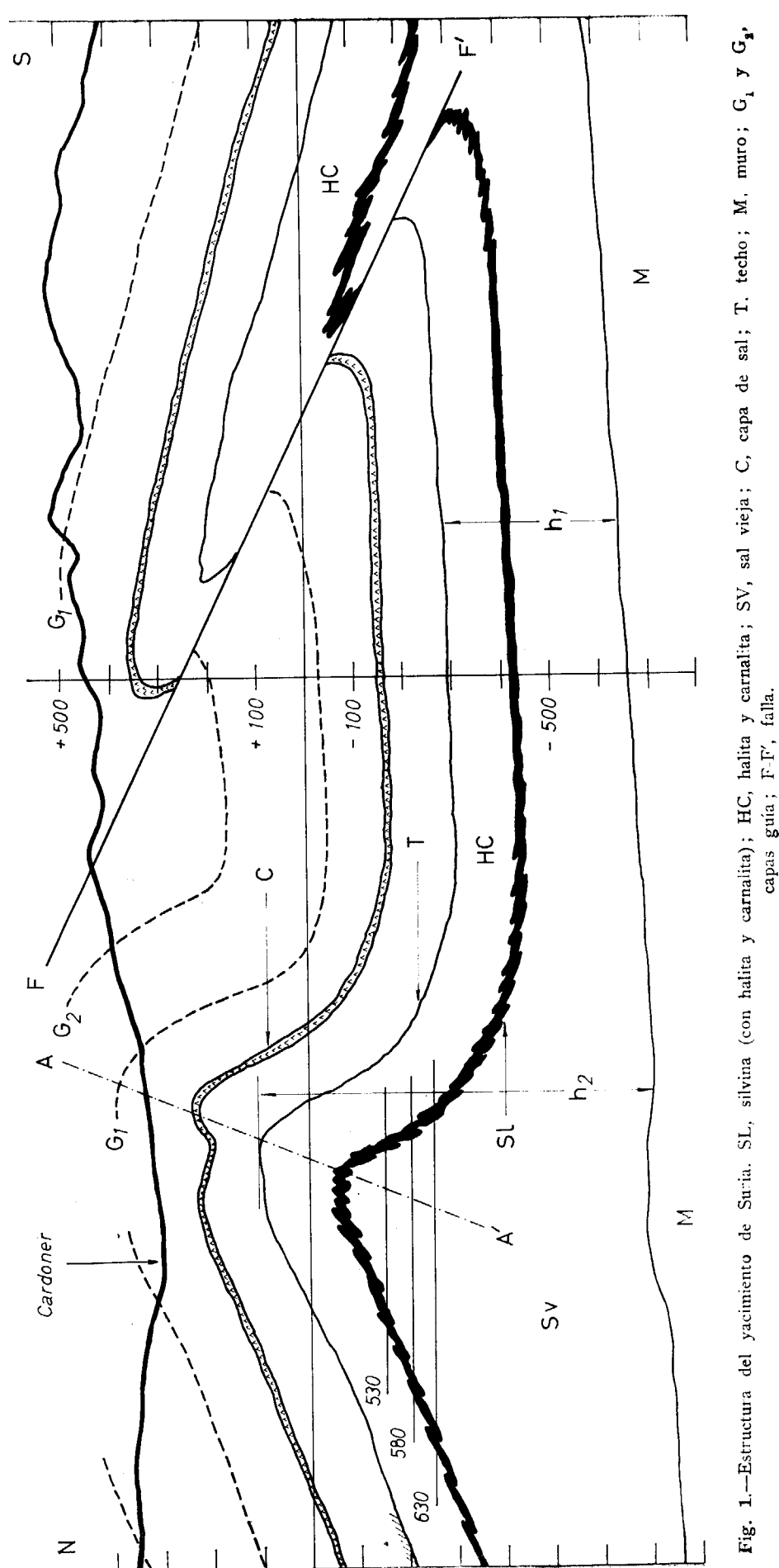


Fig. 1.—Estructura del yacimiento de Suria. SL, silvina (con halita y carnalita); HC, halita y carnalita; SV, sal vieja; C, capa de sal; T, techo; M, muro; G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub>, capas guta; F, F', falla.

De todo cuanto se ha dicho, podemos ver que la zona del yacimiento de Suria, situada al N. de la falla, presenta condiciones óptimas para el estudio sistemático propuesto: identificación segura de las diferentes capas; acceso directo a todas ellas (las potásicas en diferentes puntos), y posibilidad de penetrar directa y profundamente en el núcleo de la sal vieja. Es por lo citado que decidimos llevar a cabo en ella la parte fundamental de las recolecciones, procediendo a recoger 83 muestras (1 a 83) representativas de la sucesión en las diversas capas potásicas y magnésico-potásicas, así como en las capas de halita intercaladas y de la sal vieja.

Especial interés reviste la sal que denominan en la zona minera «transformada», y que se supone silvina proveniente de carnalita gracias a la acción de las presiones tectónicas (se produciría además bischofita, la cual sería eliminada debido a su gran solubilidad). La citada sal se encuentra preferentemente en aquellos puntos de tectónica local complicada, los cuales coinciden normalmente con la localización de las cámaras de explotación, ya que la repetición de capas facilita el laboreo. Se han tomado 12 muestras en las citadas cámaras (84 a 95): dos en la zona del anticlinal, y las 10 restantes en la zona del yacimiento situada al S. de la falla, que es en donde existe un mayor número de cámaras.

#### c) Yacimiento de Cardona

En la figura 2 se representa el clásico corte que ha venido dándose del anticlinal diapírico de Cardona. No obstante, la estructura del diapíro es mucho más complicada de lo que deja entrever tal corte y la tectónica muy violenta. Basta citar que en muchos puntos la sal vieja ha «adelantado» a las capas potásicas y a la sal de techo, encontrándose masas de ella en la parte superior de la Muntanya Roja (= Monte Rojo). Si observamos cortes verticales a diferentes profundidades (figuras 3 y 4), vemos que tal fenómeno se reproduce, en pequeño, constantemente: en efecto, las capas aparecen con frecuencia desgajadas de sus raíces y abundan las masas correspondientes a cierta capa salina, aisladas y englobadas en el seno de otra sal diferente.

Debido a ello, las capas resultan difíciles, sino imposibles de identificar, y desde luego, imposibles de seguir. La explotación se halla adaptada a tal estilo tectónico, realizándose a base de grandes cámaras abiertas en aquellas zonas en que el porcentaje estadístico de sales potásicas alcanza un valor conveniente.

Es evidente que en un yacimiento de tales ca-

racterísticas no resulta factible la toma de muestras seriadas, por lo cual se ha prestado particular atención a la recolección de las distintas especies y variedades de sal, atendiendo a su coloración, estado cristalino, etc. Por presentar buenas condiciones para ello, se escogió el nivel 920, recogiendo 16 muestras en el mismo (96 a 111).

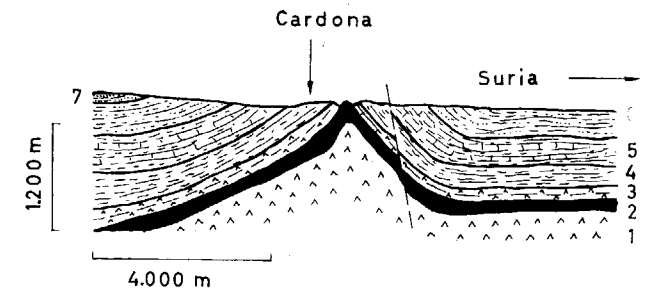


Fig. 2.—Anticlinal diapírico de Cardona. 1, sal vieja; 2, capas magnésico potásicas; 3, margas grises con sal; 4, margas con yeso; 5, margas abigarradas con calizas; 6, margas, areniscas y yeso; 7, margas y areniscas.

En una cámara del nivel 850, en la cual las capas aparecen casi verticales, encontramos una perfecta sucesión carnalita-«transformada»-silvina. Debido al interés de la misma, procedimos a una toma seriada de muestras (112 a 118).

#### d) Yacimiento de Balsareny

Sus características son el ofrecer una estructura general relativamente tranquila y una tectónica de detalle con notables complicaciones locales. Debido a ello, las relaciones entre el trazado de la explotación y la sucesión de capas no resulta favorable para nuestras investigaciones.

No obstante, en la cámara 115, en donde se observa una estratificación horizontal, aparece una sucesión total, desde la capa superior de carnalita hasta la halita, que constituye el muro de la capa potásica más inferior. Siendo el único punto de la cuenca salina en donde hemos encontrado toda la sucesión directamente observable sin tenerse que efectuar desplazamientos de una zona a otra, procedimos a una toma de 16 muestras seriadas (120 a 135).

## II. LAS CAPAS POTÁSICAS

La sucesión total que presentan las evaporitas halógenas en la parte central de la cuenca es la siguiente:



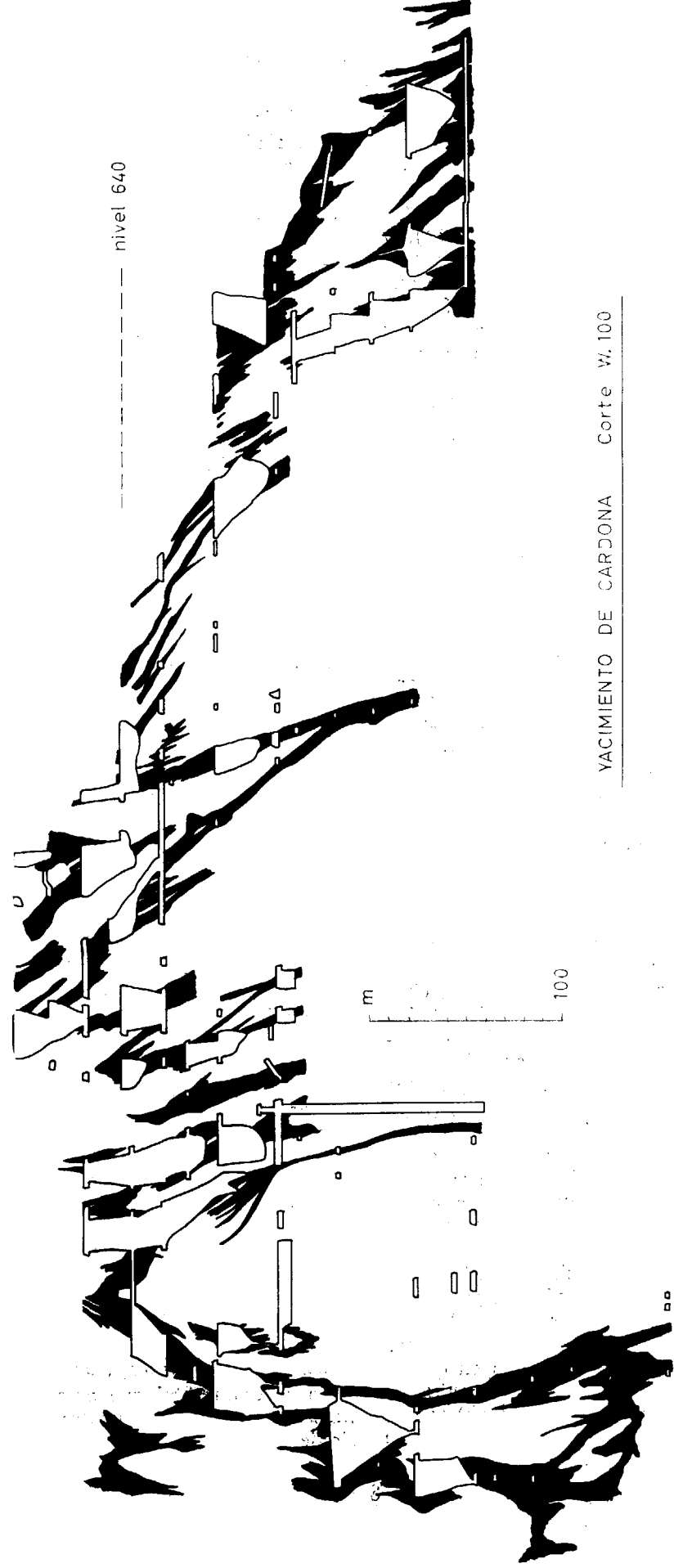


Fig. 3.—Estructura de detalle de las capas de silvina en el diapiro de Cardona, corte W 100.

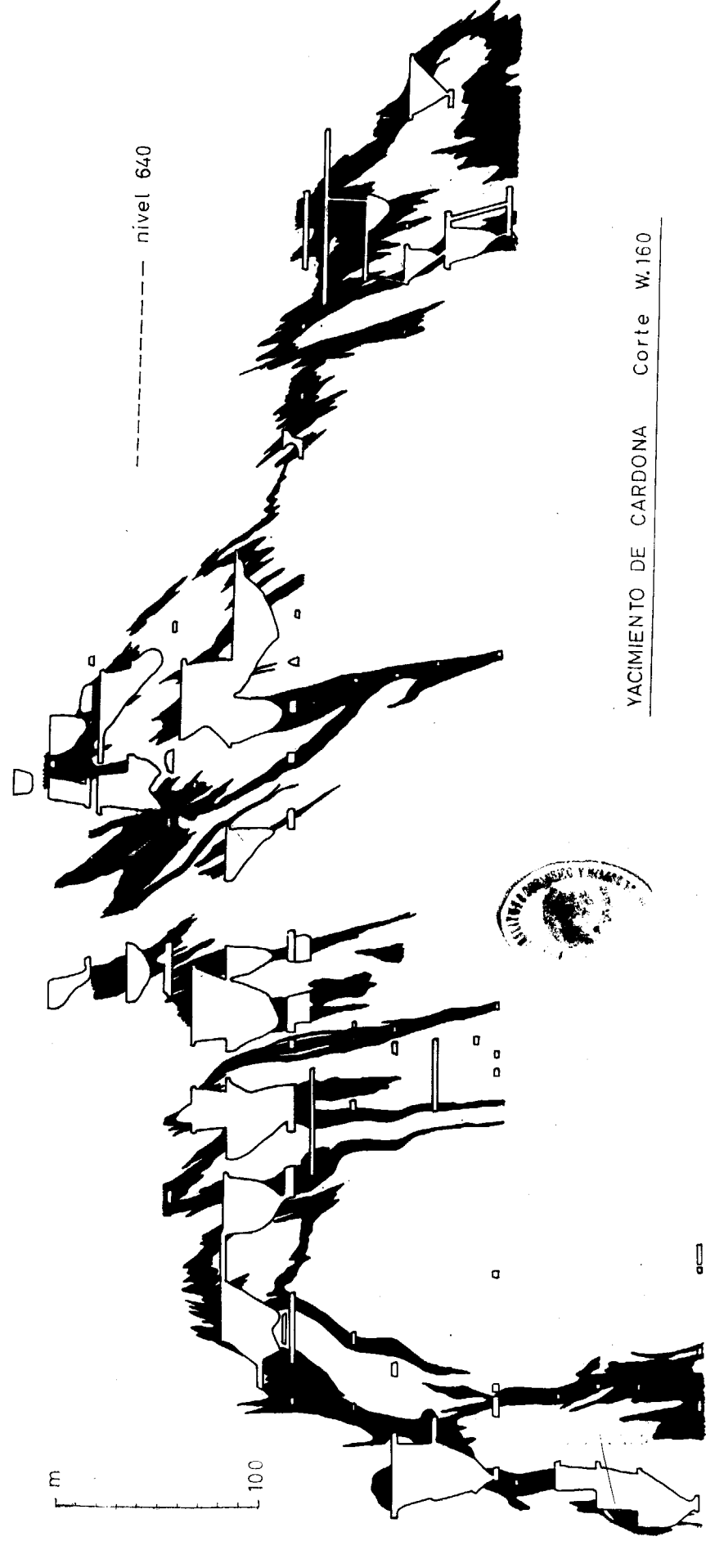


Fig. 4.—Estructura de detalle de las capas de silvina en el diapiro de Cardona, corte W 160.

Techo. Margas y calizas.  
 Anhidrita y margas.  
 Halita («Sal nueva»)  
 Capas alternantes de halita y carnalita.  
 Capas alternantes de halita y silvina  
 Halita («Sal vieja»)  
 Anhidrita.  
 Muro: Eoceno marino.

En lo que se refiere a la potencia de las diferentes capas potásicas, se han publicado los resultados de 22 sondeos en la cuenca del Cardoner y 17 sondeos en la cuenca del Llobregat. Nosotros prescindiremos de los resultados obtenidos en dichos sondeos por las dos causas siguientes: 1) Sin la aplicación de técnicas de laboratorio especiales, las muestras de sonda no permiten identificar con exactitud la capa cortada; 2) se sabe cuál es el espesor cortado, pero no el verdadero espesor de la capa. Es por ello que nos basaremos exclusivamente en nuestras propias observaciones directas en el interior de las explotaciones mineras, prescindiendo de toda consideración sobre datos hipotéticos. Nos referiremos únicamente a los yacimientos de Suria y Balsareny, ya que la complicación de detalle del diapiro de Cardona (figs. 3 y 4) convierte en imposible cualquier conjetura sobre la sucesión y potencia de las capas potásicas.

En la zona del yacimiento de Suria, que se halla en vías de explotación, se observan cuatro capas potásicas denominadas, de abajo hacia arriba, A, B, C y D, las cuales aparecen separadas por capas de halita. La estructura de detalle y la potencia de todas ellas varía considerablemente de un punto a otro, debido a las complicaciones tectónicas locales; sin embargo, del conjunto de observaciones, puede deducirse que su potencia promedio es, respectivamente, 3, 2, 3 y 8 m.

En cuanto a su estructura, la capa A aparece constituida por cinco subcapas alternadamente rojas y blancas, siendo rojas la primera y la última. Todas ellas aparecen muy compactas, de grano fino y extraordinariamente duras. Ninguna presenta higroscopicidad y su sabor es amargo en las rojas y salado en las blancas, lo cual indica un predominio alternante de la silvina y de la halita.

La capa B se halla corrientemente constituida por una sucesión de capitas formadas por una mezcla de silvina y halita en diferentes proporciones. Puede presentar una mayor complicación, apareciendo carnalita en la parte superior, silvina (con halita) en la inferior, y «transformada» en la zona intermedia.

Las capas C y D no son objeto de explotación, por contener únicamente carnalita y halita.

La potencia de las capas de halita que separan a las potásicas es asimismo, y por la causa ya citada, sumamente variable. Del conjunto de observaciones realizadas pueden deducirse sus potencias promedio: halita entre A y B, 6 m.; halita entre B y C, 10 m.; halita entre C y D, 6 m.

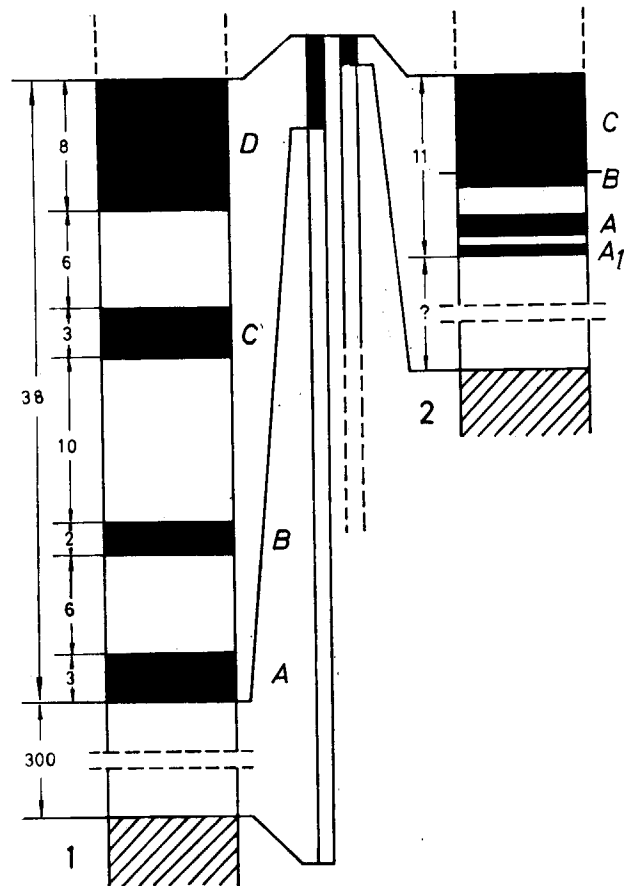


Fig. 5.—Sucesión de las capas potásicas en los yacimientos de Suria (1) y Balsareny (2).

Así, pues, resumiendo, la sucesión promedio en las capas potásicas del yacimiento de Suria es:

	m.
Carnalita y halita	8
Halita	6
Carnalita y halita	3
Halita	10
Silvina y halita (carnalita y «transformada»)	2
Halita	6
Silvina y halita	3

La potencia total de la zona potásica es de 38 m. (de los cuales, 22 corresponden a las capas de halita intercaladas). Si tenemos en cuenta

que la «sal vieja» presenta un espesor de 300 a 350 m., vemos que las capas potásicas constituyen una porción reducidísima del yacimiento (figura 5, 1).

En la zona del yacimiento de Balsareny que se halla en vías de explotación, se observan asimismo cuatro capas potásicas denominadas, de abajo hacia arriba, A<sub>1</sub>, A, B y capa de carnalita. La estructura de detalle y la potencia de todas ellas varía considerablemente de un punto a otro, debido a las complicaciones tectónicas de detalle locales; sin embargo, del conjunto de observaciones, puede deducirse que su potencia promedio es, respectivamente, de 0,6, 1,2, 0,8 y 6 m. (en la última se refiere únicamente a la parte observable, ya que su límite superior no es visible en ningún punto de las explotaciones mineras). Las capas A<sub>1</sub>, A y B aparecen constituidas por capitas en las que predominan alternadamente la silvina y la halita.

