

# 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,  
LIDOS, CEMENTOS, PREPARACION MECANICA  
DE LAS MENAS.



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

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

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

Memorias del Instituto.

Tomo 68	El Eoceno Marino de Vic	300 pesetas
Tomo 69	Etude géologique du Nord de la Province de Cádiz	300 pesetas
Tomo 70	Contribution à l'Etude géologique du Carbonifère Ante-Stéphanien des Pyrénées Centrales Espagnoles	300 pesetas

Mapa Geológico Nacional 1/50.000.

Hoja y Memoria 213 / 688	Quintanar de la Orden (Toledo)	200 pesetas
Hoja y Memoria 392 / 1097	Punta de Anaga (Canarias)	200 pesetas
Hoja y Memoria 18 / 985	Carmona (2.ª ed.) (Sevilla)	200 pesetas

PEDIDOS A

## INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23  
Teléfono 234 13 28

MADRID - 3

**RESERVADO PARA  
LA REVISTA  
ECONOMIA INDUSTRIAL**

**LABORATORIO  
DEL  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

En el reciente desarrollo industrial español, tanto al productor de primeras materias, como al transformador y el utilizador de las mismas, se le plantean continuamente problemas en relación con elección y utilización de los minerales y productos mineralúrgicos y metalúrgicos más adecuados para los fines que desea.

Los laboratorios del Instituto, con más de cien años de experiencia, ayudan a resolver cuantos problemas de minerales, productos metalúrgicos, materiales de construcción, combustibles, etc., se le presenten.

Los laboratorios en funcionamiento del Instituto Geológico y Minero de España, son los siguientes:

AGUAS SUBTERRANEAS	ANALISIS QUIMICO
COMBUSTIBLES Y TIERRAS COLLOIDALES	DIFRACCION DE RAYOS X
ESPECTROQUIMICA	SEMICONDUCTORES
RADIOACTIVIDAD Y GEONUCLEONICA	MACROPALEONTOLOGIA
METALOGENIA	MICROPALEONTOLOGIA
PETROLOGIA Y MICROSCOPIA	FOTOGEOLOGIA
PREPARACION MECANICA	MINERALOGIA
	FOTOGRAFIA TECNICA

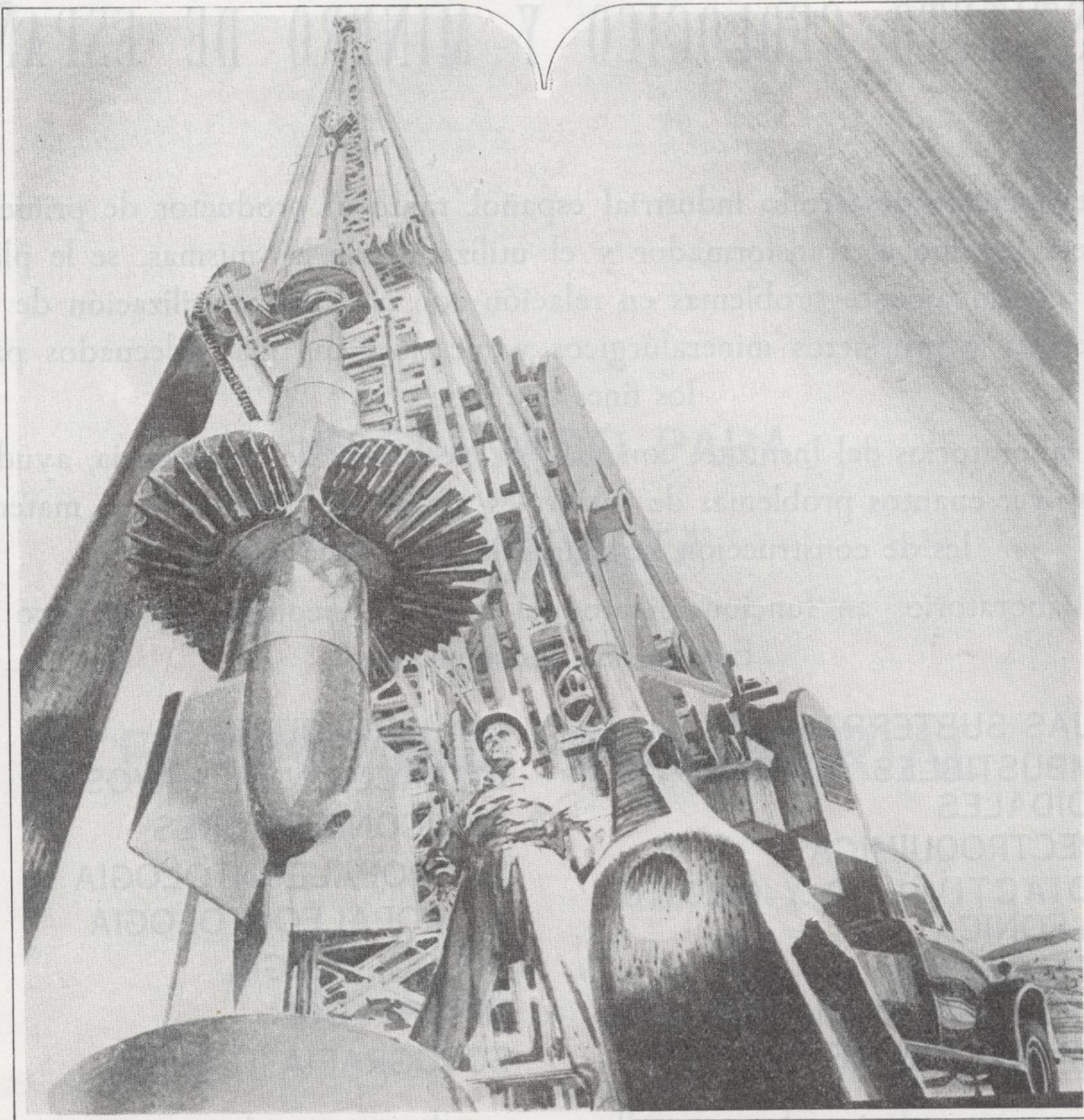
Los asuntos relacionados con ellos, se pueden tratar directamente en la Sección de laboratorios del Instituto o por correspondencia.

Ríos Rosas, 23

MADRID - 3

Tel. 253 46 05

**Vegarada...**  
**y brotó el agua con fuerza!**  
**¡con potencia!**



**potente maquinaria  
en  
manos expertas.**



**Vegarada**  
perforaciones

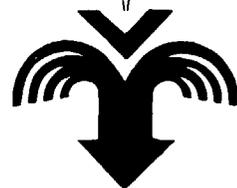
parque de las naciones • c/. guzmán el bueno, 121  
tel. 2534200 • madrid - 3.

**CON LA EXPERIENCIA DE MAS DE 250.000 METROS PERFORADOS**

**Vegarada...**  
**y brotó el agua con fuerza!**  
**¡con potencia!**



potente maquinaria  
 en  
 manos expertas.



**Vegarada**  
 perforaciones

parque de las naciones • c/ guzmán el bueno, 121  
 tel. 2534200 • madrid - 3.

CON LA EXPERIENCIA DE MAS DE 250.000 METROS PERFORADOS

# o e in geológico y minero

TOMO LXXX

Fascículo III

MAYO - JUNIO 1969

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

## INDICE

PÁGINAS

### Geología

- F. FERNEX et J. MAGNE: Essai sur la paléogéographie des Cordillères Bétiques orientales (Espagne meridionale). 1
- F. ALDAYA VALVERDE: Sobre el sentido de los corrimientos de los Mantos Alpujarrides al Sur de