A diferencia del yacimiento de Suria, no aparece aquí la capa de halita que separa las dos capas potásicas superiores (capa de carnalita y capa B), las cuales se encuentran directamente superpuestas. Entre las capas A y B se halla una capa de halita de 1,8 m. de potencia (denominada «sal entre capas»), y entre las A<sub>1</sub> y A, otra de 0,6 m. de potencia (denominada «sal de 60»).

Resumiendo, la sucesión en la zona potásica del yacimiento de Balsareny aparece de la manera siguiente:

	m.
Capa de carnalita	6 ?
Capa B	0,8
«Sal entre capas»	1,8
Capa A	1,2
«Sal de 60»	0,6
Capa A <sub>1</sub>	0,6

que constituye, al igual que en el caso de Suria, una porción reducidísima del yacimiento (figura 5, 2).

IV. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

a) Generalidades

Con la única excepción de las muestras 82 y 83, todas las demás han sido recogidas ex-profeso para la colección monográfica; las 84 a 95 lo fueron, bajo nuestra indicación, por personal de «Minas de Potasa de Suria»; todas las restantes las recolectamos personalmente en el interior de las minas.

Uno de los problemas que se plantearon de inmediato fue debido a la higroscopicidad de muchas de las muestras, la cual dificultaba su posterior almacenamiento. Para comprobar la estanqueidad de los diferentes tipos de frascos y tapones ensayados se operó de la siguiente manera: Los frascos se llenaron con Cl<sub>2</sub>Ca, se taparon, se pesaron y se introdujeron en una cámara en la que se logró un aire en estado de saturación. Se dejaron durante quince días en tales condiciones, procediéndose luego a un nuevo pesaje. Los frascos del sistema escogido —tapón de plástico a presión, doble arandela de corcho y tapón de rosca presionando el conjunto— no registraron el menor aumento de peso.

Seguidamente pasamos a exponer la seriación y la localización de las muestras recogidas.

b) Yacimiento de Suria; pozos II y III

En la tabla I y figura 6 se indica la situación de los puntos en donde se han efectuado las tomas de muestras correspondientes a las diferentes capas, así como la seriación de las mismas.

TABLA I

Capas	Situación (*)	Muestras seriadas de arriba a abajo	Halita techo	Halita muro
A	A <sub>1</sub>	16-17-18-19-20	15	21-22
A	A <sub>2</sub>	50-51-52-53-54	49	35
B	B <sub>1</sub>	7-6-5-4-3-2-1-8	14-13-12	9-10
B	B <sub>2</sub>	28-27-26-26	—	24-23
B	B <sub>3</sub>	78-77-76-75	—	74-73
C	C	41-40-39-38**-33	—	31
D	D	29-30-32	—	—

(\*) Ver figura 6.

(\*\*) «Serpiente» de halita, con capitas arcillosas intercaladas: 35-36-37.



**SURIA**

- POZO II y III -

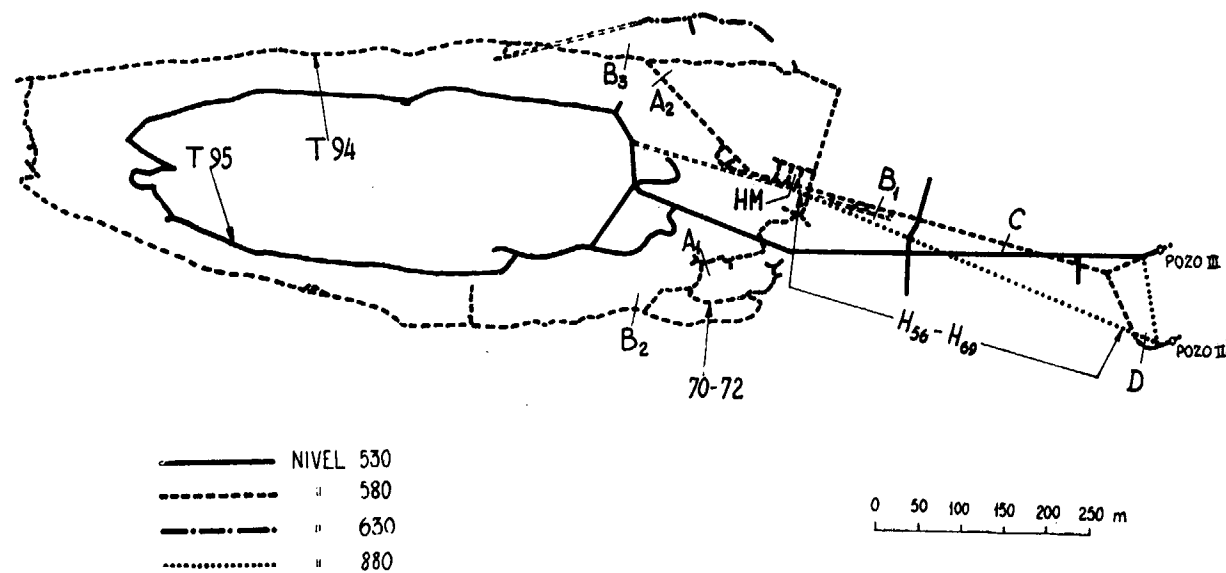
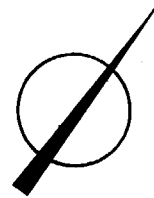


Fig. 6.—Situación de las muestras recolectadas en el yacimiento de Suria, pozos II y III. Los puntos marcados T indican la entrada a cámaras de explotación que no han sido dibujadas.

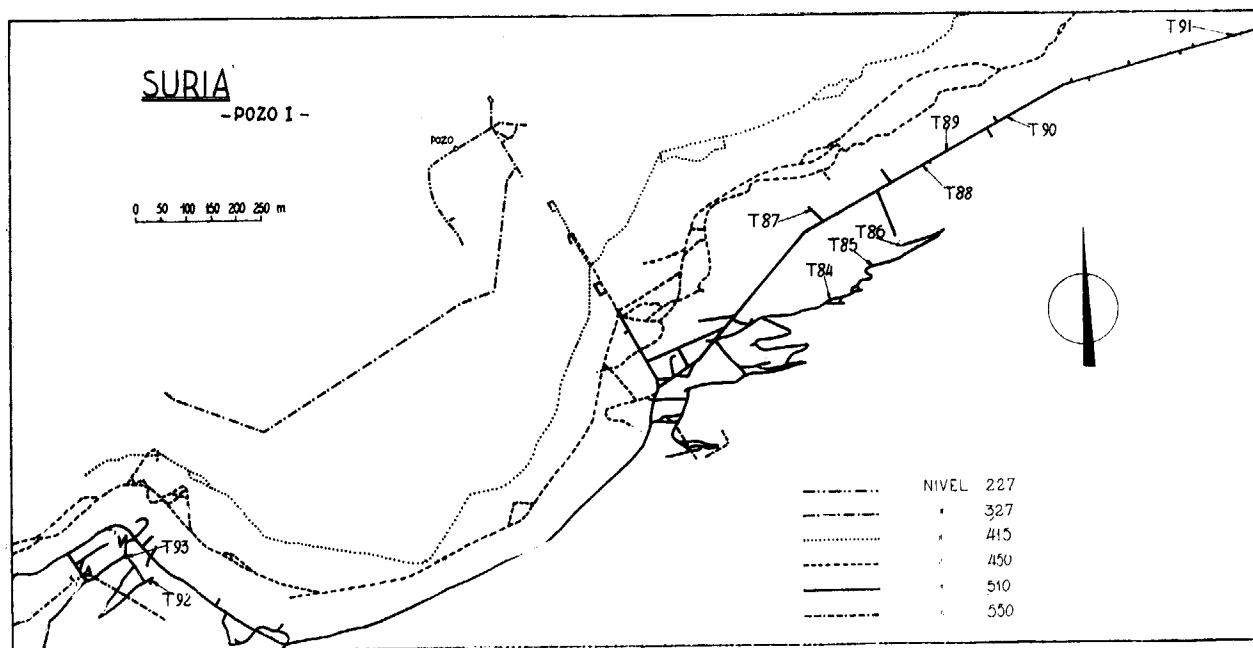


Fig. 7.—Situación de las muestras recolectadas en el yacimiento de Suria, pozo I. Los puntos marcados T indican la entrada a cámaras de explotación que no han sido dibujadas.

La recolección se completó con muestras, asimismo seriadas, de las capas de halita intercaladas entre las capas potásicas. En la tabla II se indica la situación exacta (ver fig. 6), así como el orden de la seriación. Las muestras tomadas lo fueron siempre en posición equidistante respecto a las contiguas, fueran éstas de halita o de mineral potásico.

TABLA II

Capa	Situación (*)	Halita	Capa	Situación (*)
C	C	43-44-45	B	B <sub>1</sub>
B	B <sub>2</sub>	79-80-81	A	A <sub>1</sub>
B	B <sub>3</sub>	46-47	A	A <sub>2</sub>

(\*) Ver figura 6.

Además de las indicadas en las tablas I y II, se recogieron las siguientes:

1. Halita («sal vieja») del núcleo del anticlinal; muestras: 69-68-67-66-65-64-63-62-61-60-59-58-56; situación (fig. 6): H<sub>56</sub>-H<sub>69</sub> (nivel 880). Halita («sal vieja») que aflora en el nivel 580; muestra 48; situación HM (fig. 6).
2. Sales que se presumían sulfatos; muestras: 70-71-72; situación: 70-72 (fig. 6).
3. «Transformada»; muestras: 94-95; situación: T94 (galería 80, cámara 700b)-T95 (galería 81, cámara 995b) (fig. 6).

**- CARDONA -**

NIVEL 920

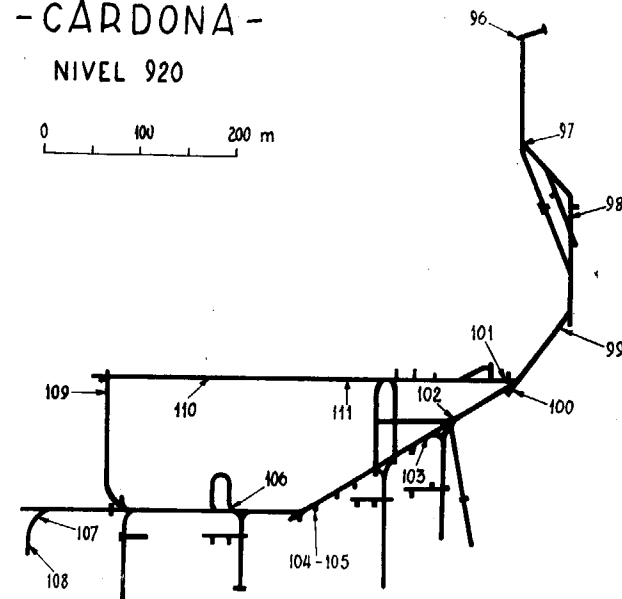
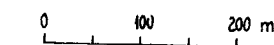


Fig. 8.—Situación de las muestras recolectadas en el nivel 920 del yacimiento de Cardona.

c) Yacimiento de Suria; pozo I

Se trata de la zona situada al S. del pliegue-falla (fig. 1). Debido a la abundancia de «transformada» en tal zona, se ha aprovechado para recoger numerosas muestras de la citada sal. La recolección se llevó a cabo en las cámaras del nivel 510 (fig. 7). En la tabla III se indica el número de cada muestra, la cámara correspondiente, la zona del nivel 510a al cual pertenece y la situación de entrada a la cámara.

**- CARDONA -**

NIVEL 850

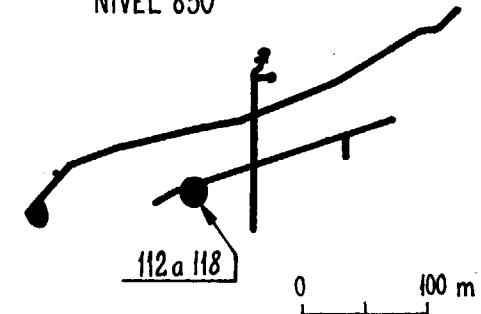


Fig. 9.—Yacimiento de Cardona. Situación de la cámara en donde se recolectó la sucesión carnalita-«transformada»-silvina.

TABLA III

Muestra	Cámara	Zona nivel	Situación (*)
84	270 b	510 Este	T 84
85	295 b	510 Este	T 85
86	400 b	510 Este	T 86
87	450 b	510 Este	T 87
88	700 b	510 Este	T 88
89	850 b	510 Este	T 89
90	1000 b	510 Este	T 90
91	1335 b	510 Este	T 91
92	1250 b	510 Oeste	T 92
93	1275 b	510 Oeste	T 93

(\*) Ver figura 7 (las cámaras no se han representado, y si sólo el punto de entrada a las mismas).

d) Yacimiento de Cardona

Tal como se indicó en el apartado I, c), el objetivo perseguido en el yacimiento de Cardona fue el tomar muestras de los diferentes tipos

de sales, habiéndose utilizado para ello el nivel 920. En la tabla IV se indica el número, posición (ver fig. 8) y las características de cada una de las muestras recolectadas.

TABLA IV

Numero y situación (*)	Características
96	Halita cristalizada
97	Halita cristalizada
98	Halita muy bien cristalizada
99	Halita cristalizada
100	«Sal margosa»
101	Silvina
102	Halita granuda
103	Silvina granuda
104	Silvina granuda
105	Halita rosada, granuda
106	Silvina incolora y transparente
107	Silvina rosada
108	Halita negruzca, muy dura
109	Halita blanco-nieve, granuda
110	Halita en capas traslúcidas
111	Halita cristalizada

(\*) El número de la muestra indica su situación en la figura 8.

Se citó asimismo en I, c) que en el nivel 850 encontramos una perfecta sucesión carnalita-«transformada»-silvina. Su situación queda indicada en la figura 9. La seriación comprende las muestras 112-113-114-115-116-117-118, según el sentido carnalita-silvina.

TABLA V

Muestra	Capa	Características
120	capa de carnalita	—
121	capa B	con «sal margosa»
122	capa B	con «sal margosa»
123	«sal entre capas»	con «sal margosa»
124	«sal entre capas»	con «sal margosa»
125	capa A	roja
131	«sal entre capas»	blanca
126	capa A	sin «sal margosa»
134	capa A	sin «sal margosa»
127	«sal de 60»	sin «sal margosa»
128	«sal de 60»	sin «sal margosa»
129	capa A <sub>1</sub>	bien cristalizada
130	capa A <sub>1</sub>	«sal margosa»
132	sal de muro	(silvina)
133	sal de muro	(halita)
135	«sal vieja»	25 m. debajo

## e) Yacimiento de Balsareny

Las 16 muestras citadas en el apartado I, d) fueron recogidas en la cámara 115, con la única excepción de la muestra 135, que se recolectó en un punto situado 25 m. debajo de la citada cámara (en el inicio del pozo que da acceso a la misma). En la tabla V se indica la sucesión de las diferentes muestras en la sucesión indicada.

Todas las muestras citadas en la presente nota, que constituyen la colección monográfica sobre la cuenca potásica catalana, forman parte de la colección mineralógica del Laboratorio de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Barcelona, en donde conservan su numeración propia.

Sección de Mineralogía general y Cristalquímica  
Instituto «Jaime Almera»  
C. S. de. I. C., Barcelona

## BIBLIOGRAFÍA

- BARNOLA, J. (1914). «Bull. Inst. Hist. Nat.», 14, 70.  
 BORN, A. (1917). «Zeitschr. f. prakt. Geol.», 25, 159.  
 COMES, J. (1786). «Acad. Cien. Art. Barcelona», ses. 20-12.  
 — (1787). «Acad. Cienc. Art. Barcelona», ses. 17-12.  
 CORDIER (1817). «Ann. Mines», 2, 179.  
 DOLLFUSS, G. E. (1924). «C. R.», 23-6.  
 ELÍAS MARCHAL, U. (1854). *El criadero de sal gema de Cardona*. Barcelona.  
 FAURA, M. y MARÍN, A. (1926). «Com. Geol. Madrid», guía C-3.  
 FOLCH GIRONA, J. M. (1914). «Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.», 12, 8, 148.  
 HARBOST, E. (1926). «Int. Bergwirtschaft».  
 HOYT, G. (1920). «U. S. Geol. Surv.», 715.  
 INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1952). «Mapa geológico de España a 1:50.000», hoja 330.  
 JULIÀ SAURÍA, A. (1922). *Els jassiments potàssics de Catalunya*. Barcelona.  
 JUNG, J. (1926). «Rev. Ind. Min.».  
 — (1931). «Geol. Med. Occ.», 2, 7, 2.  
 KATSER, E. (1909). «Neues Jahr. f. Min. Geol.», 1.  
 KUKUK, P. (1927). «Berg. u. Riitt. Männ. Zits.».  
 LARRAGÁN, A. DE. (1923). «Bol. Inst. Geol. y Minero de España», 44, 3 s.  
 LEVAIVILLE, J. (1921). «Ann. Geog.», 30, 392.  
 MARÍN, A. (1922). XII Cong. Geol. Int. Bruxelles.  
 — (1923). «Bol. Inst. Geol. y Minero de España», 44, 3 s.  
 — (1929). «Bol. Inst. Geol. y Minero de España», 3 s.  
 — (1950). *Minería de la potasa*. Pub. Potasas Españolas, S. A. Madrid.  
 — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M., BATALLER, J. R., MARCET, J. y LARRAGÁN, A. DE. (1926). «Con. Geol. Int.», guía C-3. Madrid.

- MASACHS ALAVEDRA, V. (1952). «Mem. y Com. Inst. Geol. Exma. Dip. Barcelona», 9, 51.  
 MENÉNDEZ PUGET, L. (1923). «Bol. Inst. Geol. y Minero de España», 44, 3 s.  
 MIR, J. (1946). «Not. y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 16, 267.  
 MONTORIOL-POUS, J. (1965). *Estudio roentgenográfico, espectrográfico y decrepitolométrico de los yacimientos de la cuenca potásica catalana*. Memoria Fundación «Juan March».  
 PINEDA, E. (1923). «Min. y Comb.», 3, 51.  
 RUBIO, C. y MARÍN, A. (1913). «Bol. Inst. Geol. y Minero de España», 34, 173.

- — — (1918). «Bol. Inst. Geol. y Minero de España», 39, 188.  
 SCHMIDT, C. (1922). «Eclog. Geol. Helvetiae», 16, 3.  
 — (1922). «Eclog. Geol. Helvetiae», 17, 3.  
 SOLÉ SABARÍS, L. (1904). *Geología de los alrededores de Barcelona*. «Dir. Gen. Ens. Media», 379.  
 TOMÁS, LL. i FOLCH, J. M. (1914). «Bt. Inst. Cat. Hist. Nat.», 11, 4, 11.  
 TULSA, S. P. (1932). «Geol. Med. Occ.», 2, 2.  
 VIDAL, L. M. (1898). «Soc. Geol. France», 34, 725.  
 — (1914). «Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat.», 14, 373.

Recibido el 5-IX-66.



# INFORMACION

## Personal

### NECROLOGIA

#### NOEL LLOPIS LLADO

El pasado 14 de febrero de 1968 falleció en Hospitalet (Barcelona), víctima de un accidente de tráfico, el colaborador del Instituto Geológico y Minero, y Catedrático de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, D. Noel Llopis Lladó.

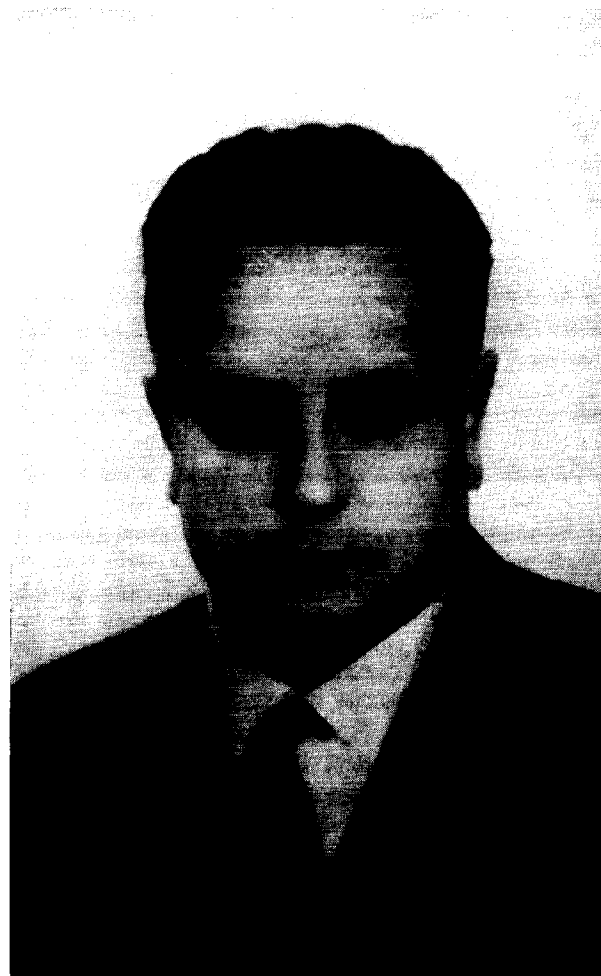
En el año 1942 se inicia en la enseñanza superior como Auxiliar temporal de Geología en la Universidad de Barcelona, hasta alcanzar, en junio de 1948, la Cátedra de Geografía Física y Geología Aplicada de la Universidad de Oviedo, y en 1959, la de Estratigrafía y Geología Histórica de la Universidad de Madrid.

Son numerosos los cursillos y conferencias en que participa con ánimo de hacer llegar los conocimientos geológicos a alumnos de diferentes Facultades. Fué el organizador y primer Director del Instituto de Geología Aplicada de la Universidad de Oviedo; este Instituto precedió en la docencia a la Sección de Ciencias Geológicas de la misma Universidad, que fue creada gracias a sus desvelos y gestiones cerca del Ministerio de Educación y Ciencia.

Desempeñó los cargos de Vicedirector del Instituto «Lucas Mallada», del C. S. I. C.; de Director de los Departamentos de Geología Económica e Hidrogeología del mismo Instituto, y el de Director del Instituto de Geología Económica del C. S. I. C., miembro del Consejo de Dirección del Instituto de Hidrogeología, de la Comisión para el Decenio Hidrológico Internacional, etc.

Participó D. Noel Llopis Lladó en numerosas reuniones y congresos, nacionales e internacionales, fundó la revista española de espeleología e hidrología *Speleon*, y la revista de Geología regional *Breviaria Geológica Astúrica*; introdujo en España numerosas técnicas de estudio y pertenecía a varias sociedades científicas españolas y extranjeras.

Desde que terminó su Licenciatura, más de 150 trabajos regionales y locales sobre paleontología, geología histórica e hidrogeología, todavía nos enseñan como recuerdo imperecedero desde las bibliotecas de los centros geológicos.



Toda esta labor, junto con sus condiciones humanas y morales, lo sitúan como una auténtica figura geológica de España que hoy tristemente lloramos, y cuyo recuerdo y ejemplo será imperecedero entre los científicos españoles.—  
F. M. M.

## Noticias

### REUNIONES CIENTIFICAS

#### II ASAMBLEA GENERAL DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALURGICAS

El Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas ha fijado para la segunda semana de junio del próximo año 1969 la celebración de su II Asamblea General.

La Asamblea constará de dos partes. La primera consistirá en unas reuniones plenarias que tendrán como lema: «La Investigación Técnica en la Industria Metalúrgica». En la segunda se expondrán y discutirán los trabajos que se presenten relacionados con los siguientes temas:

- 1.º Siderurgia. Preparación de minerales de hierro y fabricación de hierro y acero.
- 2.º Preparación de minerales y obtención y afino de metales no féreos.
- 3.º Fundición, conformación y tratamientos térmicos.
- 4.º Propiedades y ensayos de los metales.
- 5.º Soldadura.
- 6.º Corrosión y protección.

Con objeto de poder seleccionar y editar con anterioridad a la Asamblea los trabajos que se presenten, se ha fijado el 31 de octubre como fecha límite para el envío de un resumen suficientemente representativo del trabajo al CENIM en la Ciudad Universitaria, Madrid-3.

#### RECEPCION DEL DOCTOR MARTEL EN LA ACADEMIA DE DOCTORES

El día 23 de febrero se celebró la solemne recepción del miembro de número de la Academia de Doctores, Sección de Ciencias, Dr. Martel San Gil, quien disertó sobre las «Consideraciones geoquímicas de los elementos litosféricos».

Trató el recipiendario de las principales particiones de los elementos. De las rocas metamórficas. Del primer reparto de los elementos. Interpretación teórica de las tendencias siderofílica, calcofílica y litófila. De la segunda partición de los elementos. Reparto de los elementos menores. De la tercera partición de los elementos. Y concluyó con algunas acciones y funciones de los elementos.

Contestó en nombre de la corporación el Vicepresidente, doctor López de Azcona, quien destacó la aportación de los investigadores españoles en el campo de la geoquímica.

### VARIOS

#### CURSO DE ABSORCION ATOMICA

Durante la segunda decena de marzo, se celebró, patrocinado por el Instituto Geológico y Minero de España y la Perkin-Elmer Hispania, S. A., un curso monográfico intensivo de espectrometría atómica aplicada a mineralurgia.

Después de explicar los fundamentos de la técnica y sus posibilidades, se hicieron unas series de prácticas de análisis de dolomías, calizas, minerales de hierro, y de minerales en general y de sus productos derivados.

#### CENTRALES NUCLEARES EN ALEMANIA OCCIDENTAL

El profesor Karl Rambusch, director de la empresa popular «Kernkraftwerke», anunció recientemente la existencia de un proyecto para iniciar la sustitución de las actuales centrales térmicas e hidráulicas de la República Democrática Alemana por una red de centrales nucleares que cubran la mayor parte de la demanda de energía eléctrica del país.

Hasta ahora, la República Democrática Alemana sólo dispone de una central nuclear en Rheinsberg, con una potencia de 70 megavatios, y está iniciándose la construcción de una segunda central en Greifswald, que tendrá una potencia de unos 600 megavatios.

La red proyectada de centrales eléctricas nucleares funcionará a base de reactores rápidos, y su potencia global prevista es de unos 1.000 megavatios.

Se ha elaborado el plan oportuno para que la mano de obra sobrante de las minas de hulla que necesariamente habrá que clausurar sea absorbida por la industria metalúrgica.

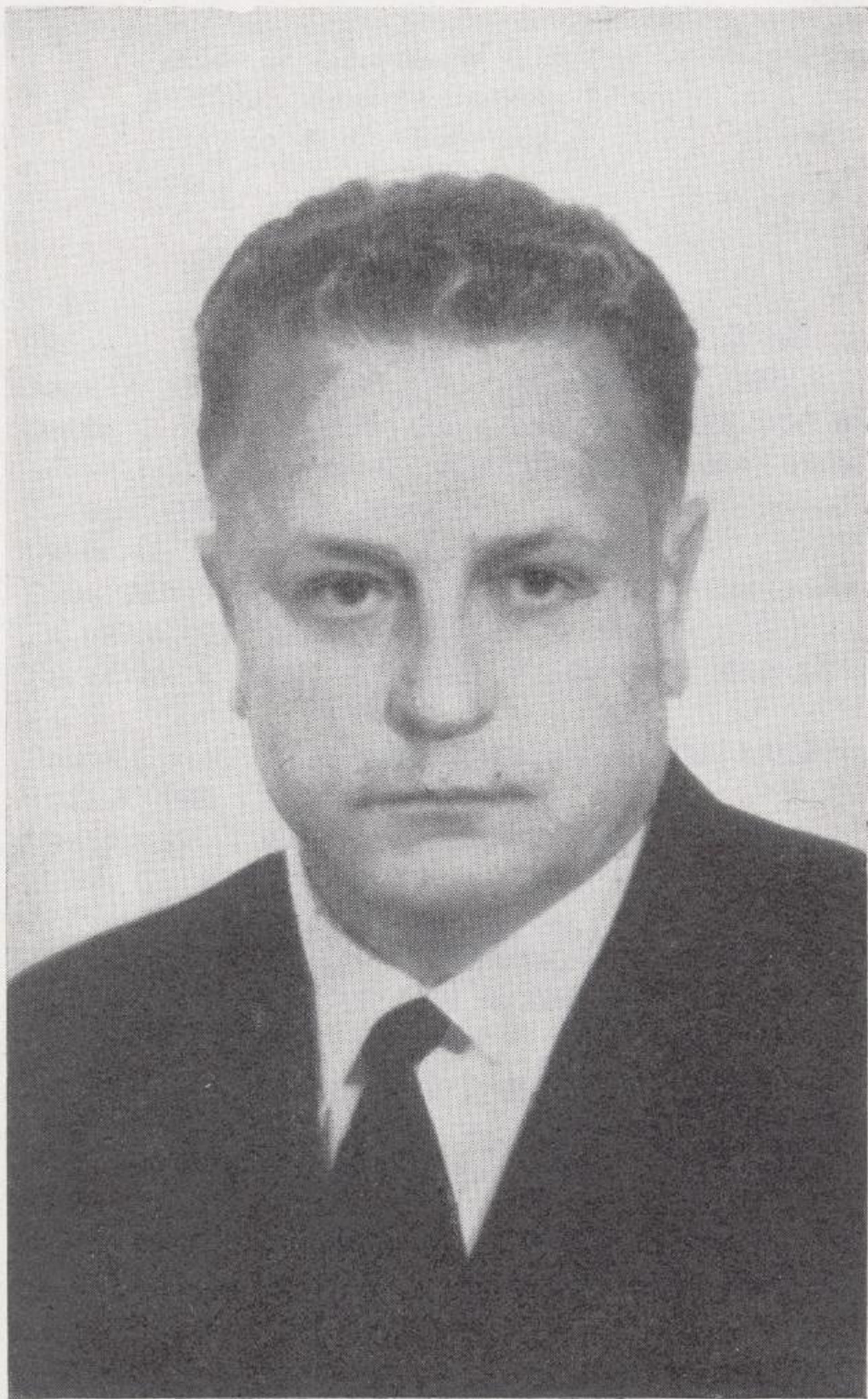
#### II CURSILLO DE HIDROLOGIA APLICADA (\*)

Ha transcurrido un año desde la inauguración del I Cursillo de Hidrología Aplicada, organizado con la colaboración entusiasta de la E. T. S. I. M., la F. A. O. y el Instituto Geológico y Minero de España.

Como en aquella ocasión, debo empezar por agradecer a los Excelentísimos señores su presencia en este acto, con lo cual demuestran el interés que sienten por el tema y nos dan ánimos para seguir trabajando con entusiasmo sobre este apasionante problema, en el que tan eficaz ayuda nos prestan organismos internacionales de tanto prestigio como el Fondo Especial de las Naciones Unidas a través de su

(\*) Conferencia inaugural del Director General de Minas y Combustibles.







agencia ejecutiva, la F. A. O., a la que queremos demostrar en este acto nuestro más profundo agradecimiento.

Durante el año transcurrido, en relación con el tema de las aguas en general, debemos destacar la reunión internacional celebrada en Washington con el nombre de Agua para la Paz, a la que asistió una nutrida representación española.

En ella se puso de manifiesto una vez más, la colosal importancia futura que para el mundo tiene el buen orden en el aprovechamiento del recurso natural número uno de la humanidad, el agua dulce y fresca, en un mundo cuya población crece explosivamente, y cuyo consumo individual de agua se multiplica rápidamente, así como el de los regadíos y las industrias.

También en dicha reunión se puso de manifiesto la necesaria coordinación de las aguas superficiales y subterráneas, compaginando los excedentes de aguas superficiales no regulables, con las grandes capacidades de acumulación que presentan muchos acuíferos subterráneos y que en nuestro país podemos evaluar, a grandes rasgos, en 20 veces mayor que la capacidad actual y futura de los embalses superficiales.

Esta coordinación debe tener en cuenta necesariamente las grandes diferencias de las técnicas aplicables a cada caso y debe buscarse, como en todo, la mayor economía en la realización de los proyectos mixtos, que se deriva de la racional utilización al máximo de los medios de equipos materiales y humanos existentes en cada campo de actividad.

Durante el cursillo pasado hubo un viaje de prácticas a los trabajos en curso en el Plan Guadalquivir; este año también pensamos mostrar las realizaciones que ya se van obteniendo, mediante dicho estudio, serio y metódico de conjunto, o las que se están obteniendo en otras áreas del país.

Nos llena de satisfacción poder informarles que como primeros resultados importantes del Plan Guadalquivir, en el que colaboran varios organismos y muy destacadamente la F. A. O. y Colonización, tenemos los sondeos que nos han dado muy importantes cantidades de agua dulce, captada debajo de la zona de las marismas del Guadalquivir, los alumbramientos de aguas en toda la zona de los llanos del Marquesado en la provincia de Granada, la de los espectaculares resultados de alumbramientos para el abastecimiento de Jaén capital, y sobre todo la comprobación de la existencia de grandes cantidades de agua subterránea en la vega de Granada, que a nuestro juicio y al de los expertos de la F. A. O., debería hacerse que revisen los planes de aguas superficiales de la zona, con lo que se conseguiría una notable economía en la consecución de los objetivos finales de poner en regadío considerables extensiones de terreno y una mayor seguridad en los mismos. En esta zona está en curso la primera experiencia importante de recarga de acuíferos subterráneos.

En actividades en otras áreas debemos señalar por su importancia los alumbramientos hechos cerca de Burgos capital, que se acaban de aforar en estos días, hechos por encargo de las Autoridades del Polo de Desarrollo de dicha capital, que demuestran la existencia de muy importantes cantidades de agua en calizas fisuradas, que también debían tomarse

en consideración por si conviniese rectificar los proyectos de abastecimiento de Burgos capital, haciéndolos más seguros en cantidad y calidad y, sobre todo, mucho más económicos.

Igualmente ha sido de gran importancia local los distintos sondeos positivos realizados en la provincia de León, cuyo estudio general se acaba de terminar y donde esperamos que tomándolo como base podamos alumbrar cantidades importantes de agua.

Este año estamos trabajando intensamente en otras diez provincias en planes de conjunto, aparte de la resolución de problemas locales.

Entre ellos, hemos comenzado la captación de aguas en la Casa de Campo, que esperamos resuelva ampliamente los problemas que desea solucionar el Ayuntamiento de Madrid.

La situación futura del agua obliga a seguir estudiando soluciones y, entre ellas, volvemos a hacer referencia a la desalación del agua del mar y de las aguas salobres, asuntos que también fueron tratados en la conferencia de Washington sobre Agua para la Paz.

Ha seguido adelante el gigantesco proyecto de planta de doble objetivo, de producción de energía eléctrica a base de reactor nuclear y agua dulce de Los Angeles, y Estados Unidos firmó convenios con México e Israel sobre cooperación técnica en este campo.

Los problemas de coordinación de la producción casi constante de energía eléctrica y agua, con las variaciones en el consumo, pueden, evidentemente, ser más fácilmente resueltos cuando existe una gran población con una fuerte industria y una conexión importante con la red general de energía eléctrica.

La primera aplicación que se vislumbra como digna de un estudio de viabilidad, sería a nuestro juicio la de Barcelona capital.

En cuanto a la desalación del agua salobre, es evidente que podría resolver muchos problemas locales de abastecimiento a pueblos, cuyas dificultades en aguas superficiales son grandes y cuyas aguas subterráneas son salobres, de lo que tenemos muchos ejemplos en nuestra geografía, por lo que en estos casos la captación debería completarse con la desalación.

En el amplio panorama que hay que contemplar en relación con las aguas, son dignos de estudio y consideración en muchos casos la reutilización del agua que sea posible económicamente, y el de la contaminación, sobre todo la originada por las actividades de múltiples y variadas industrias.

Siguiendo el ejemplo iniciado en Potasas de Navarra, S. A., y queriendo contribuir a resolver el problema que originan en los ríos las papeleras guipuzcoanas, emprendimos el estudio de las posibilidades de utilizar niveles permeables subterráneos para la evacuación de aguas residuales contaminadas por las industrias.

Este trabajo nos ha llevado mucho tiempo y nos ha producido muchas preocupaciones.

Después de dos fracasos en que no conseguimos cortar calizas fisuradas, el tercer sondeo, llevado a la profundidad

de 1.200 metros, nos ha dado por fin, muy recientemente, la posible doble solución del problema de la evacuación de los residuos contaminados de las papeleras de la zona de Tolosa, y quizás el aprovechamiento de un caudal interesante de agua dulce, puesto que hemos encontrado calizas porosas con agua profunda y surgente, que en una primera estimación es del orden de 25 litros por segundo, que puede aumentarse considerablemente mediante acidificación del nivel acuífero y bombeo.

La técnica aplicable para conseguir este doble objetivo sería la que se emplea en la explotación de los distintos niveles petrolíferos que pueda tener una formación, mediante la aplicación adecuada de entubados, tapones y tuberías que atraviesen estos tapones a distintos niveles que separen la inyección con la extracción del agua.

En los primeros ensayos de inyección se ha conseguido pasar de las 40 litros/segundo de absorción, cantidad superior a la que representan las aguas residuales de la zona, cantidad que podrá ser ampliada con el adecuado tratamiento del sondeo.

El cursillo que se inicia va a tener algunas modificaciones con la idea de mejorar y darle mayor interés.

Va a haber conferenciantes de muy distintos campos, entre otros, entre los españoles, varios ingenieros agrónomos, de minas, doctores en geología, especialistas en sondeos, aforos y otras actividades relacionadas con los

problemas del agua subterránea, además de varios especialistas de la F. A. O., y dos seminarios a cargo de los señores Margar y Astier que versarán sobre balances hidráulicos y aplicaciones de la geofísica a los problemas del agua subterránea.

Casi todo el profesorado del año pasado, lo será también de éste, con la adición de otros nuevos, no siendo bajas más que los señores Kutena, Figari y Navarro, siéndolo los primeros por haber sido destinados por la F. A. O. a otros puestos y el tercero, que era Co-director del Plan Guadalquivir, por haber sido contratado por la F. A. O. para un puesto en Roma como supervisor de varios proyectos.

Al anunciar esta baja en el profesorado no puedo sustraerme a experimentar dos sentimientos contradictorios, de pesar por no contar con su colaboración, y de satisfacción por el reconocimiento internacional de su valía y su repercusión profesional.

Deseo fervientemente que los inscritos en el Curso, encuentren en él un interés inmediato, y, sobre todo, las bases para pensar inteligentemente en beneficio del país en los intrincados y variados problemas que lleva consigo el tema del agua, con lo cual nos sentimos satisfechos.

Repito mi agradecimiento a las Autoridades y demás asistentes a este acto y doy la bienvenida más cordial a los cursillistas.

Madrid, 5 de febrero de 1968.

## Estadística y Economía

### PRODUCCIONES

La producción total de energía eléctrica en grandes centrales en el año 1967 alcanzó la cifra de 40.740 millones de kWh., frente a 37.496 millones de kWh. en 1966, lo que supone un incremento relativo del 8,65 por 100, frente a un incremento del 17,90 por 100 en 1966.

En el sector carbón, la producción de hulla (producción limpia) alcanzó un volumen de 9,57 millones de toneladas, frente a 10,05 millones de toneladas en 1966; la de antracita fue de 2,77 millones de toneladas y la de lignitos de 2,68 millones de toneladas.

La producción de cemento alcanzó en 1967 un total de 12,35 millones de Tm, frente a 11,13 millones de Tm en 1966. La producción de *clinker* normal fue de 11,84 millones de Tm, en 1967, con incremento del 12,65 por 100.

La producción de lingote de hierro en el año 1967 ascendió a 2.681.894 toneladas, lo que supone un aumento del 24,29 por 100 sobre la producción de 1966. La producción de lingote de acero se situó en 4.524.969 toneladas, lo que supone un aumento del 24,45 por 100 con respecto a la de 1966. La producción total de laminados se incrementó en 1967 con respecto a la de 1966 en un 6,22 por 100, al haberse alcanzado un total de 4.100.000 toneladas.

Durante 1967, las refinerías españolas destilaron 20.620 millones de toneladas de crudos de petróleo, lo que supone un incremento, con respecto a las tratadas en 1966 del 24,2 por 100. El consumo en el mercado peninsular ha sido de 14,5 millones de toneladas.

La obtención de mineral de hierro (mineral vendible) en 1967 ascendió a toneladas 5.085.253, frente a 5.069.076 toneladas en 1966. La producción de piritas de hierro ascendió a toneladas 1.830.999.

Las producciones de aluminio puro refinado experimentaron un incremento en 1967, con respecto a 1966, del 14,74 por 100, y del 25,31 por 100 la de cinc. La de cobre de afino térmico disminuyó en el 76,41 por 100, y la de cobre electrolítico aumentó en el 33,13 por 100. La producción de estaño en barras, al haber alcanzado 1.547 miles de toneladas, supuso una disminución con respecto a la producción de 1966 del 48,40 por 100. Aumentó la producción de cobre blister en un 61,37 por 100.

En el sector químico se han experimentado incrementos en la producción de ácidos del 69,79 por 100 en el ácido nítrico, del 4,33 por 100 en el ácido sulfúrico y del 13,54 por 100 en el ácido clorhídrico. También se aumentaron las producciones de sosa cáustica, amoniaco, nitrato amónico, sulfato amónico y cianamida cálcica, entre otras. Por el contrario, se redujeron

las producciones de superfosfato de cal (4,54 por 100) y de urea (26,67 por 100).

### LAS INDUSTRIAS MINERALURGICAS DURANTE EL AÑO 1967 (\*)

El año 1967 ha presentado una característica muy destacada, la de desaceleración de la actividad económica, que ha venido reflejada en un freno a la evolución que se había producido desde 1961 hasta 1966.

La producción industrial española durante el año comentado solamente ha registrado un aumento del 4 por 100, aproximadamente, incremento muy reducido si se le compara con el que se produjo, por término medio, durante el quinquenio 1961/1966, que fue del 11,4 por 100. Este cambio ya se había empezado a manifestar a mediados del año 1966, debido al progresivo debilitamiento de la demanda, con lo que se empezaron a producir desajustes en las ventas, aumentos en los stocks y consiguiente incidencia en el grado de actividad, toda vez que la capacidad infrautilizada de la industria española fue creciendo.

#### PRODUCTO INDUSTRIAL MINERALURGICO BRUTO *Millones de pesetas*

	1967 Provisional	1966	% variación 1967/1966
Industrias de la construcción ... ..	78.275	71.666	+ 9,22
Fabricación de sustancias y productos químicos ...	33.476	30.743	+ 8,89
Electricidad, agua y gas ... ..	29.543	28.235	+ 4,63
Industrias metálicas básicas ... ..	27.767	25.986	+ 6,85
Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón ... ..	24.818	23.063	+ 7,61
Extracción de carbón ... ..	9.628	9.641	- 0,14
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón ... ..	5.916	5.319	+ 11,22
Extracción de minerales metálicos ... ..	3.763	3.575	+ 5,26
Extracción de minerales no metálicos no clasificados en otra parte y explotación de canteras ...	1.826	1.822	+ 0,22
Extracción de piedra, arcilla y arena ... ..	1.587	1.521	+ 4,34
Petróleo crudo y gas natural ... ..	80	50	+ 60,00

#### PRODUCTO INDUSTRIAL MINERALURGICO NETO (Renta industrial) *Millones de pesetas de 1955*

Ramas de industrias	1967	1966	Porcentajes de variación 1967/1966
Química y caucho ... ..	25.589	24.007	+ 6,59
Materiales de construcción ... ..	15.985	15.064	+ 6,11
Electricidad, gas y agua ... ..	14.969	14.584	+ 2,64
Metalurgia y siderurgia básicas ... ..	11.370	10.537	+ 7,90
Extractivas carboníferas ... ..	4.115	4.121	- 0,15
Extractivas no carboníferas ... ..	2.811	2.744	+ 2,44

(\*) Datos tomados de «Hechos y cifras de la economía española 1967», del Banco Exterior de España.

### RENTA INDUSTRIAL MINERALURGICA

AGRUPACIONES	Distribución porcentual	
	1967	1966
Industrias de la construcción ... ..	15,57	15,26
Fabricación de sustancias y productos químicos ... ..	6,25	6,15
Fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria, equipo de transporte y muebles metálicos ... ..	6,25	6,35
Industrias metálicas básicas ... ..	5,11	5,11
Electricidad, gas y agua ... ..	5,05	5,17
Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón ... ..	4,77	4,74
Carbones ... ..	1,87	2,00
Minerales extractivos no carboníferos...	1,42	1,46
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón ... ..	0,98	0,94

### INFRAUTILIZACION

El grado de infrautilización de la industria española se situaba en un 22 por 100 al finalizar el año 1967, frente a un 19 por 100 en el primer trimestre del citado año. La causa principal a que se debe esta infrautilización entre el 22 y el 19 por 100 de la capacidad productiva, o lo que es lo mismo y visto desde otro ángulo, una utilización de la capacidad productiva del 78 u 81 por 100, se debe, fundamentalmente, a la debilidad de la demanda interior, que representaba el 56 por 100 de esta infrautilización en el cuarto trimestre de 1967, y el 48 por 100 en el primer trimestre, alcanzando el nivel máximo en el tercer trimestre, con el 43 por 100. Otras de las causas a las que se ha debido en mayor grado la infrautilización de la capacidad de producción de la industria española, es la de dificultades de financiación o de tesorería, y la competencia de las importaciones.

Por el contrario, el abastecimiento de materias primas y las dificultades de equipo en alguna fase productiva, o bien, de la mano de obra especializada o no especializada, tuvieron una pequeña influencia en la infrautilización de la industria, como tampoco tuvo prácticamente influencia la reducción de las exportaciones.

### EXISTENCIAS

Analizando, si bien a grandes rasgos, los stocks de los distintos sectores o ramas industriales, se aprecia que, en el caso de los carbones en bocamina, las existencias experimentaron un considerable incremento y dentro de este grupo de carbones en especial la hulla, mientras que en las centrales térmicas se producían descensos en los stocks de antracita y lignito, consecuencia inmediata de la pequeña hidraulicidad del año, lo que ha obligado a incrementar la producción de energía eléctrica de origen térmico.

Por lo que se refiere a los sectores minerales, los stocks de mineral de hierro, y sobre todo en la primera mitad del año, llegaron a alcanzar niveles de cierta consideración a causa de la debilidad en las ventas. Los stocks de piritas se estima que crecieron en 100.000 toneladas con respecto a 1966, a pesar de que se ha dado un descenso en la producción de aproximadamente un 7 por 100.

En el sector de la industria siderúrgica, los stocks en poder de los fabricantes aumentaron en más de 300.000 toneladas sobre las que ya existían al finalizar el año 1966, debido principalmente a que el consumo no ha crecido al ritmo que aumentaba la producción de algunos de sus productos y también en algunos casos a la competencia de las industrializaciones.

Los de productos metálicos produjeron niveles también superiores a los que se consideran como normales, aun cuando es de señalar que en el subsector de material de equipo, en general, a finales de 1967, se presentó una cierta contención en la creciente evolución. En el sector de las industrias electrodomésticas, los existentes en almacén, aun cuando eran

elevados, no alcanzaron los niveles de 1966, puesto que se ajustaron las producciones a la demanda.

En las industrias químicas los niveles alcanzados fueron similares a los de 1966, compensándose prácticamente los aumentos correspondientes a aquellos subsectores con las disminuciones que se dieron en otros.

Mientras que los stocks de cemento y clínker aumentaron en un 10 por 100 en 1966 con respecto a 1965, en el año comentado este aumento sólo se situó en un 3 por 100, si bien es de señalar que por falta de consumo algunos hornos han permanecido parados, por lo que el aumento de la producción no alcanzó el nivel de años anteriores.

### PRECIOS

La característica de la evolución de los precios durante 1967 ha sido la divergencia entre la elevación del nivel del coste de vida y de los precios al por mayor. El incremento que se produjo en el año analizado fue inferior al que se dio en el año 1966.

El índice medio de precios de productos industriales se situó en 116,87, frente al 115,21 en 1966, lo que supone que para el conjunto del año se ha producido un incremento del 1,44 por 100, aproximadamente.

El índice de precio de las industrias extractivas experimentó durante el año 1967 un incremento, con respecto al correspondiente de 1966, del 2,10 por 100, frente a un aumento del 2,45 por 100 en 1966 y con respecto a 1965.

En índice de precios del sector químico, en su conjunto, ha experimentado una elevación del 0,48 por 100 en 1967 con respecto al índice de 1966.

### EMPLEO

El índice general de empleo, tomando como base la media de 1960 = 100, ha dado una media para el año 1967 de 115,7, frente a 117,4 en 1966, lo que supone un descenso del 1,45 por 100, frente a un aumento del 4,17 por 100 en 1966 y con respecto al ejercicio anterior. Tomando como base la media mensual de 1960 = 100, en el sector de industrias extractivas el índice medio correspondiente al año 1967 se situó en 66,2, frente a 71,1, lo que supone una disminución entre los dos años del 6,89 por 100. En este sector el nivel máximo de empleo alcanzó en 1967 en el mes de enero, a partir del cual el índice fue decreciendo paulatinamente hasta llegar a situarse en 64,3, el nivel más bajo, en el mes de noviembre.

En el subsector de las industrias metálicas básicas, el índice de empleo total experimentó una disminución en 1967, con respecto al ejercicio anterior, del 4,52 por 100, y en las industrias de transformación de metales, del 1,79 por 100.

Por el contrario, en las industrias químicas y derivados del petróleo se produjo un incremento del 0,63 por 100,



COSTES DE PERSONAL

En la evolución de los costes de personal se aprecia el mayor incremento en el sector de las industrias de transformación de metales, en el que el índice medio de 1967 experimentó un incremento del 18,39 por 100, frente al de 1966, mientras que en este último año citado el aumento fue del 6,17 por 100.

En las industrias extractivas, el aumento del índice de costes de personal por hora en 1967, frente al del ejercicio anterior, fue del 15,39 por 100, frente a un aumento del 13,47 por 100 en el año 1966 y con respecto al ejercicio anterior.

PRODUCTIVIDAD

En un 4,44 por 100 se incrementó el índice medio de productividad por persona empleada en 1967 y con respecto a 1966, frente a un incremento del 8,04 por 100 en 1966, al haberse situado en 1967 en 174,1.

En las industrias extractivas, en índice de productividad por persona empleada, al situarse en el año 1967 (media) en 150,7, nos marca un incremento del 7,72 por 100 con respecto al índice medio de 1966; en las industrias de electricidad y gas, el incremento del índice medio ha sido del 10,57 por 100, y en las industrias manufactureras, del 3,87 por 100.

En las industrias metálicas básicas, el aumento de la productividad por persona empleada ha sido en 1967 y con respecto al índice de 1966 del 13,13 por 100.

El índice medio de productividad por hora trabajada, de 157,4 en 1966 ha pasado a 169,5 en 1967, lo que supone un incremento del 7,69 por 100. El aumento en 1966 y con respecto al ejercicio anterior fue del 7,00 por 100.

El mayor aumento en la productividad por hora trabajada se dio en las industrias metálicas básicas, con el 14,19 por 100, frente a una elevación de 9,96 por 100 en 1966, con respecto al índice del ejercicio precedente. El menor aumento en esta productividad por hora trabajada se dio en las industrias químicas y derivados del petróleo y del carbón, en las que sólo fue del 1,48 por 100, frente a un aumento del 17,00 en 1966 con respecto al índice medio anual del año 1965.

INVERSIONES

Las inversiones industriales en el año 1967 han descendido en valor monetario con respecto a las inversiones efectuadas en el ejercicio anterior y además han hecho que el endeudamiento de la industria se incremente fuertemente, en especial por las incluíbles necesidades de la tesorería de las empresas. Este hecho se ha visto además reforzado por la devaluación de la peseta.

Fara el conjunto de la industria, se puede estimar que la inversión efectuada, 99,210 millones de pesetas, que frente a los 104,150 millones de pesetas correspondientes al ejercicio

de 1966, supone una reducción del 4,7 por 100 en términos relativos o de 4.940 millones de pesetas en términos absolutos.

Dentro de los sectores que han experimentado aumento de la inversión se puedan citar los de la siderurgia y ferroaleaciones, que se estima alcanzaron 11.800 millones de pesetas, lo que supone un 39 por 100 más que la inversión efectuada en 1966.

En el sector de la metalurgia los incrementos en la inversión fueron del 38,8 por 100 al haberse alcanzado en el ejercicio comentado los 1.430 millones de pesetas.

En el sector minero las inversiones, que se situaron en 4.160 millones de pesetas, suponen un aumento con respecto a las efectuadas en el ejercicio de 1966 de 310 millones de pesetas, en términos absolutos, o del 8 por 100, en términos relativos.

Se produjo un fuerte descenso en la inversión del sector químico, del 24,6 por 100, pero dentro de este sector se han dado conjuntamente unas bajas inversiones en algunos subsectores (química de base), mientras que en otros se produjeron aumentos notables (química orgánica y fabricación de hidrocarburos aromáticos).

También disminuyó la inversión en materia de construcción al haberse alcanzado solamente 4.670 millones de pesetas.

COMERCIO EXTERIOR

La balanza comercial de productos industriales ha presentado en el año 1967 un déficit de 1.959 millones de dólares, lo que supone, frente al déficit de 2.162,61 millones de dólares en el ejercicio anterior, un descenso, en términos absolutos, de 203,61 millones de dólares y, en términos relativos, del 9,42 por 100.

De las secciones arancelarias que presentaron cifras más elevadas en lo que a importaciones se refiere, fue la V (productos minerales), en la que las adquisiciones se valoraron en 515,68 millones de dólares, frente a 460,91 millones de dólares en 1966, lo que supone un incremento, en términos relativos, del 11,88 por 100, frente a un aumento del 11,91 por 100 en 1966.

Entre los capítulos de importación mineralúrgica durante el año 1967, por lo que al valor de las compras se refiere, figuran:

IMPORTACION 1967

CAPITULOS	Millones de dólares
27 Combustibles minerales; productos petrolíferos ... ..	427.16
73 Fundición, hierro y acero... ..	226.61
29 Productos químicos orgánicos ... ..	121.93
74 Cobre ... ..	82.17

Las principales exportaciones mineralúrgicas, por capítulos, durante el año 1967, han sido las siguientes:

EXPORTACION 1967

CAPITULOS	Millones de dólares
27 Combustibles minerales; productos petrolíferos ... ..	80.43
74 Cobre ... ..	39.01

Por lo que se refiere a los principales productos industriales importados, ocupan, en cuanto al valor se refiere, en primer lugar, los aceites crudos de petróleo, en los que se invirtieron en el ejercicio de 1967, un total de 355,87 millones de dólares, lo que supone un incremento del 27,11 por 100 sobre las compras efectuadas en el ejercicio anterior. Los productos químicos orgánicos, que ocupan el segundo lugar, supusieron unas salidas de divisas de 112,85 millones de dólares en 1966 (aumento del 11,54 por 100). Los desbastes de hierro o acero representaron unas salidas de 60,01 millones de dólares en 1967, frente a 91,91 millones de dólares en 1966, por lo que nuestras compras de este tipo de productos han experimentado una reducción del 34,71 por 100. El cuarto lugar, por lo que a productos se refiere, lo ocuparon las chapas de hierro y acero, cuyas compras alcanzaron un monto total de 58,94 millones de dólares, incrementándose en el 11,25 por 100 sobre las efectuadas en 1966. Las máquinas para el movimiento de tierras se situaron a continuación, con un descenso en el valor de las importaciones del 1,36 por 100.

De los principales productos importados, los que experimentaron un incremento más notable en 1967 y con respecto a 1966, por lo que al valor se refiere, han sido los aceites crudos de petróleo, con incremento del 27,11 por 100, seguidos en importancia por el que ha producido en los productos químicos orgánicos, que fue del 11,54 por 100.

Por el contrario, nuestras importaciones de abonos, de 35,58 millones de dólares en 1966 han pasado a 22,16 millones en 1967, con reducción de 37,37 por 100. También disminuyeron en un 34,71 por 100 las importaciones de desbastes de hierro o acero.

Los aceites de petróleo no crudos ocuparon el segundo lugar en cuanto a nuestras ventas al exterior se refiere, habiendo proporcionado 62,44 millones de dólares, esto es, el 105,39 por 100 más que en 1966.

Por lo que se refiere al incremento relativo con respecto al año 1966, el primer lugar lo ocupan nuestras ventas ya citadas de aceites de petróleo no crudos, con aumento del 105,39 por 100.

ELECTRICIDAD

Por lo que respecta a la producción total de electricidad, se obtuvieron 40,764 millones de kilovatios-hora, lo que supone

un incremento, en cifras absolutas y con respecto a la del año 1966, de 3.190,3 millones de kWh, o del 8,49 por 100.

Se distribuyó de la siguiente forma: hidráulica, 22.664 millones de kWh, frente a 27.223,7 millones en el año 1966; luego se ha producido un descenso, en términos relativos, del 16,75 por 100; la energía térmica producida experimentó una elevación del 74,88 por 100 al haberse alcanzado en el año 1967 una cifra de 18.100 millones de kWh, frente a 10.350 millones de kWh en el pasado año 1966.

CARBON

El Producto Industrial Bruto obtenido por la extracción en España de las distintas clases de carbones durante el año 1967 se ha situado en 9.628 millones de pesetas, lo que ha supuesto un descenso de 13 millones de pesetas, en términos absolutos, o del 0,14 por 100 en términos relativos; el P. I. B. de 1966 alcanzó un monto de 9.641 millones de pesetas, lo que supuso un descenso sobre el correspondiente al año anterior del 11,21 por 100.

Se puede estimar que la producción de carbón durante el año 1967 alcanzó un valor aproximado a 10.900 millones de pesetas, lo que supone una reducción con respecto al valor de la producción en 1966 del 0,82 por 100. Pueden señalarse como notas características del sector durante el año 1967 las siguientes:

- Descenso en el Producto Industrial Bruto.
- Constitución definitiva de la Sociedad H. U. N. O. S. A.
- Incremento de la demanda de carbones por las siderúrgicas y centrales térmicas y reducción en transportes.
- Mejora en el rendimiento de la mano de obra, que se sitúa entre 850 y 900 kilogramos.

La obtención de hulla, al situarse en 9,75 millones de toneladas, ha supuesto una reducción del 4,77 por 100 sobre la producción de 1966; en la antracita, el aumento de la producción ha sido de 0,03 millones de toneladas, o sea del 1,02 por 100, al haberse alcanzado un volumen de 2,77 millones de toneladas. En el lignito, frente a una producción de 2,63 millones de toneladas en 1966, se ha pasado a 2,69 millones de toneladas en 1967, lo que supone una elevación del 2,09 por 100.

Por lo que respecta al rendimiento obtenido por la mano de obra, viene a ser unos 850 a 900 kilogramos. Los costes unitarios de producción se han mantenido a niveles prácticamente iguales a los de 1966. Los precios de las hullas han permanecido sensiblemente constantes, aún cuando registraron ciertas tendencias al alza; en las antracitas se ha señalado un precio oficial para suministros a centrales térmicas con arreglo a una fórmula de aplicación general; los precios del lignito presentan tendencias al alza.

Los stocks experimentaron incrementos, que pueden cifrarse, para el conjunto de carbones en un 20 por 100, siendo el incremento más marcado, casi el 45 por 100, el que se produjo en las hullas.

La importación de hulla ascendió a 1,26 millones de tone-

ladas, la de antracita a 0,04 millones de toneladas y la de lignito a 0,07 millones de toneladas.

#### PETROLEO

El Producto Industrial Bruto durante el año 1967 en la destilación de petróleos ascendió a 4,761 millones de pesetas, lo que supone, con respecto a los 3,798 millones correspondientes al año 1966, un incremento del 25,35 por 100.

También es interesante el consignar que la instalación de rocas oleógenas, esto es, la obtención de petróleo y gas natural del subsuelo español, ha proporcionado un P. I. B. de 80 millones de pesetas, frente a 50 millones en el pasado año de 1966. Si se tiene en cuenta que el valor del P. I. B. viene a representar el 70 por 100 del valor de la producción, el correspondiente al ejercicio comentado se sitúa sobre los 140 millones de pesetas, frente a los 72 millones en 1966.

Durante 1967 se autorizaron ampliaciones a la Refinería de La Coruña, de Ibérica Refinadora, y a la de Cartagena, de la Refinería de Petróleos de Escombreras, ambas en dos millones de toneladas, pero que deberán destinarse a la exportación.

En el ejercicio comentado entraron en servicio tres plantas destinadas al refino para exportación en Castellón, Huelva y Algeciras, y pertenecientes, respectivamente, a Esso Petróleos Españoles, Río Gulf de Petróleos y Compañía Española de Petróleos, con una capacidad conjunta de refino de 12 millones de toneladas año. Teniendo en cuenta estas nuevas entradas en servicio, la capacidad total de refino, al finalizar el año 1967, se calcula en 30 millones de toneladas, de las cuales casi el 50 por 100 deberán destinarse a la exportación.

Es de indicar que ya nuestra Patria ha aparecido durante 1967 en las estadísticas internacionales de países productores de petróleo, en las que figura con 150.000 toneladas, producción obtenida totalmente en la zona de La Lora (Burgos).

#### MINERIA

El Producto Industrial Bruto en la extracción de minerales metálicos, incluido el mineral de hierro, totalizó en 1967 un monto de 3.763 millones de pesetas, lo que supone, frente a los 3.575 millones del año 1966, un aumento, en cifras absolutas, de 188 millones de pesetas, o del 5,26 por 100; el descenso en 1966 fue del 16,50 por 100. El valor de la producción en la extracción de este tipo de minerales se puede cifrar durante 1967 en unos 4.800 millones de pesetas, con aumento del 4,32 por 100 sobre el valor correspondiente al año anterior.

Si a la cifra del P. I. B. anteriormente citada se le agrega el correspondiente a la extracción de rocas oleógenas, que fue de 80 millones de pesetas, el de extracción de piedra, arcilla y arena (1.587 millones de pesetas) y el correspondiente a minerales no metálicos, con 1,826 millones de pesetas,

resulta que el Producto Industrial Bruto de la minería española ascendió en el año 1967 a un total de 7.256 millones de pesetas, que frente a los 6.968 millones correspondientes al año anterior, suponen un incremento, en cifras absolutas, de 288 millones de pesetas, o del 4,13 por 100.

La extracción de rocas oleógenas se valoró en 1967 en unos 114 millones de pesetas; en 2.400 millones la de piedra, arcilla y arena, y la del resto de la minería, con exclusión de la carbonífera, en 3.020 millones de pesetas, cifras todas ellas superiores a las correspondientes a 1966.

La mayor participación en el Producto Industrial Bruto de la Industria minera española ha correspondido en el año 1967 a la extracción de minerales metálicos, seguida en importancia por la extracción de minerales no metálicos y por la de piedra, arcilla y arena. Se ha mantenido, por tanto, el orden de participaciones que se dio en el año 1966.

Considerando ya la extracción de minerales concretos, ocupa el primer lugar el mineral de hierro, que supuso el 16,26 por 100 de los 7.256 millones de pesetas; le siguen en importancia la extracción de sales, con el 13,59 por 100; la extracción de pirritas, con el 13,23 por 100, y la de calizas, con el 12,61 por 100; el último lugar lo ocupa la extracción de pizarras, cuyo Producto Industrial Bruto supuso solamente el 0,03 por 100.

En el caso de la minería de metales féreos, el primer hecho a señalar es que durante 1967 continuó la tendencia de ejercicios anteriores de cierre de minas. Así, de 294 minas que estaban en explotación en el año 1961, se ha pasado en el año 1967 a 134, frente a las 151 que funcionaban en el ejercicio anterior. Esto se ha debido principalmente al débil volumen de ventas de este subsector minero a causa de no cumplir una gran parte de los minerales las especificaciones necesarias en cuanto a ley, impurezas y granulometría que pretende la siderurgia. Por otra parte, es de señalar que esta vez es mayor la demanda de mineral de hierro en buenas condiciones por la siderurgia, y ante este hecho y dadas las reservas existentes en España, el Decreto-ley de 26 de julio de 1967 y la Orden de la Presidencia del Gobierno de 15 de septiembre del mismo año, han establecido las bases de la acción concertada de la minería de hierro, al amparo de las que ya se han concedido a algunas Sociedades, si bien dentro ya del año 1968. El 19 de enero de 1968 se fundó la Sociedad «Agruminsa», acogida a los beneficios de esta acción concertada, que pretende para 1971 la obtención de 1.791.000 toneladas de mineral de hierro vendible. También y acogiéndose a esta disposición, las empresas del «Coto Wagner» y «Coto Vivakli», han llegado a un acuerdo con el I. N. I. para constituir una nueva sociedad, cuyo objeto es la construcción y puesta en marcha de la primera planta de peletización de mineral de hierro, que permitirá la obtención de mineral con una ley aproximada del 63 por 100, y que se establecerá en las proximidades de Ponferrada, concretamente en San Miguel de las Dueñas (León).

Por lo que se refiere a las pirritas, en las cuales las reservas de nuestros yacimientos superan las 250.000 toneladas,

las principales minas del sector continúan sus estudios de programas de inversiones para llevarse a la práctica al ritmo aconsejable desde el punto de vista económico, toda vez que la demanda se espera que aumente en un futuro próximo. El número de minas en explotación se ha mantenido, en 15, igual al de 1966, con disminución en el número de personal obrero empleado, que solamente alcanzó 4.086 en el ejercicio comentado. Dentro de este sector se cita que al amparo del Polo de Promoción de Huelva se ha establecido una de las más importantes plantas de ácido sulfúrico de Europa, que utilizará las pirritas obtenidas en la zona. En los precios de las pirritas sigue existiendo un desnivel entre el interior y el exterior, a pesar de haberse incrementado el primero dos veces, en febrero y septiembre. Los costes de producción se incrementaron entre un 15 y un 20 por 100 con respecto a los del año 1966.

La producción española de plomo y cinc se obtuvo en su totalidad en las explotaciones de yacimientos de complejos plomo-cinc, por lo que al analizar la minería de ambos ha de hacerse conjuntamente. El número de minas en funcionamiento se estima en unas 112 al finalizar el año comentado, frente a 134 en el ejercicio de 1966, con reducción también en el personal obrero empleado, que de 7.195 en 1966 ha pasado a unos 6.700 en 1967. Tanto la producción de mineral de cinc como el plomo ha experimentado incrementos en 1967, más marcados en el primero que en el segundo.

Por lo que se refiere a la minería de pórfidos cupríferos, no se han producido modificaciones con respecto a 1966, con excepción del descubrimiento de unas nuevas reservas de unos 30 millones de toneladas, con ley de 0,8 por 100 de cobre, y cuya explotación se analizará próximamente.

Dentro de los minerales no metálicos, las cifras de producción de barita han sido inferiores a los de 1966, manteniéndose el nivel de precios. En las sales potásicas, la producción ha superado en el 20 por 100 la de 1966 y en un 8,30 por 100 la de espato-flúor. En el año 1967 y a causa de las circunstancias climatológicas, abundantes lluvias, se ha reducido la actividad y la producción de las salinas.

El porcentaje de ponderación de utilización en la minería española, excluido el carbón, se situaba en el primer trimestre del año 1967 en el 80 por 100, para ser del 89 por 100 en el cuarto trimestre del año. Las dos principales causas de la infrutilización de su capacidad productiva, fueron en primer lugar la demanda interior y, en segundo, la reducción de exportaciones. En el cuarto trimestre la principal causa fue la debilidad de la demanda interior, como en el primer trimestre, y en segundo lugar las dificultades de financiación o de tesorería.

Las inversiones en la minería se estiman en 4.160 millones de pesetas, frente a 3.850 millones de pesetas en el año 1966, o sea, que se ha experimentado un aumento en la inversión del 8,5 por 100, en términos relativos.

En los stocks de mineral de hierro no se han producido variaciones importantes, si bien los mismos se han mantenido en niveles más elevados que los normales; las producciones de pirritas de hierro, las ferrocobrizas y los pórfidos

cobrizas han permitido abastecer la demanda existente, mientras que en los minerales de plomo y cinc existe una fuerte situación de escasez, toda vez que la demanda supera ampliamente la oferta, al haberse incrementado el consumo de los mismos.

La producción de pirritas de hierro en el año 1967 ascendió a 1,83 millones de toneladas, frente a 2,01 millones en el año 1966, expresadas ambas en mineral vendible.

En la extracción de mineral de hierro se totalizaron en el año 1967 un total de 5,08 millones de toneladas de mineral vendible, frente a 5,07 millones de toneladas en el año 1966.

En las pirritas ferrocobrizas, la producción en el año 1967 ha superado en el 23,08 por 100 a la obtenida en 1966, al habrese situado en el primero de los años citados en 460.238 toneladas de mineral vendible.

En el mineral de cinc se obtuvieron en el año comentado 110.748 toneladas, lo que supone, frente a las 104.830 toneladas correspondientes al año 1966 un incremento del 5,65 por 100. Ha de tenerse en cuenta que la producción correspondiente al año 1965 fue muy reducida, a consecuencia del hundimiento de las minas de Reocin.

Por lo que se refiere a mineral de plomo, el aumento de mineral vendible obtenido en 1967, y con respecto al de 1966, ha sido del 0,20 por 100, al haberse totalizado 94.547 toneladas.

Los pórfidos de cobre, en mineral vendible, se obtuvieron por un volumen de 265.934 toneladas, lo que supone un aumento del 9,50 por 100, con respecto a la producción del año anterior.

En un 20,05 por 100 se ha incrementado la producción de sales potásicas (cloruro), al alcanzar en el año 1967 un total de 855.455 toneladas, frente a las 712.554 toneladas del año 1966.

En el espato-flúor, bruto, se obtuvieron 180.531 toneladas; esto es, 13.832 toneladas más que en el ejercicio anterior.

La producción de barita en el año 1967 se estima en unas 75.000 toneladas, con descenso del 6,51 por 100 sobre la correspondiente al año 1966.

#### METALURGIA

Pasando ya a la metalurgia, el Producto Industrial Bruto de la misma ascendió en el año 1967 a 7.648 millones de pesetas, frente a 7.575 millones en el año 1966, lo que ha supuesto un incremento, en cifras absolutas, de 73 millones de pesetas y, en términos relativos, del 0,96 por 100. En el año 1966 se produjo un incremento en este Producto Industrial Bruto del 10,99 por 100, aproximadamente.

La metalurgia del aluminio ha experimentado una sensible elevación en 1967, puesto que los 2,077 millones de pesetas en que se situó el mismo suponen, con respecto al correspondiente al año 1966, un incremento del 18,21 por 100. También en la metalurgia del cinc, su P. I. B. ha experimentado una elevación, concretamente del 28,69 por 100. La metalurgia del cobre experimentó en su P. I. B. un des-



censo, con respecto al correspondiente a 1966, del 9,08 por 100, y en un 18,19 por 100 se redujo el P. I. B. correspondiente a la metalurgia del estaño. También el Producto Industrial Bruto de la metalurgia del mercurio y de otras industrias metalúrgicas disminuyó en un 6,78 por 100, al haber alcanzado en el año 1967 un monto de 1.927 millones de pesetas.

Característica destacada de la metalurgia de metales no férricos ha sido la que se podría llamar variación en su producción, puesto que mientras en algunas se producían fuertes incrementos —cobre blister—, en otras se daban grandes reducciones —cobre de afino térmico—.

Para el conjunto de metales no férricos, el coeficiente de infrautilización se situó en el primer trimestre del año en el 15 por 100 y en igual porcentaje en el último trimestre, siendo la principal causa de la infrautilización la debilidad de la demanda interior.

En el aluminio puro refinado la producción ha alcanzado 69.761 toneladas, lo que supone un incremento del 14,74 por 100 sobre la producción correspondiente al ejercicio del año 1966.

El cinc experimentó un gran incremento en la producción, concretamente del 25,31 por 100, al situarse la misma, en el ejercicio de 1967, en 69.664 toneladas.

En el cobre blister, de 18.772 toneladas producidas en el año 1966, se ha pasado a 30.291 toneladas en 1967, con incremento del 61,36 por 100. En el cobre de afino térmico el descenso de la producción en 1967 y con respecto al ejercicio anterior ha sido del 76,41 por 100, al obtenerse 4.245 toneladas, y en el electrolítico, el aumento fue del 33,13 por 100, totalizándose en todo el año 1967 la cifra de 67.470 toneladas.

En el plomo de primera fusión, de 55.134 toneladas de producción correspondientes al año 1966, se ha pasado a 52.117 toneladas en 1967, lo que ha supuesto un descenso de 5,47 por 100.

En un 48,40 por 100 se redujo la producción de estaño en barras, que se situó en 1.547 toneladas, frente a 2.998 toneladas en el año 1966.

Los *stocks* eran superiores a los normales, en el conjunto de los metales no férricos, al finalizar el año para el 32 por 100 de la industria, frente a un 22 por 100 en enero de 1967.

Se mantuvieron estables, prácticamente, los precios de la industria en su conjunto. Los precios del cobre experimentaron algunas fluctuaciones. En los mercados internacionales se reflejaron los efectos de la devaluación de la libra, en especial en Londres, con algunas elevaciones en las cotizaciones.

## SIDERURGIA

El hecho más destacado del sector siderúrgico durante el año 1967 ha sido que, frente a un aumento tanto en la producción de lingotes de hierro y acero como de laminados, la demanda ha presentado debilidad y, por tanto, el consumo aparente de estos productos se ha reducido.

La característica fundamental del sector siderúrgico durante el año 1967 ha sido la desaceleración que se ha producido en el ritmo creciente de la demanda de acero.

El grado de infrautilización de la industria siderúrgica ha ido reduciéndose a lo largo del año, pasando del 24 por 100 el porcentaje ponderado de infrautilización en el primer trimestre, al 19 por 100 en el cuarto. Durante los cuatro trimestres del año 1966 la causa que mayor influencia ha tenido en el grado de infrautilización del sector ha sido la debilidad de la demanda interior; si bien la competencia de las importaciones también ha tenido gran influencia sobre la infrautilización, no lo ha sido tanto como la debilidad de la demanda interior.

El Producto Industrial Bruto del sector siderúrgico en 1967 ha alcanzado la cifra de 20.119 millones de pesetas, frente a los 18.411 millones correspondientes a 1966, lo que supone un incremento, en cifras absolutas, de 1.708 millones de pesetas y en términos relativos del 9,28 por 100; en el año 1966 este Producto Industrial Bruto se incrementó en el 11,93 por 100.

La distribución del Producto Industrial Bruto, por subsectores, dentro del sector siderúrgico, ha sido la siguiente:

En el P. I. B. de la fabricación de aceros se ha producido un incremento, en términos absolutos, de 523 millones de pesetas o del 10,49 por 100, frente a un aumento del 9,40 por 100 en el año 1966 y que la elevación en el P. I. B. obtenido por la fabricación de productos siderúrgicos ha sido de 6,50 por 100. El mayor incremento en el P. I. B., correspondiente al lingote de hierro y arrabio, ha experimentado una elevación del 25,75 por 100 en el año 1967, frente a un descenso del 9,49 por 100 durante el ejercicio anterior.

## CEMENTO

Estaba prevista una elevación en la capacidad de producción a 31 de diciembre de 1967 en, aproximadamente, 17.733.000 toneladas, lo que supone un incremento sobre la de finales de 1966 del 12,38 por 100.

El Producto Industrial Bruto obtenido en la fabricación de cemento y cales hidráulicas en 1967 ascendió a 5.418 millones de pesetas, frente a 4.706 millones en 1966. Estas cifras han supuesto un incremento en el P. I. B. correspondiente a 1967, sobre el alcanzado en 1966, del 15,13 por 100, frente a un incremento del 58,40 por 100 en 1966, sobre el del año anterior.

Esta fuerte actividad desarrollada por la industria del cemento, implicaba que las inversiones realizadas en la misma alcanzasen unos 2.500 millones de pesetas, cifra que supera a la que estaba prevista en el Plan de Desarrollo Económico y Social.

La productividad durante 1967, llegó a situarse en unas 1.054 toneladas por año y persona ocupada, con lo que ya este volumen se encuentra muy próximo a la media de los distintos países europeos.

También es de señalar que en el año 1967 ya se han efec-

tuado exportaciones de cemento que casi alcanzaron las 20.000 toneladas, con lo que se ha comenzado esta actividad cuando España tradicionalmente era importadora. Para que la industria trabaje a pleno rendimiento, esta actividad exportadora deberá aumentar en los próximos años.

La principal causa que ha motivado el aumento de la infrautilización ha sido la debilidad de la demanda interior, en la que se ha visto reflejada la coyuntura por que atraviesa el sector de la construcción en nuestra Patria.

El aumento en la producción se ha debido, principalmente, a los siguientes factores:

— Incremento de la capacidad productiva en un 12,38 por 100.

— Entrada en funcionamiento de nuevas instalaciones.

— Fuertes inversiones en el sector, que, al situarse en unos 2.500 millones de pesetas, superaron las previsiones del Plan de Desarrollo.

— Incremento en la demanda, que se estima continuará creciendo durante 1968 y superará los 14 millones de toneladas.

— Modernización y ampliación de antiguas instalaciones.

— Mejora sensible en la productividad, que se ha situado en 1.054 toneladas/año por persona, cifra muy próxima a la media europea.

— Menores costos por tonelada producida.

— Pequeñas reducciones en los precios del cemento nacional, en varias de sus clases.

— Incremento en el nivel de horas-hombre trabajadas.

Concretándonos ya a las producciones físicas obtenidas, la producción de clínker normal ascendió a 11,84 millones de toneladas, frente a 40,51 millones de toneladas en el año 1966, lo que supone un aumento en cifras absolutas de 1,33 millones de toneladas, o del 12,65 por 100, en términos relativos.

En el cemento portland corriente, el incremento de la producción con respecto a la de 1966 ha sido del 11,38 por 100, al situarse la correspondiente al año comentado en 12,35 millones de toneladas, frente a 11,13 millones en el ejercicio anterior.

La producción de cementos blancos se ha situado en 199.090 toneladas, lo que supone, frente a las 174.472 toneladas de 1966, un aumento del 14,11 por 100.

La producción de cementos aluminosos experimentó en 1967 un descenso con respecto a la de 1966 de 17.649 toneladas, al situarse en un total de 59.662 toneladas.

El cemento de escoria (alto horno y siderúrgico), de 311.824 toneladas en 1966, ha pasado a 363.071 toneladas en el año comentado, lo que ha supuesto un incremento en la producción del 16,43 por 100.

También la producción de cemento puzolánico se redujo en 1.652 toneladas en el año 1967, toda vez que solamente se lograron obtener 65.151 toneladas, frente a las 66.803 toneladas correspondientes a 1966.

## INDUSTRIA QUÍMICA

El valor del Producto Industrial Bruto de la industria química española durante el año 1967 se situó en 33.476 millones de pesetas, lo que supone un incremento del 8,89 por 100 sobre los 30.743 millones de pesetas, valor del Producto Industrial Bruto de la industria química en 1966. Si se tiene en cuenta que el Producto Industrial Bruto del sector en 1966 supuso el 34,1 por 100 del valor total de la producción, se puede estimar que el valor de la producción química española en 1967 se situó en, aproximadamente, unos 98.000 millones de pesetas, con aumento del 8,67 por 100 sobre el valor de la producción en 1966.

Los subsectores de la industria química que mayor participación tuvieron en su Producto Industrial Bruto para 1967 fueron los de productos farmacéuticos, con 7.507 millones de pesetas; los de metaloides, gases y electroquímica, con 4.718 millones de pesetas, y los ácidos, álcalis y sales con 3.980 millones de pesetas; los incrementos experimentados por estos subsectores en 1967, con respecto a 1966, fueron, respectivamente, del 11,15, 8,26 y 12,68 por 100. Solamente se ha experimentado reducción en el P. I. B. correspondiente al subsector de explosivos y pirotecnia, con un 7,90 por 100 de disminución.

Los hechos más característicos del sector químico español durante el año 1967, se pueden resumir en los siguientes:

— Reconversión de instalaciones de productos base, orgánicos e inorgánicos.

— Retraso en la puesta en marcha de instalaciones de obtención de productos base cuyo funcionamiento estaba previsto para el año.

— La cartera de pedidos, que era elevada para el 7 por 100 de las industrias en enero, solamente lo fue para el 5 por 100 en el mes de diciembre.

— En el último mes del año los «stocks» eran superiores a los normales en un 20 por 100 de las industrias, frente a un 22 por 100 en enero.

— Infrautilización que oscila entre un máximo del 19 por 100 en el tercer trimestre y un mínimo del 16 por 100 en el primero.

— Estabilización del consumo de determinados productos terminados.

— Incremento en la capacidad productiva en varios sectores.

— Aumento del empleo en algo más del 2 por 100.

— Aparición de plantas destinadas a la obtención de productos que hasta ahora no se obtenían en España, como por ejemplo: etileno, polietileno, butadieno, etc., que hasta el año 1965 suponía su consumo fuertes salidas de divisas.

— Aumento de la productividad en casi el 10 por 100.

— Práctica estabilidad en los índices de precios al por mayor, con excepción de los de productos farmacéuticos.

— Fuerte incremento en los costes de producción derivados de aumentos en los salarios.

Mientras que en 1966 en la agrupación de ácidos se han obtenido menores volúmenes que en 1965, en el año 1967 se

han superado ampliamente las producciones del ejercicio anterior.

La producción de ácido sulfúrico (100 por 100 de SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>) se situó en 1967 en 1.744.518 toneladas, frente a 1.672.046 toneladas en el año 1966, lo que ha supuesto un aumento, en términos absolutos, de 72.472 toneladas, o del 4,33 por 100; en el año 1966 la producción disminuyó en un 3,37 por 100.

La producción de ácido clorhídrico aumentó en el año 1967, con respecto a la del ejercicio anterior, en 6.579 toneladas, al situarse en 55.147 toneladas.

También fue superior la producción de ácido nítrico durante el ejercicio comentado que en 1966, al haberse alcanzado un volumen de 370.492 toneladas, frente a 218.208 toneladas en 1966, lo que supone una elevación del 69,79 por 100.

También experimentó incremento la producción de amoníaco (líquido, gas o disolución), al situarse en el ejercicio comentado en 360.771 toneladas, frente a 315.747 toneladas en el año 1966, lo que supone un aumento, en términos relativos del 14,33 por 100. En 1966 se produjo una disminución en la producción.

Las producciones de potasa cáustica experimentaron un aumento del 10,88 por 100, al haberse situado su producción correspondiente al año 1967 en 2.640 toneladas.

La producción de carbonato sódico se aumentó en 7,21 por 100, alcanzándose una producción en el ejercicio comentado de 245.509 toneladas.

La producción de sosa cáustica se incrementó en el año 1967, con respecto al año 1966, en un 5,63 por 100, y la de cianamida cálcica en un 87,63 por 100. La producción de urea, de 31.089 toneladas en el año 1966, ha pasado a 22.797 toneladas en el año 1967, con reducción del 26,67 por 100.

En los abonos nitrogenados se han dado unas elevaciones en la producción, con respecto a las del año 1966. La producción de nitrato amónico cálcico, se situó en 197.170 toneladas de N, frente a 80.335 toneladas en el año 1966, lo que supone un aumento del 20,95 por 100. La de sulfato amónico, de 157.192 toneladas en 1965, ha pasado a un total de 220.867 toneladas en el año comentado, lo que supone un incremento del 44,68 por 100. La producción de superfosfato de cal experimentó una reducción del 4,54 por 100, al haberse alcanzado en el año 1967 un volumen de producción de 289.794 toneladas.

MATERIALES DE CONSTRUCCION

Concretándonos al Producto Industrial Bruto correspondiente a los materiales de construcción, que, con la inclusión del cemento y cales hidráulicas, se situó en 16.414 millones de pesetas en 1967, frente a 14.993 millones en 1966, su evolución, subdividido en productos de arcilla, vidrio y sus productos, y cerámica, loza y alfarería, durante los años 1967 y 1966, así como su variación porcentual, ha sido la siguiente:

PRODUCTO INDUSTRIAL BRUTO

	1967	1966	% variación 1967/1966
Productos de arcilla para construcción ... ..	4.312	4.003	+ 7,72
Vidrio y sus productos ... ..	4.346	4.132	+ 5,18
Cerámica, loza y alfarería ... ..	2.338	2.152	+ 8,64

Se aprecia que el mayor incremento de este Producto Industrial Bruto ha correspondido, con el 8,64 por 100, a la cerámica, loza y alfarería, seguido en importancia por el que se obtuvo en los productos de arcilla para construcción, que fue del 7,72 por 100.

Como características más destacadas del sector de la construcción durante el año 1967 pueden señalarse las siguientes:

— Reducción en la actividad del sector de construcción de viviendas con protección estatal, calificaciones definitivas.

— Construcción de más de 70.000 viviendas por la iniciativa privada.

— Práctica estabilidad en el importe de las obras públicas sacadas a licitación.

— Fuerte participación de las construcciones industriales en el volumen total de construcción.

En términos generales, puede considerarse que la evolución de la actividad de la construcción durante el ejercicio de 1967 ha sido expansiva, puesto que según las estimaciones de la Comisión de Construcción del Plan de Desarrollo, el volumen de obras ejecutadas superó los 180.000 millones de pesetas, lo que rebasa en un 9,20 por 100 al volumen correspondiente al ejercicio de 1966, que se situó en los 164.800 millones de pesetas.

También es de señalar, por lo que respecta al sector, que en el II Plan de Desarrollo, se considera a la vivienda como un sector prioritario, por lo que se prevé una fuerte reactivación del mismo durante el año 1968 y siguientes.

La inversión en el sector de la construcción durante el ejercicio comentado no ha seguido la tendencia general de la industria, puesto que supera en prácticamente el 10 por 100 a la efectuada durante el año 1966.

En el sector de las industrias derivadas del cemento se han incrementado las necesidades de producción, a la vez que se ampliaban un gran número de las existentes, modernizándose para lograr una mayor gama de productos y mejor calidad de las mismas. Así, en la industria de fibrocemento puede citarse el caso de que su capacidad es del orden de las 120.000 toneladas. También dentro de este sector es de señalar el cierre de determinadas instalaciones, cuyas producciones eran antieconómicas por la deficiencia de los precios de producción utilizados. A pesar de ello, la producción, dentro del fibrocemento, de planchas lisas y onduladas, ha experimentado una disminución superior al 15 por 100 y del 12,44 por 100 de las tuberías ligeras.

En el subsector de azulejos, tejas y ladrillos, es donde quizá se ha dado con mayor intensidad durante el año 1967 la mejora de las instalaciones y el cierre de aquellas cuya

explotación era antieconómica, si bien es de señalar que en el caso de los azulejos la producción total también ha experimentado una ligera contracción.

En el caso del vidrio se han producido aumentos en el volumen del vidrio plano y estirado del 10,40 por 100, al haberse totalizado 92.871 toneladas en el año comentado. La pro-

ducción de vidrio plano y laminado prácticamente se ha mantenido en el mismo nivel que en 1966.

Los precios de los materiales de construcción han experimentado durante el año 1967 un incremento de solamente el 1,43 por 100, sensiblemente inferior al que se produjo durante el año 1966, que fue del 3,79 por 100.

COTIZACIONES

COTIZACIONES DE METALES

M A T E R I A S	3-12-64	15-12-66	4-1-68	25-1-68	16-13-68
<b>ZINC</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	14,50	14,50	13,50	13,50	13,50
Londres (£ por Tm.).....	130 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -131	104-105	112 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> -112 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	110 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> -110 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	111 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> -112
<b>ALUMINIO</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	24,50	24,50	25,—	25,—	25,—
Londres (£ por Tm.).....	196,—	192,—	228-13-4	228-13-4	228-13-4
<b>MERCURIO</b>					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramos).....	480-500	495-510	523-528	543-550	510-580
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.).	140,—	185-210	220,—	230,—	245,—
<b>VOLFRAMIO</b>					
Londres (chelines por Tm.).....	169-174	310-325	410-425	417-427	395-415
<b>PETROLEO</b>					
Nueva York (\$ por barril).					
East Texas, crudo, en pozo...	3-3,10	3,10	3,20	3,20	4,65
<b>ESTAÑO</b>					
Nueva York (centavos por libra)	171,—	154,—	150,—	145,—	146,26
<b>COBRE</b>					
Nueva York (centavos por libra).					
Electrolítico .....	64,50	36-38	38-38,25	38-38,25	79-80
Londres (£ por Tm.).....	502-510	426-426 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	579-580	590-591	748-749
<b>PLOMO</b>					
Nueva York (dólares por libra)...	15,—	11,30	14,—	14,—	14,—
Londres (£ por Tm.).....	141-141'	81-81 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	93 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> -93 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	92 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> -92 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	102-102 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>

LA CRISIS DEL CARBON EN ALEMANIA

En la administración de la «Essener Rheintahl» se reunieron los magnates de la industria del carbón y del acero para analizar el plan cuyo autor exclusivo parece ser el jefe de la «Gelsenberg», Dr. Friedrich Funcke. Su presidente del con-

sejo de vigilancia, Dr. Hans-Günter Sohl, jefe a la vez del consorcio August Thyssen-Hütte y uno de los más afortunados asesores mineros de la cuenca, apoyó desde un principio este modelo juntamente con el banquero Hermann Josef Abs, el jefe de la «Klöckner», Dr. Günter Henle y el industrial Dr. Ernst Schneider.



Una sociedad central debería hacerse cargo de las instalaciones mineras previo arrendamiento por espacio de veinte años, durante los que pagaría anualmente a los propietarios una suma del 5 por 100 del capital aportado, 360 millones de marcos anuales costaría esa solución comunitaria en la minería y, en total, 7.200 millones de marcos. Y el aval de esa suma tendría que correr a cargo del Estado.

El profesor Schiller rechazó sin embargo la idea. La parte correspondiente que habría de sufragar el contribuyente le pareció demasiado elevada.

No obstante, los defensores del Plan Rheinstahl se han apuntado una victoria. Fue aceptado el principio de la solución a escala común o general. Esta tiende a separar las empresas no rentables, y que esta «renuncia» —en muchos casos a una fuente de pérdidas— sea compensada rigurosamente, eso es, al céntimo, por el contribuyente.

Por espacio de cuatro años se compromete el legislador a garantizar a los mineros con fondos públicos el 90 por 100 de los ingresos obtenidos últimamente. Pero sus representantes sindicales exigen un plazo de cinco años y garantías del 100 por 100 de los ingresos percibidos en la minería.

En ninguna otra rama económica se producen tantas aberraciones a causa de la política de intereses. Pero en el caso de la industria hullera los relojes han marcado siempre otra hora.

A todo lo largo de los años de crisis, los amos de la minería han tenido siempre personalidades influyentes a su lado. Entre ellos no sólo figuraron políticos como el antiguo canciller federal Konrad Adenauer y su ministro de Economía, Ludwig Erhard, sino también —por muy paradójico que pueda parecer— el Sindicato de la Minería y la Energía, que organizó manifestaciones en el momento oportuno y operó con la fórmula mágica de la «creciente agitación en la cuenca».

Desde que el antiguo funcionario Heinrich Guterth condujo a los mineros ya en 1959 en la «marcha sobre Bonn» con banderas negras, los interesados no han dejado de elaborar intervenciones y subvenciones en favor del carbón alemán para asegurar la «tranquilidad y la paz» en la cuenca.

La acción comenzó ya poco después de que se estableciera en el Ruhr la primera jornada limitada de trabajo, hace diez años. En aquel entonces se alejó del mercado alemán al carbón de importación, por medio de un arancel aún en vigor de 20 marcos por tonelada, con lo que desapareció el interés por la hulla extranjera.

La medida siguiente fue la gravación fiscal al petróleo y derivados. Desde 1960 se grava al combustible líquido ligero con una tasa especial de 10 marcos por tonelada y al pesado con 25 marcos, con vistas a frenar a este poderoso competidor del carbón.

Ese mismo año, la industria hullera comenzó a recibir regalos del erario público. Este tomó a su cargo una parte de los costos de transporte del carbón; con sumas de 60 a 70 millones de marcos figura este capítulo, año por año, en el presupuesto federal.

Como «prestación extraordinaria» (con carácter único) re-

cibió la minería a continuación otros 230 millones de marcos destinados a servir de cobertura de un aumento de sueldos acordado con el sindicato minero. Esto fue en 1962, y en 1965 le costó al contribuyente 200 millones de marcos el traslado de una parte de las montañas de carbón a bocamina a una zona alejada de la cuenca.

Finalmente, los representantes de la minería del Ruhr lograron que el Estado les socorriera también por el cierre de minas no rentables. Unos 250 millones de marcos han sido sufragados hasta la fecha por este concepto.

En ambas leyes, que hacen clientes forzosos del carbón a las centrales eléctricas, se prevén costos a cargo del Estado de 40 millones para este año. En lo futuro, esta suma ascenderá a 150 millones anuales. Y con 145 millones de marcos más, se procurará que la industria del acero compre coque a nueve marcos más barata la tonelada.

Con esta tradición no quiere tampoco romper el Plan Rheinstahl modificado. Este prevé ahora, en lugar de un arriendo de las propiedades mineras, una entrega inmediata a una nueva sociedad «Ruhrkohlen AG». Las antiguas sociedades reunidas participarían en ellas en calidad de accionistas. El primitivo interés arrendatario deja paso así al llamado «derecho de compensación» de los consorcios ante la nueva sociedad.

El importe de la obligación total que contraería esta «Ruhrkohlen AG» frente a los propietarios de las minas se elevaría, según los últimos cálculos, a 3.700 millones de marcos en veinte años o cuotas anuales de 185 millones. También en este caso tiene que avalar Bonn la suma, y otros 1.200 millones servirían de cobertura de obligaciones a largo plazo. La suma exigida disminuye, pues, de 7.200 millones a 4.900 millones.

La disposición a la concentración voluntaria tiene, por lo demás, sus límites. Los consorcios se quieren separar solamente de las minas poco rentables y en modo alguno de las lucrativas centrales eléctricas o de las propiedades de terrenos o barrios residenciales. La inclusión de estos sectores empresariales no es factible, se dice llanamente en los medios mineros.

Por otra parte, un verdadero interés en hacer lo más firme posible la nueva sociedad unitaria no lo tiene más que el Sindicato de la Minería. Abandonó la mesa de negociaciones de la ronda de la Rheinstahl solamente porque vio deshacerse su prerrogativa de cogestión en el caso de una sociedad unitaria.

Walter Arendt no desea prescindir tampoco en lo futuro de reivindicaciones salariales. Para él sigue en vigor el dogma de que el minero debe figurar a la cabeza de la escala salarial, y en el caso de una «minería esquelética» teme —con mucha razón— que tales deseos no tengan resonancia. El ministro federal de Economía ha sido citado por Arendt como testigo principal.

En la nueva reorganización de la minería, advirtió el profesor Schiller en el último debate parlamentario de Bonn sobre la crisis del carbón: «no puede aportarse solamente una minería esquelética, de la que se ha sacado toda la carne

y la grasa. Las centrales eléctricas anejas a éstas y el sector de la vivienda de su propiedad no pueden perder su relación con la sociedad unitaria; las antiguas sociedades no deben quedarse con la mejor parte en perjuicio de la sociedad general».

El Plan Rheinstahl modificado ofrece hasta ahora la única solución practicable para atajar definitivamente la crisis del carbón. Que se llame después así tras las negociaciones entre Essen y Bonn a consecuencia del veto de Walter Arendt es de importancia secundaria, pues no se trata del nombre, sino del contenido. Lo esencial es que la minería se reúna bajo dirección única. Y si esta fusión se produce voluntariamente —sin presentar al Estado exigencias financieras imposibles—, sería mucho mejor que una fusión forzosa.

(Estudio de *Die Zeit*, 16 de febrero de 1968.)

#### FUSION DE ACERIAS FRANCESAS

Se han asociado las acerías francesas «La Société de Wendel», «L'Union Sidérurgique Lorraine» (Sidelor) y «La Société Mosellane Sidérurgie» para formar una nueva firma, la «Wendel-Sidelor», con un capital de unos 500 millones de francos (7.000 millones de pesetas) y unos 60.000 empleados. La fusión ha sido favorecida por el Gobierno francés con vistas a disponer de empresas capaces de competir adecuadamente en el ámbito del Mercado Común.

El nuevo grupo de empresas ocupará el cuarto lugar entre los mayores productores de acero de Europa, con una capacidad de producción de unos 7,8 millones de toneladas anuales.

#### FUSION DE ACERIAS ALEMANAS

La fusión en proyecto de dos grandes compañías alemanas de fabricación de acero, la «August Thyssen-Hütte» y la

«Hüttenwerk Oberhausen AG» (HOAG), representa un nuevo paso hacia la acelerada formación en Europa de grandes empresas productoras de acero.

La nueva entidad poseerá una capacidad de producción de acero bruto de 13 millones de toneladas, que resulta similar a la de la «Republic Steel» norteamericana, viniendo a ocupar un tercer lugar entre las compañías privadas mundiales de producción de acero.

La nueva empresa, que se denomina «Thyssen-Hoag», tendrá sus factorías concentradas en la cuenca del Ruhr, y rebasarán la producción de acero del consorcio formado por la «Hoesch», la «Dortmund» y la «Dutch Hoogovens».

#### EXPLOSIONES NUCLEARES CON FINES PACIFICOS

Se considera la creación de una sociedad europea-estadounidense para la aplicación de explosiones nucleares con fines pacíficos. Un 50 por 100 del capital será aportado por la firma norteamericana «El Paso», un 25 por 100 por la francesa «Nobel Bozel, S. A.», un 10 por 100 por la alemana «Dynamit Nobel» y el 15 por 100 restante por las firmas «Poudreries Réunis de Belgique» y «Thomson-Brardt, S. A.» (francesa).

Entre las aplicaciones proyectadas de utilización de las explosiones nucleares, figuran el alumbramiento de yacimientos petrolíferos y de gas natural, la construcción de canales y puertos, etc.

Son dignos de mención los ensayos realizados en Estados Unidos por la firma «El Paso», para emplear explosiones nucleares subterráneas en la concentración de reservas de gas, cuya explotación no resulta en principio rentable a causa de hallarse el gas muy dispersado entre las capas de la tierra.

## Información legislativa

#### HIDROCARBUROS

B. O. N.º	PÁGINAS	FECHA	MINISTERIO	ASUNTO
43	2480	19-II-68	Ind.	Decreto 161/1968, de 1 de febrero, por el que se adjudica en concurso a la «Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A.» (ENPASA), el área correspondiente al extinguido permiso «MONESMA», expediente número G-V-4.
47	2777	23-II-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la adjudicación de tres permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona I (Península).
50	3015	27-II-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la adjudicación de dos permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
51	3065	28-II-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la adjudicación de dos permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
55	3281	4-III-68	Ind.	Decreto 392/1968, por el que se adjudica el permiso de investigación de hidrocarburos denominado «Lanz», solicitado por la «Empresa Nacional de Petróleos de Navarra, S. A.» (ENPENSA).
62	3789	12-III-68	P. del G.	Orden de 5 de marzo de 1968 sobre renuncia por la Compañía «Atlantic Exploration Company», sucursal de España, a permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona III, Provincia del Sahara.
63	3865	13-III-68	P. del G.	Orden de 5 de marzo de 1968 sobre renuncia por las Compañías «California Oil Company of Spain» (CAISPAIN), «Texaco Spain Inc.» (TEX-SPAIN) y «Exploraciones Petrolíferas del Sahara, Sociedad Anónima» (EPSSA), a permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona III, Provincia del Sahara.
63	3865	13-III-68	P. del G.	Orden de 7 de marzo de 1968 sobre renuncia por el Instituto Nacional de Industria y la «Gao of Spain, Inc.» (GAO), a permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona III, Provincia del Sahara.
64	3910	14-III-68	P. del G.	Orden de 5 de marzo de 1968 sobre renuncia por la «Empresa Nacional Minera del Sahara, S. A.» (ENMINSA), a permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona III, Provincia del Sahara.
67	4072	18-III-68	P. del G.	Orden de 5 de marzo de 1968 sobre renuncia por la Compañía «Investigaciones Petrolíferas, S. A.», del permiso de investigación de hidrocarburos en la Zona III, Provincia del Sahara.

## PERSONAL

43	2451	19-II-68	Ind.	Resolución de la Subsecretaría por la que se conceden ingresos en el Cuerpo de Ingenieros de Minas.
50	3000	27-II-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se anuncia concurso para la provisión de vacantes en el Cuerpo de Ayudantes de Minas.
65	3950	16-III-68	Ind.	Orden de 1 de marzo de 1968 por la que se nombra Subdirector General de Industrias Básicas de la Dirección General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales, al funcionario del Cuerpo de Ingenieros de Minas don Baldomero Alonso Martínez.
70	4210	21-III-68	P. del G.	Resolución de la Dirección General de Plazas y Provincias Africanas por la que se anuncia concurso para la provisión de la plaza de Ingeniero de Minas, Delegado-Jefe, vacante en el Servicio de Minas de la Guinea Ecuatorial.

## RESERVAS

57	3452	6-III-68	Ind.	Orden de 27 de febrero de 1968 por la que se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de minerales radiactivos en la zona denominada «Ávila 600-1», del término municipal de Candeleda, en la provincia de Ávila.
57	3454	6-III-68	Ind.	Orden de 27 de febrero de 1968 por la que se reservan provisionalmente a favor del Estado toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos flúidos y las rocas bituminosas, en la zona denominada «Cáceres cincuenta y uno», del término municipal de Tejada de Tiétar, de la provincia de Cáceres.

B. O. N.º	PÁGINAS	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
61	3724	11-III-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 de explotación de toda clase de minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Badajoz y Córdoba.
67	4091	18-III-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 de explotación de minerales en los perímetros que se indican, comprendidos en las provincias de Ciudad Real y Jaén.
77	4731	29-III-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 de explotación de gases naturales de origen volcánico en toda la isla de Lanzarote, de la provincia de Las Palmas de Gran Canaria.
82	5041	4-IV-68	Ind.	Orden de 25 de marzo de 1968 por la que se reservan provisionalmente a favor del Estado toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos flúidos y las rocas bituminosas, en la zona denominada «Huelva dos. La Madroña», del término municipal de Encinasola (Huelva).

## ENSEÑANZA

49	2905	26-II-68	E. y C.	Orden de 13 de febrero de 1968 por la que se modifica el artículo 104 del Reglamento de Escuelas Técnicas de Grado Medio.
50	2993	27-II-68	E. y C.	Orden de 15 de febrero de 1968 por la que se convoca oposición para cubrir la cátedra del Grupo I, «Matemáticas», vacante en las Escuelas de Ingeniería Técnica Minera de León, Linares, Manresa y Mieres.
54	3200	2-III-68	E. y C.	Orden de 15 de febrero de 1968 por la que se convoca oposición para cubrir la cátedra del Grupo XV, «Siderurgia y Metalografía», vacante en las Escuelas de Ingeniería Técnica de Bilbao, Cartagena, Linares, Manresa y Torrelavega.
54	3201	2-III-68	E. y C.	Orden de 15 de febrero de 1968 por la que se convoca oposición para cubrir la cátedra del Grupo X, «Laboreo de Minas», vacante en las Escuelas de Ingeniería Técnica Minera de Bélmez, Bilbao, Huelva y León.
54	3202	2-III-68	E. y C.	Orden de 15 de febrero de 1968 por la que se convoca oposición para cubrir la cátedra del Grupo VI, «Topografía», vacante en las Escuelas de Ingeniería Técnica Minera de Almadén, Bélmez, Bilbao y León.
64	3899	14-III-68	E. y C.	Orden de 7 de marzo de 1968 por la que se convoca oposición a la cátedra del Grupo XXV, vacante en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.
71	4281	22-III-68	E. y C.	Orden de 6 de marzo de 1968 por la que se convoca oposición a la cátedra del Grupo II, «Física», de las Escuelas de Ingeniería Técnica Minera de Almadén, Bélmez, León, Linares y Torrelavega.
85	5262	8-IV-68	E. y C.	Decreto 636/1968, de 21 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Reordenación de las Enseñanzas Técnicas de 29 de abril de 1964 y los preceptos subsistentes de Leyes anteriores.



B. O. N.º	PÁGINAS	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION				
43	2487	19-II-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se hace público que ha sido otorgado el permiso de investigación que se indica.
43	2489	19-II-68	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Almería, Córdoba y Salamanca por la que se hace público que han sido otorgados los permisos de investigación que se indican.
43	2489	19-II-68	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Badajoz, Córdoba, La Coruña y Jaén por la que se hace público que han sido otorgados los permisos de investigación que se indican.
43	2489	19-II-68	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Guipúzcoa, Palencia y Zaragoza por la que se hace público que han caducado las concesiones de explotación minera que se indican.
43	2490	19-II-68	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Jaén, Madrid y Valencia por la que se hace público que han sido cancelados los permisos de investigación que se indican.
43	2490	19-II-68	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de La Coruña, León y Oviedo por la que se hace público que han sido declarados caducados los permisos de investigación que se indican.
47	2780	23-II-68	Ind.	Resolución del Distrito Minero de Madrid por la que se rectifica el anuncio de cancelación del permiso de investigación que se cita.
55	3283	4-III-68	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Ciudad Real, Guipúzcoa, Jaén, Madrid, Oviedo, Santa Cruz de Tenerife y Valencia por la que se hace público que han sido declarados caducados los permisos de investigación que se indican.
60	3647	9-III-68	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Córdoba, Madrid y Zaragoza por la que se hace público que han sido cancelados los permisos de investigación que se indican.
72	4376	23-III-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las provincias de Badajoz, Cáceres, Lérida, Ciudad Real, Córdoba, Guipúzcoa, León, Oviedo, Burgos, Santnader, Santa Cruz de Tenerife, Teruel, Vizcaya y Zaragoza por la que se hace público que han sido declaradas caducadas las concesiones de explotación minera que se citan.
72	4377	23-III-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las provincias de Huelva, Oviedo y Salamanca por la que se hace público haber sido declaradas caducadas las concesiones de explotación que se citan.
74	4494	26-III-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las provincias de Cáceres, León, Cuenca, Madrid y Huesca, por la que se hace público que han sido otorgados los permisos de investigación que se citan.
74	4494	26-III-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las provincias de Ciudad Real, La Coruña, Lugo, Pontevedra, Granada y Málaga, por la que se hace público que han sido declarados cancelados los permisos de investigación que se indican.
74	4495	26-III-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las provincias de Gerona, Granada, Jaén, León, Madrid, Oviedo, Salamanca, Zamora, Avila y Teruel, por la que se hace público que han sido declarados caducados los permisos de investigación que se mencionan.
77	4734	29-III-68	Ind.	Resolución de la Jefatura de la Sección de Minas de la provincia de Oviedo, por la que se hace público que han sido otorgadas y tituladas las concesiones de explotación minera que se cita.
77	4734	29-III-68	Ind.	Resolución de las Jefaturas de las Secciones de Minas de las provincias de Cáceres, Baleares, Barcelona, Tarragona, Lérida, Gerona, Córdoba,

B. O. N.º	PÁGINAS	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
				Jaén, Cuenca, Madrid, Teruel y Vizcaya, por la que se hace público que han sido otorgadas y tituladas las concesiones de explotación minera que se citan.
85	5303	8-IV-68	Ind.	Resolución de la Jefatura de la Sección de Minas de la provincia de León, referente al permiso de investigación de mineral de plomo denominado «Carmina Segunda», número 13052.
86	5354	9-IV-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 de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Huelva.
86	5354	9-IV-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 de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Barcelona.
86	5355	9-IV-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 de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Huelva.
86	5355	9-IV-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 de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Badajoz.
VARIOS				
42	2414	17-II-68	Trabajo	Orden de 22 de enero de 1968, por la que se dispone el cumplimiento de la sentencia recaída en el recurso contencioso-administrativo interpuesto contra este Departamento por «Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera, Sociedad Anónima».
55	3283	4-III-68	Ind.	Resolución del Distrito Minero de Jaén, por la que se hace público haber sido declaradas mineroindustriales las aguas existentes dentro del perímetro de la concesión directa de explotación «La China», número 15.811, sita en el término municipal de Jaén.
55	3279	4-III-68	Ind.	Decreto 389/1968, de 15 de febrero, por el que se declara la urgente ocupación de una parcela, sita en el término municipal de Oviedo, necesaria para la explotación minera del pozo número 2, del que es titular la Empresa «Hulleras de Veguín y Olloniego, S. A.».
59	3543	8-III-68	P. del G.	Orden de 29 de febrero de 1968, por la que se concede Carta de Exportador a título individual de segunda categoría a la Empresa «Refinería de Petróleos de Escombreras, S. A.».
61	3676	11-III-68	Ind.	Decreto 418/1968, de 9 de marzo, sobre el régimen de autorización de las refinerías de petróleo.
62	3805	12-III-68	Ind.	Resolución de la Jefatura del Distrito Minero de Zaragoza, por la que se hace público haber sido declarada la necesidad de ocupación de la parcela que se cita, afectada por la continuación de explotación de la cantera de arcilla denominada «María José», situada en el paraje «Sasillo de la Marcuera», del término municipal de Ejea de los Caballeros.
65	3940	16-III-68	P. del G.	Decreto 480/1968, de 14 de marzo, por el que el Instituto Nacional de Industria pasa a depender del Ministerio de Industria.
68	4133	19-III-68	Ind.	Orden de 9 de febrero de 1967, por la que se declara la inclusión expresa de la wollastonita en la sección B) de la clasificación de sustancias minerales, establecida por la vigente Ley de Minas,

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	ASUNTO
77	4730	29-III-68	Ind.	Orden de 27 de marzo de 1968, por la que se convoca concurso para la instalación y explotación de una refinería de petróleos en la provincia de Vizcaya.
79	4862	1-IV-68	Ind.	Resolución de la Dirección General de la Energía, por la que se presta conformidad a la descripción técnica de las instalaciones de la refinería de petróleos de «Compañía Española de Petróleos, S. A.», en Santa Cruz de Tenerife.
86	5344	9-IV-68	Ind.	Orden de 27 de febrero de 1968, por la que se establece la Sección de Minas en las Delegaciones Provinciales de y Lugo y Zamora.

## Notas bibliográficas

### GEOLOGIA

H. ERHART: *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Serie «Evolution des Sciences» núm. 8, de Masson et Cie, París, 1967; 177 págs.

La obra reseñada, corresponde a la segunda edición del tratado escrito por Erhart, Director científico de C. N. R. S. y del Laboratorio de Pedología y Geoquímica de la Biosfera de la Escuela Práctica de Estudios Superiores.

Los progresos realizados en los estudios de la génesis de los suelos o «Pedogénesis», han contribuido al mejor conocimiento del Suelo, desde el punto de vista medio de crecimiento y desarrollo de los vegetales. El autor, promotor activo de la ciencia pedológica, escribió en 1935 el primer tratado francés de Pedología, y reveló un aspecto nuevo de esta ciencia, el papel de la pedogénesis en el proceso geológico, con una importancia análoga a otros fenómenos estudiados en geografía física como: glaciación, erosión, vulcanismo, etc.

Debe considerarse la pedogénesis desde los puntos de vista más variados; a los datos físicoquímicos y mineralógicos, se deben unir las observaciones fitogeográficas, así como los razonamientos geológicos y geoquímicos.

Expone el autor los conceptos de «biostasia» y de «rhesistasia» (equilibrio geológico y ruptura de equilibrio), datos importantes en la geología moderna, como enlace de los fenómenos de alteración continental a la génesis de los sedimentos.

La exposición de los elementos científicos, base de las

relaciones entre la evolución de la materia mineral y la evolución geológica, de la primera edición de esta obra, se complementa ahora con los ejemplos concretos de aplicación de la teoría.

Estas aplicaciones, de orden sedimentológico y geoquímico, son de gran interés en el estudio genérico de los criaderos de origen sedimentario, como los de carbón, petróleo, fosfatos y muchos de plomo, cinc, uranio y aluminio. Para estos últimos también considera el autor la movilidad de los elementos químicos en curso de levigación continental y tiene en consideración las condiciones paleogeográficas y químicas, necesarias para llegar a concentraciones explotables de minerales.

La primera parte de la obra se refiere a la exposición de la teoría de la biorhesistasia. Los capítulos son los siguientes: 1.º, Fundamentos y definición de la teoría biorhesistásica. 2.º, Pedogénesis y génesis de los sedimentos. 3.º, Discusión de los problemas cronológicos y de causas en geología. 4.º, Discusión relativa a los sedimentos continentales. 5.º, Evolución de la materia mineral y transformismo biológico.

La parte segunda corresponde a los perfeccionamientos de la teoría, datos nuevos y discusión crítica. Los capítulos son los siguientes: 6.º, Contestación a ciertas objeciones. 7.º, Algunos perfeccionamientos y utilización de la teoría. 8.º, Aplicación de la teoría en metalogenia mineral exógena. Conclusiones.

Completa la obra una bibliografía con cerca de cien citas y un índice alfabético de materias.—L. DE A.

## Sección informativa de revistas

### Publicaciones iberoamericanas y filipinas

BOLETÍN. Publ. por el Instituto de Investigación Geológicas de Chile.

Núm. 21, 1966.

R. SALAS, R. F. KAST, F. MONTECINOS y I. SALAS: *Geología y recursos minerales del departamento de Arica, provincia de Tarapacá*.

Núm. 22, 1966.

W. A. BOWES, P. H. KNOWLES, M. SERRANO, E. KLOHN, A. MORAGA y R. GRUENWALD: *Exploración de minerales radiactivos en Chile. Segunda parte: provincias de Atacama y Coquimbo*.

INFORMACIÓN CIRCULAR. Publ. por el Bureau of Mines, Department of Agriculture and Natural Resources, Republic of the Philippines, Manila.

Núm. 21, 1966.

G. J. S. GOVETT, W. W. BROWN y W. E. HELE. *Geochemical prospecting by determination of cold-extractable copper in stream-silt and soil*.

REPORT OF INVESTIGATION. Publ. por el Bureau of Mines, Department of Agriculture and Natural Resources, Republic of the Philippines, Manila.

Núm. 58, marzo, 1966.

P. P. ANDAL: *A report on the discovery of fusulinids in the Philippines*.

M. L. VILLAVICENCIO: *Notes on the occurrence of a giant Nummulite (?) in the Philippines*.

Núm. 59, abril, 1967.

T. A.: *Blending-carbonization of foreign and local coals*.

E. N. BAUTISTA y H. R. LEWIS: *Ejército*.

Núm. 60, enero, 1967.

L. BRYNER: *Geology of the Barlo Mine and vicinity. Davao, Pangasinan province, Luzon, Philippines*.

BOLETÍN DE GEOLOGÍA. Publ. por la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Caracas (Venezuela).

Vol. VIII, núm. 16, mayo, 1967.

A. BELLIZZIA: *Rocas ultrabásicas en el sistema montañoso del Caribe y yacimientos minerales asociados*.

H. LAVIE: *Evaluación de los yacimientos de lateritas níquelíferas en Loma de Hierro, Estados de Aragua y Miranda*.

M. DE GRATEROL: *Investigación petrográfica y mineralógica de las peridotitas y serpentinas de Loma de Hierro, Estados de Aragua y Miranda*.

J. P. ZANÍN: *Níquel asociado a la peridotita de Tinaquillo, estado de Cojedes*.

B. SINKOVEC: *Lateritas y sus rocas madres de la región de la Serranía de los Caigas, Estado de Bolívar (Venezuela)*.

C. M. BELLIZZIA y A. BELLIZZIA G.: *Peridotita serpentinitizada de la Bimba y yacimientos de talco asociados, Yaritagua, Estado de Yaracuy*.

A. BELLIZZIA y D. RODRÍGUEZ G.: *Guía de la excursión a la región de Duaca-Barquisimeto-bobare*.

J. R. BUSHMAN: *Geología de la región entre Agua Blanca y San Carlos, Venezuela*.

BOLETÍN DE LA SOCIEDAD VENEZOLANA DE GEÓLOGOS. Publ. por la Sociedad Venezolana de Geólogos.

Vol. II, núm. 1, enero-abril, 1967.

M. VIGNALÍ C.: *Terminología utilizada en la tectónica gravitacional de los Apeninos*.

R. P. MENA: *Recursos de aguas subterráneas. Península de Paraguaná. Estado Falcón*.

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS. Publ. por el Instituto de Investigaciones Geológicas, Chile.

Núm. 1, 1966.

R. BAROZZI y R. W. LEMKE: *El suelo de fundación de Valdivia*.

GEOMINAS. Publ. por la Escuela de Geo-Minas de la Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

Núm. 3, abril-junio, 1966.

J. M. SELIER DE CIVRIEUX: *Introducción al Precámbrico de la Guayana Venezolana*.

L. A. AMELINCK: *La investigación mercuriométrica como método nuevo de prospección geomínera*.

J. HONTORIA: *La identificación de niobio (columbio) y tantalio (tántalo) en minerales*.

L. A. AMELINCK: *Comentario sobre la industria de aluminio en Guayana*.

*Nuevas contribuciones a la estratigrafía del Mesozoico por medio de nannofósiles*.

Núm. 4, julio-diciembre, 1966.

J. M. SELIER DE CIVRIEUX: *Secuencias estratigráficas poco conocidas de la Guayana*.



R. I. ERICKSON: *Situación y proyecto de la mina de hierro del Cerro Boni.*

J. H. NOGUEROL: *Prospección geofísica: algunas aplicaciones prácticas.*

F. A. BALDA: *Anotaciones sobre los minerales explotables en el Oriente de Venezuela.*

L. A. AMELICK: *Estudio sobre el potencial aurífero de la zona minera de El Callo, Estado Bolívar.*

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Publ. por la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Vol. IX, núm. 1, 1967.

Año IV, núm. 13, octubre-diciembre, 1953.

Informe geológico de la zona manganesífera del Cerro Guacuripia.

Año V, núm. 14, enero-marzo, 1954.

Año, 15, abril-junio, 1954.

Año V, núm. 16, julio-septiembre, 1954.

E. P. Piu: *Reservas mundiales de bauxita.*

Año VI, núm. 19, mayo-diciembre, 1955.

ILUSTRACIONES. Publ. por la Dirección de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Venezuela.

Vol. VIII, núm. 16, mayo, 1967.

H. LAVIE: *Evaluación de los yacimientos de lateritas níquelíferas en Loma de Hierro, Estados de Aragua y Miranda.*

### Publicaciones alemanas

AUDBEREITUNGS-TECHNIK. Publ. por Verlag für Aufbereitung, Wiesbaden.

Núm. 10, año 8.º, octubre, 1967 (en alemán).

W. Hoormann y M. Hager: *Organos de descarga de tolvas. Esfuerzo, exigencias, dimensionado, tipos.*

K. H. Wehmaier: *Cintas transportadoras en la técnica de la preparación mecánica.*

W. Weber y N. Schauki: *Transporte neumático e hidráulico.*

H. J. Schmidt Holthausen: *Modernos equipos de transporte neumático.*

F. Mechtold: *50 por 100 más de rendimiento del transporte mediante la utilización de un transportador continuo.*

K. Möller: *Transporte de materias calientes.*

H. Fischer: *Instalación de transportadores vibrantes para la carga de tolvas y filas de tolvas.*

W. Trültzsch: *Carga de molinos de carbón con transportadores vibrantes.*

Año 8.º, núm. 11, noviembre, 1967 (en alemán).

W. Scharmer: *Cribas vibrantes deshidratadoras en la técnica de preparación y proceso.*

H. Freitag: *Deshidratación de granulados plásticos.*

W. Bongert: *Criba vibratoria electromagnética de deshidratación.*

O. Rudolf y H. Hollenbeck: *Experiencias con cribas en una nueva y moderna instalación de preparación de grava.*

A. Ardou'n: *Criba vibrante para el tamizado de productos húmedos y pegajosos.*

H. Weidig: *Investigaciones sobre el tamizado de basuras compuestas.*

P. Schmidt y W. Geisel: *Investigaciones sobre el rendimiento del cribado dentro de la zona de dispersión fina.*

P. John: *Deshidratación dinámica de granulometrías medias a finas.*

G. Erlenstädt: *Mando de impulsos en cribas accionadas electromagnéticamente.*

F. W. Schneider: *Centrifugadoras de empujador: construcción, aplicación y cálculo de rendimientos.*

W. Volgel: *Deshidratación de lodos. Preparación y realización.*

H. Rumpelt: *Problemas especiales en la aplicación de filtros rotativos en la técnica de preparación.*

K. Wolff: *Fondos de criba de caucho y sustancias químicas, 1.ª parte.*

E. Tallarek: *Desarrollo y experiencias con revestimientos de caucho para cribas en diferentes ramas de la industria.*

Año 8.º, núm. 12, diciembre, 1967 (en alemán).

F. W. Mayer: *Fundamentos generales de las curvas T, 2.ª parte: Crítica de las características de las curvas T.*

G. Gommel: *Correlaciones entre trituración y desgaste cuando hay esfuerzos de choque.*

G. Taege: *Preparación de arenas por el método Hydrofors con clasificación.*

O. Busse: *La deshidratación de lodos frescos comunales en la estación clarificadora de Lausana—Vidy, 2.ª parte.*

Año 1968, núm. 2, febrero (en alemán).

K. Seiler: *Preparación de arenas y posibilidades de su desecación.*

G. Herrmann: *Draga flotante de cucharas con inclusión de la preparación a bordo y trasbordo del material a barcos.*

H. A. Mölling: *Criterios para el desarrollo de quebrantadoras de mandíbulas con doble palanca acodada, sistema Blake. Parte I.*

B. Marechal: *El empleo de pequeñas cantidades de bolas en la mollienda autógena.*

J. Endell, P. Wagenknecht: *Propiedades de los gránulos de harina cruda en función de las condiciones de preparación de los mismos.*

U. E. Dorstewitz: *Sobre el problema de la utilización de la capacidad de la maquinaria de canteras.*

Año, 9, núm. 3, marzo, 1968 (en alemán).

F. Kreller: *Sobre el tamizado muy fino de granos secos, suspensiones y líquidos viscosos.*

V. E. Headley: *Aditivos de sal y sus métodos de investigación en mezclas forrajeras.*

C. von Zabeltitz: *Aportación a la determinación de la*

velocidad de nubes de cuerpos esféricos en la clasificación por gravedad.

M. Preger: *Comportamiento de rodillos refrigeradores cuando varían las condiciones de funcionamiento.*

J. Pavelka: *Regulación automática de la densidad de la pulpa en separadores de medios densos.*

ABHANDLUNGEN DES HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFORSCHUNG. Publ. por el Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden.

Año 1966, núm. 51 (en alemán).

G. Matthes: *Geología del yacimiento de pizarras bituminosas de Messel, junto a Darmstadt.*

Año 1966, núm. 52 (en alemán).

D. E. Berg: *Los cocodrilos, especialmente Asiatusuchus y aff. Sebecus?, del Eoceno de Messel, junto a Darmstadt/Hessen.*

Año 1966, núm. 53 (en alemán).

B. Hölting: *Los manantiales minerales en Bad Wildungen y Kleinern (Distrito de Waldeck, Hessen).*

ZENTRALBLATT FÜR GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE. Publ. por E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Año 1967, núm. 8 (en alemán).

Parte I: Geología general, aplicada, regional e histórica.

BEIHEFTE ZUM GEOLOGISCHEN JAHRBUCH. Publ. por el Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover.

Año 1966, núm. 72 (en alemán).

R. Potonié: *Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. IV parte.*

ABHANDLUNGEN DER SENCKENBERGISCHEN NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT. Publ. por la Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Frankfurt am Main.

Año 1966, diciembre, núm. 513 (en alemán).

SENCKENBERGIANA LETHAEA. Publ. por la Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Frankfurt am Main.

Año 1967, t. 48, núms. 3-4.

W. Schäfer: *Centro de investigación Senckenberg para geología y biología marinas en Wilhelmshaven.*

H. E. Reineck, W. F. Gutman y G. Hertweck: *La región cenagosa al Sur de Heligoland, como ejemplo de recientes deposiciones de plataforma.*

W. F. Gutman: *El dermoesqueleto de los «peces acorazados», fósiles interpretado funcional y filogenéticamente.*

H. E. Reineck: *Una plomada de émbolo con tubos de plástico.*

G. Richter: *Ambito de facies de sedimentos fangosos recientes y subrecientes, según sus asociaciones de foraminíferos.*

F. Wunderlich: *Estratificación alternada de láminas delgadas y estratificación rítmica.*

F. Wunderlich: *La formación de «convolute bedding» en bordes de plataforma.*

H. E. Reineck: *Comparación de análisis de lodos con la pipeta de Köhn y el aerómetro de Casagrande.*

G. Einsele, H. Genser y F. Werner: *Placas arrecifales de crecimiento horizontal en la salida meridional del mar Rojo.*

Tomo 48, núm. 5, 1967 (en alemán).

E. Flügel: *Un nuevo foraminífero de las calizas arrecifales del Triásico Superior alpino septentrional: Alpinophragmium perforatum n. g., n. sp.*

C. W. Harper, J. G. Johnson, A. J. Boucot: *Los Pholidostrophiinae (Braguiópodos, Ordoviciense, Siluriano, Devoniano), (en inglés).*

G. K. B. Alberti: *Nuevos Trilobites silurianos superiores, así como devonianos inferiores y medios, de Marruecos, Alemania y otras regiones europeas.*

JAHRESBERICHTE UND MITTEILUNGEN. Publ. por el Oberrheinischen Geologischen Verein, Stuttgart.

Año 1966, Nueva serie, t. 48 (en alemán).

K. Münzing: *Una terraza pleistocena con moluscos en el valle del Grossen Lauter (Alb. de Suabia).*

A. Terzidis: *El Jura pardo en la región entre Eningen y Glems (Alb. medio de Suabia, Württemberg).*

D. Ortlam: *Suelos fósiles y su aplicación para la división del Buntsandstein superior en la Selva Negra septentrional y el Odenwald meridional.*

K. Vienta: *La mineralización de uranio en la zona de la mina Johann en Burgfelsen bei Wittichen (Selva Negra central).*

A. Schreiner: *Estratigrafía de la molasa marina superior entre el Danubio alto y el lago Überlinger (Baden-Württemberg).*

J. Werner: *Resultados de la evolución de sondeos superficiales en la zona de las arenas bastas de la molasa marina superior (región de Stockach-Pfullendorf).*

E. Sittig: *El paleozoico inferior metamórfico de la Selva Negra septentrional.*

O. F. Geyer: *Asociación colonial en el coral singular Montlivaltia.*

K. Eissele: *División del Buntsandstein de la Selva Negra septentrional.*

K. Knoblich: *El agua mineral del manantial Gottlieb-Daimier en Stuttgart-Bad Cannstatt.*

R. Metz: *Petrogénesis y mineralización en la Selva Negra septentrional.*

NEUES JAHRBUCH FÜR GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE. Publ. por E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Año 1967, núm. 12, diciembre (en alemán).

A. Tollmann: *Escamas frontales y de techo, formas de estructura tectónica poco conocidas, aclaradas con ejemplos de los Alpes Calizos orientales, Austria.*

W. Wetzel: *La importancia geológica de los Phytolitharidos, un capítulo especial de la micropaleontología.*

J. Wiedmann: *El límite Jurásico/Cretáceo y cuestiones de nomenclatura estratigráfica.*

Año 1968, núm. 1, enero (en alemán).

H. W. Flügel y E. M. Waizitz: *Regulación y porosidad en margas arcillosas de la cuenca de Viena.*

E. C. Kraus: *Para la historia estructural de los Alpes: Ensayo de una ojeada analítica y sintética. I. La determinación de la edad de plegamientos orogénicos y la separación de las sierras estructurales geológicas de las sierras de elevado relieve geográfico.*

D. Richter: *Conchas de braquiópodos rellenas sólo parcialmente de sedimentos como «niveles de burbuja fósiles», un indicio relativo a las circunstancias de deposición de series calizas masivas.*

M. Richter: *Observaciones para la geología de Sicilia septentrional y occidental.*

W. Schwan: *Sobre las relaciones entre tectónica y magnetismo, y la naturaleza de sus fuerzas.*

Año 1968, núm. 2, febrero (en alemán).

E. C. Kraus: *Para la historia estructural de los Alpes: Ensayo de una ojeada analítica y sintética. II. Consecuencias generales de la historia del desarrollo de los Alpes.*

H. W. Pfeifferkorn: *División geológica y circunstancias faciales de la región entre Serpa y Mértola (Sur de Portugal).*

F. Tessensohn: *Flysch del Carbonífero Inferior y Carbonífero Superior de Auernig en Trögern, Karawanken, Austria.*

Año, 1968, núm. 3, marzo (en alemán).

G. Eickhoff: *Moravaminidae (Foraminifera) del Carbonífero Inferior de Hermannsholz bei Frankenberg, en el Eder.*

V. Havlena: *Sobre la edad y el origen de las capas rojas del Carbonífero de Ibbenbüren.*

D. Henningsen: *Investigaciones sobre estructura granular y direcciones de deposición en areniscas de la Schiefergebirge renana sudoriental.*

H. Lange: *Nuevos resultados sobre la edad de las capas de Lockwald de la zona helvética en el Wertachenge (Allgäu).*

● R. Schroeder: *Sobre la existencia de Cretáceo Inferior más profundo en los Pirineos Septentrionales.*

K. Vogel: *Sobre la forma de vida del gasterópodo Nerinea.*

OBERRHEINISCHE GEOLOGISCHE ABHANDLUNGEN. Publ. por Verlag C. F. Müller, Karlsruhe.

Año 15, núms. 1-2, 1966.

H. Genser: *Sucesión de capas y estratigrafía del Dogger en las tres zonas de facies del borde de la Selva Negra meridional.*

K. P. Seiler, E. Villinger: *Investigaciones estratigráficas y tectónicas en el Keuper y Liásico de la región de Lein-Rems (Württemberg).*

● E. Kuhn-Schnyder: *Sobre los restos de vertebrados del Muschelkalk de la provincia de Teruel (España).*

Año 16, núms. 1-2, 1967 (en alemán).

H. Illies: *Forma y zócalo de la fosa del Rhin alto en un modelo. Una aportación a la tafrogénesis.*

M. Teichmüller: *Investigación sobre intracarbonización en sedimentos del Terciario, que encierran carbón, de la fosa del Rhin alto al Norte de Worms.*

M. Teichmüller: *Investigaciones microscópicas y químicas en turbas interglaciales de la zona de Mannheim.*

L. Sacher: *Observaciones en una masa de tobas en el basalto de Vogelsberg junto a Schotten.*

E. Sittig: *Sobre la facies y difusión del Viseano marino (Carbonífero Inferior más alto) en el Sur de la Selva Negra.*

German, Rüdiger, Borneff, Brunnacker, Delm, Filzer, Käss, Kunte, Müller y Witt: *Resultados del sondeo científico con testigo continuo Ur-Federsee 2.*

NATUR UND MUSEUM. Publ. por la Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Frankfurt am Main.

Tomo 97, núm. 1, enero, 1967 (en alemán).

E. Martini: *Las localidades de hallazgos fosilíferos oligocenos de Sieblos en la Wasserkuppe.*

P. Stacul: *La minería del azufre en Sicilia.*

Tomo 97, núm. 2, febrero, 1967 (en alemán).

W. Blind: *Wetterqu. Elementos estructurales y ámbito de vida.*

Tomo 97, núm. 3, marzo, 1967 (en alemán).

S. Rietschel: *Fósiles falsos.*

Tomo 97, núm. 4, abril, 1967 (en alemán).

D. L. Dilcher: *Clorofila en el lignito del Geiseltal.*

Tomo 97, núm. 5, mayo, 1967 (en alemán).

W. Schäfer: *Observaciones actuopaleontológicas. 7.º Para la diferenciación de sedimentos de agua salada y dulce: Fósiles corporales. I.*

E. Martini y R. Mentzel: *Sobre algunos afloramientos de basalto y tobas en el Rhön occidental.*

Tomo 97, núm. 6, junio, 1967 (en alemán).

W. Schäfer: *Observaciones actuopaleontológicas. 7.º: Para la diferenciación de sedimentos de agua salada y dulce: Fósiles corporales II.*

Tomo 97, núm. 7, julio, 1967 (en alemán).

Tomo 97, núm. 8, agosto, 1967 (en alemán).

R. Birenheide: *Microestructuras de dos Stromatopóridos del Oligoceno Medio.*

Tomo 97, núm. 9, septiembre, 1967 (en alemán).

C. Klaas y A. H. Müller: *Huellas de vida y marcas de sedimentos especiales en dunas de arena móvil recientes.*

Tomo 97, núm. 10, octubre, 1967 (en alemán).

H. Ma'z: *«Brachiosaurus», un anfibio arcaico problemático del Permiano.*

Tomo 97, núm. 11, noviembre, 1967 (en alemán).

Tomo 97, núm. 12, diciembre, 1967, (en alemán).

BERICHTE DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT. Publ. por la Sociedad de Historia Natural de Friburgo de Brisgovia.

Tomo 57, núm. 1, agosto, 1967 (en alemán).

E. Haase: *Las huellas del último período glacial en los valles del Alt- y Neuglashütten (Selva Negra alta), así como en las alturas limitrofes.*

J. Keller: *Edad y sucesión de los acontecimientos volcánicos en las islas Eólicas/Sicilia.*

P. Klöcker: *Investigaciones faunísticas y estratigráficas finas en el límite Lias-Dogger en Schönberg bei Freiburg i. Br. Parte II: Fauna (Ammonoidea) y estratigrafía.*

H. Maus: *Minerales secundarios en pórfidos cuarcíticos de la Selva Negra.*

D. Vogellehner: *La flora del Estefaniense en el Hohen-geroldseeck bei Lahr (Selva Negra Central). I. Sphenophyta (Sphenophyllales y Equisetales).*

REVISTA DE JENA. Publ. por la VEB Carl Zeiss, Jena.

Año III, núm. 5, 1967.

GEOLOGISCHE RUNDSCHAU. Publ. por Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

Tomo 57, núm. 2, 1968 (en alemán).

F. Seifert y W. Schreyer: *La posibilidad de formación de magmas ultrabásicos en presencia de reducidas cantidades de álcali.*

W. Nieuwenkamp: *Basaltos oceánicos y continentales en el ciclo geoquímico (en inglés).*

A. Kovach: *Circunstancias de los isótopos de plomo en el ámbito de la metalogénesis alpino-mediterránea.*

A. E.M. Nairn y H. Vollstädt: *Investigaciones paleomagnéticas de las rocas ígneas terciarias y cuaternarias: II. Las rocas volcánicas terciarias del área de Lausitz, Alemania (en inglés).*

U. Rosenfeld: *Observaciones para la estratigrafía de la arenisca de Schilf en las montañas del Lippe oriental.*

D. Richter: *La historia tectónica del Devonshire meridional como ejemplo de cuadro variscico de múltiples fases.*

● H. Lögters y H. Voort: *La estructura de Gastiain (Norte de España).*

● E. Berger, E. Kaufmann, L. Sacher: *Investigaciones sedimentológicas en el Paleozoico reciente de las cadenas ibéricas orientales (España).*

K. Görler y K. J. Reutter: *Origen y características del olistostromo.*

M. Pauca: *Aportación al conocimiento de los yacimientos de sal miocenos de Rumania.*

B. Molnar: *Ciclos de sedimentación en los depósitos pleistocenos de la cuenca meridional húngara.*

M. Schidiowski: *Para el conocimiento de las estructuras marginales de la cuenca del Witwatersrand en el campo aurífero septentrional del estado libre de Orange (Africa del Sur).*

E. Klitzsch: *El volcanismo basáltico del Djebel Haroudj, Fezzan Oriental, Libia.*

J. R. Vail: *La extensión meridional del sistema arrecifal de Africa Oriental y actividad volcánica relacionada con ella (en inglés).*

E. Koch: *Un corte tectónico a través de Perú Central.*

R. Brousse: *El lugar de las ultrabasitas en Francia (en francés).*

ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT. Publicado por la Sociedad Geológica Alemana, Hannover.

Tomo 116, 3.ª parte, 1964 (en alemán).

H. Jordán: *Metamorfismo y conformación en la sierra de Bos Dag (Montes Rhodope, Macedonia griega).*

R. Weyl: *El desarrollo paleográfico del ámbito americano central.*

D. Henningsen: *Inversión de ámbito marino y continental en la parte meridional de América Central.*

E. Machens: *Desarrollo geotécnico de Africa Occidental.*

M. J. Faris: *Yacimientos sedimentarios económicos en Arabia Unida.*

E. G. Schulze: *Sobre la génesis de la «sierra Blanca» en la provincia metalífera de plomo-zinc de la parte meridional de la Schiefergebirge renana.*

K. E. Koch: *Tectónica de la masa de Krabach y sus alrededores (Alpes de Lechtal).*

H. Buser: *La influencia de paleoestructuras sobre el desarrollo del sistema de drenaje de Africa Occidental y la historia cuaternaria de la zona del río Niger-Benué.*

A. Herrmann, C. Hinze y V. Stein: *Tectónica y halocinesis en el borde de los cabalgamientos de Hils y Solling.*

E. Wiegand: *Presca de Glen Canyon y Lake Powell.*

H. G. Wunderlich: *Ensanchamiento y estrechamiento en las formas estructurales sajónicas del Sur de la Baja Sajonia.*

D. Gessner: *División de la caliza de Reifling en la localidad-tipo de Grossreifling a. Ems (Alpes Calizos septentrionales).*



R. E. Adler y M. W. Schmidt: *Observaciones geológicas en el Kahlberg en el Harz Superior.*

K. Mohr y A. Pilger: *Sobre la prosecución en el Harz de los límites de los bloques en dirección renanos del antepaís del Harz.*

● H. U. de Boer: *Ejemplos de superposición de ejes en ángulo agudo en los Pirineos Occidentales españoles.*

● H. U. de Boer y K. Mohr: *Sobre el magmatismo en el macizo de Aldudes —Quinto Real en los Pirineos Occidentales españoles.*

H. Schneekloth: *Resultados de otras investigaciones en los depósitos interestadiales de la época glacial de Weichsel en Oerel, distrito de Bremerörde.*

H. Voigt: *Sobre la cuantía de la salinización del suelo a causa de la marea viva de febrero de 1962.*

H. G. Mittmeyer: *Sobre la cuestión de la subdivisión facial de la pizarra de Hunsrück en el Taunus sudoccidental (Schiefergebirge renano).*

H. G. Mittmeyer: *Geología del valle meridional del Aar (Taunus, Schiefergebirge).*

G. Bischoff: *Regularidades estáticas del volcanismo de cobertera y sus indicaciones de procesos en el manto superior de la corteza terrestre, con ejemplos de analogías de Sudamérica y Africa.*

R. Fellerer: *Sobre la geología del borde meridional de los Alpes Calizos septentrionales entre Schwamm y Arlberg (Alpes de Lechtal).*

H. Modell: *Las Náyades del Buntsandstein Inferior en la cuenca alemana de dicho tramo.*

H. Temmler: *Sobre la facies de Nusplinger del Jurásico blanco del Alb de Suabia (Württemberg).*

M. Laemmlen: *El Buntsandstein Medio y la serie de Solling en Hesse meridional y en las regiones colindantes por el Sur.*

E. Backhaus: *Inclusiones de fósiles marinos en las llamadas calizas en placas del Rotliegendes del horst de Sprendling.*

Tomo 116, 1.ª parte, 1965 (en alemán).

H. Rolshoven: *La importancia económica de los yacimientos de carbón y hierro del triángulo de la Montaña Unión.*

E. M. Müller: *Ojeada sobre la geología del Sarre.*

R. Schönenberg: *Ejemplos sobre la historia estructural del anticlinal principal de Saarbrück.*

H. Falke: *Cuestiones de extensión y desarrollo de facies del Carbonífero del Sarre hacia el Nordeste.*

E. Altmeyer: *Aspectos fundamentales de los trabajos de investigación geológica en la minería de hulla del Sarre desde el punto de vista del topógrafo minero.*

F. Neurohr: *Toma y representación de los datos geológicos en la explotación de minas por el topógrafo.*

B. F. Klinkhammer y E. M. Müller: *Rotliegendes Superior y Buntsandstein Medio como cobertera del anticlinal carbonífero del Sarre.*

G. Rehkopf: *Los resultados de investigaciones geológicas en los sondeos de la Saarbergwerke AG.*

H. J. Konrad: *Métodos y resultados de la nueva cartografía del Westfaliense C y D en el núcleo del anticlinal principal del Sarre.*

H. W. Weingardt: *Problemas y métodos de la correlación de capas en el Carbonífero del Sarre.*

P. Niesluchwski: *El Westfaliense Superior D (capas de Heiligenwald) en el Carbonífero oriental del Sarre.*

G. Bartly: *Correlación de capas con ayuda de investigaciones palinológicas en el Carbonífero del Sarre.*

B. Alpern y J. J. Liabeuf: *Zonación palinológica de la cuenca hullera de Lorena.*

E. Papproth: *Posibilidades de subdivisión en el Carbonífero Superior y Rotliegendes Inferior con la ayuda de moluscos limnicos.*

A. Bouroz: *Aportación al estudio de las arcillas de origen cinerítico.*

J. Neugebauer: *Desplazamientos foliados y plegamientos en antiguas fallas del Carbonífero del Sarre, parte oriental.*

O. Ackermann: *Las circunstancias geológicas de deposición dentro del campo de la mina Luisenthal.*

H. Wildner: *Sobre la cuestión de la prolongación del anticlinal principal del Sarre hacia el Suroeste.*

H. Becker y K. G. Knapp: *Las circunstancias geológicas de deposición del terreno hullero en la zona de la mina Warndt-Velsen.*

M. Hervouet: *Aportación al conocimiento de la geología y el contenido en petróleo de Lorena.*

M. y R. Teichmüller: *La intracarbonización en el Carbonífero del Sarre y Lorena, comparada con la del Ruhr.*

B. Hückel y O. Kappelmeyer: *Investigaciones geotérmicas en el Carbonífero del Sarre.*

G. Kenuper: *Origen y desarrollo de la depresión de Saar-Nahe.*

G. Kneuper: *Cometidos actuales de la geología de yacimientos en la minería de hulla del Sarre.*

ZENTRALBLATT FÜR GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE. Publ. por E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.

Núm. 5, octubre, 1967 (en alemán).

Parte I: *Geología general, aplicada, regional e histórica.*

Núm. 6, noviembre, 1967.

Núm. 7, diciembre, 1967.

GEOLOGISCHE RUNDSCHAU. Publ. por Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

Tomo 57, núm. 1, 1967 (en alemán).

S. Thorarinnsson: *Algunos problemas del volcanismo en Islandia* (en inglés).

A. R. McBirney: *Relaciones genéticas de las rocas volcánicas en el océano Pacífico* (en inglés).

D. Henningsen y R. Weyl: *Corteza oceánica en el complejo de Nicoya, de Costa Rica.*

W. Zeil y H. Pichler: *La formación riolítica cenozoica en el sector medio de los Andes.*

H. Illies: *Tectónica pacífica marginal y volcanismo en Chile meridional.*

H. Pichler: *Nuevos conocimientos sobre el tipo y génesis del volcanismo de las islas Eólicas (Sicilia).*

G. Pantó: *Génesis de los magmas y rocas ígneas en el volcanismo terciario de Hungría.*

R. Brinkmann: *Estructura y volcánotectónica en Vogelsberg (Bajo Hesse).*

W. v. Engelhardt: *Nuevas observaciones en el Ries de Nördlingen.*

V. Lorenz: *Sobre la génesis de chimeneas volcánicas recién descubiertas en los alrededores del Donnerberg/Pfalz.*

W. Eberle: *Nuevas observaciones en los pórfidos de cuarzo de Gross-Umstadt en el Odenwald nordoriental.*

C. Oftedahl: *Formación de magmas según la estratigrafía de la lava en la región al Sur de Oslo.*

E. H. Francis: *Revisión del volcanismo Carbonífero-Permiano en Escocia* (en inglés).

V. Dietrich: *Volcanismo geosinclinal en los mantos pennínicos superiores de Grisonas (Suiza).*

J. Martini y M. Vuagnat: *Consideraciones sobre el volcanismo post-oriolítico en los Alpes Occidentales* (en francés).

A. Rittmann: *La bimodalidad del volcanismo y del origen de los margas.*

R. F. W. Engelfeld: *Para la petrogénesis de magmas efusivos intermedios.*

E. Locardi y M. Mittenpergher: *Relación entre algunos elementos-traza y los procesos magmáticos.*

E. Kramer: *El papel de la variación de estructura y el desarrollo de los cristales de mezcla en el significado de la diferenciación y cristalización de rocas volcánicas.*

## Publicaciones austriacas

MEMORIAS DE HOJAS GEOLÓGICAS DE AUSTRIA. Publ. por el Geologische Bundesanstalt, Viena.

B. Plöschinger: *Aclaraciones a la hoja de la región de Hohe-Wand (Australia Baja); escala 1:25.000.*

STEIRISCHE BEITRÄGE ZUR HYDROGEOLOGIE. Publ. por el Instituto de Mineralogía y Geología Técnica de la Escuela Técnica Superior de Graz.

Año 1966/67 (en alemán).

*Reunión para la aplicación de sustancias trazadoras para el seguimiento de aguas subterráneas en Graz, del 28 de marzo al 1 de abril de 1966.*

ANNALEN DES NATURHISTORISCHEN MUSEUMS IN WIEN. Publ. por la Editora del Museo de Historia Natural de Viena. Tomo 71, 1967 (en alemán).

Homenaje al Prof. Dr. Othmar Kühn.

F. Bachmayer y H. Binder: *Perlas fósiles de la cuenca de Viena.*

F. Bachmayer y W. Vasicek: *Restos de insectos del Permiano de Zöbing junto a Krems, en Austria Baja.*

H. Binder y F. Steininger: *Tres ofiuros fósiles (Amphiura? kühni n. sp.) del Terciario reciente de Austria.*

G. Daxner: *Un nuevo cricetodóntido (Rotentia, mamíferos) del Pannónico de la cuenca de Viena.*

V. Daxner y O. Fejfar: *Sobre el género Alilepus 1931 y Pliopentalagus Cureev, 1904 (Lagomorpha, Mamíferos).*

H. W. Flügel: *La fauna de corales del límite Siluriano/Devoniano.*

J. A. Jelethky y H. Zapfe: *Coleoid and Orthocerid cephalopods of the Rhaetian Zlambach Marl from the Fischerwiese near Aussee, Styria (Australia).*

F. y G. Kahler: *Sistemática de los fusulínidos.*

E. Kamptner: *Restos de esqueletos de flagelados calizos de iodios de mar profundo, de la parte meridional del Atlántico.*

H. Kollmann: *El género Trochactaeon en el Cretáceo Superior alpino oriental. Filogenia de los Actaeonellidae.*

B. W. L. Kunz: *Una fauna del Dogger superior de los Alpes Calizos de la baja Austria (Unterer Reitmauerkalk, Manto de Frankenfels).*

H. Mostler: *Conodontes del Siluriano más profundo de los Alpes de Kitzbühel (Tirol).*

M. Mottl: *Nueva aportación al horizonte de Hystrix de Europa.*

I. Nikolov, E. Thenius: *Schizochœrus (suidos, mamíferos) del Plioceno de Bulgaria.*

A. Papp: *Moluscos del schlier de Aderklaa.*

M. E. Schmid: *Dos nuevos foraminíferos planctónicos del Badener Tegel de Sooss, Austria Baja.*

E. Sieber y E. Weinfurter: *Otolitos de las capas profundas de Gassau, Austria.*

E. Thenius: *Huellas de mamíferos en el conglomerado de Rohrbach (Plioceno) de Austria Baja.*

E. Weinfurter: *La fauna de otolitos miocenos de St. Veit en el Triesting, Austria Baja.*

U. Wille-Janoschek: *Limitación entre Globorotalia aragonensis aragonensis Nutall y G. aragonensis caucasica Glaessner (Foraminíferos) del Eoceno de Schorn, Salzburgo (Austria).*

H. Zapfe: *Ancylotherium en el Mioceno Superior de la cuenca de Viena.*

H. Zapfe: *Aportaciones a la paleontología de los arrecifes nordalpinos. La fauna de la marga de Zlambach de la Fischerwiese junto a Aussee, Estiria (excl. Celentéreos y microfósiles).*

JAHRBUCH DER GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT. Publ. por el Geologischen Bundesanstalt, Viena.

Tomo 110, núm. 1, 1967 (en alemán).

M. Baumann, P. Helbig y K. Schmidt: *El plegamiento de ejes inclinados en la zona del Gurgler y el valle de Vent (Alpes de Ötz).*

J. Kapounek, A. Kröil, A. Papp y K. Turnovsky: *El porcentaje de sedimentos mesozoicos del zócalo continental de la Masa de Bohemia.*

O. Thiele: *Una orbiculita en el sector oriental de Mühl (Austria Alta).*

G. Rosenberg: *La cadena occidental del Höllenstein en Mödlingbach (Austria Baja).*

Tomo 110, núm. 2, 1967 (en alemán).

S. Moshkovitz: *Primer informe sobre la aparición de Nannoplancton en sedimentos del Cretáceo Superior-Paleoceno de Israel (en inglés).*

T. Takayama: *Primer informe sobre el Nannoplancton del Terciario Superior y Cuaternario de la región meridional de Kwanto, Japón (en inglés).*

A. V. Phadke: *Petrología y estructura del gneis de riebeckita del área de Gloggnitz, en la zona de grauwacas de Austria (en inglés).*

A. G. Angeiras: *Geología de Kirchberg am Feld y el valle de Molz, Austria Baja (en inglés).*

W. Fuchs y H. Stradner: *La fauna de foraminíferos y nanoflora de un testigo del Albense Medio más alto del sondeo Delft 2 (NAM), Holanda.*

### Publicaciones belgas

PUBLICATIONS DU LABORATOIRE DE GEOLOGIE. Publ. por la Universidad de Lieja, Facultad de Ciencias Aplicadas.

Núm. 4, 1967.

V. Ugen: *Note sur l'étude géologique préliminaire du site de Roche-a-Frêne, en vue de la construction d'un barrage sur l'Aisne.*

Núm. 47, 1967.

L. Calémbert y J. Pei: *Investigaciones geológicas para la construcción de la nueva Universidad de Lüttich junto a Sart Tilman (en alemán).*

Núm. 48, 1967.

P. Bartholomé. *Les inclusions fluides des minéraux et leurs enseignements en métallogénie.*

Núm. 49, 1967.

L. Calémbert, A. Monjoie y V. Ugen: *Etude géologique et hydrogéologique préliminaire du site de la centrale de pompage de Coo.*

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. Publ. por Sociedad Geológica de Bélgica, Lieja.

Tomo 90, núms. 4-6, 1967.

P. de Béthune: *Réflexion sur la composante horizontale de la mobilité tectonique.*

H. Pirllet: *Nouvelle interprétation des carrières de Richele: le Viséen de Visé.*

J. Thorez y W. van Leekwijck: *Les minéraux argileux et leurs altérations dans le Namurien inférieur de Belgique.*

J. Thorez y W. van Leekwijck: *Minéralogie des argiles dans une «poche de dissolution» au contact du Viséen et du Namurien dans la région d'Andenne.*

R. Conil y M. Lys: *Aperçu sur les associations de foraminifères endothyroides du Dinantien de la Belgique.*

R. Conil: *Problèmes du Viséen inférieur dans le Condroz.*

M. K. Pandya: *Contribution à l'étude des amphibolites de la région de Kankroli, Rajasthan (Inde).*

A. Safiannikoff: *Gisement de pyrochlore de Lueshe.*

J. Dubois: *Dosage par spectrofluorescence X sur couches.*

C. Gouder, J. Dubois y P. Bourbignon: *Comportement thermique des columbotantalites.*

G. Vandeven: *Les remaniements de la schistosité des roches siluriennes dans la bordure méridionale du massif du Brabant.*

P. Bartholomé y F. Dimanche: *On the paragneises of ilvaite in Italian skarns.*

J. Dubois: *Un changeur automatique d'échantillon pour diffractomètre de rayons X.*

L. Franssen: *Données nouvelles sur les foraminifères du Tournaisien et du Viséen.*

M. Vanguetaine: *Découverte d'acritarches dans le Reginien supérieur du massif de Stavelot.*

A. Lhoest: *Niveaux caractéristiques dans le Westphalien A supérieur du district de la Basse Sambre.*

## NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revistados 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.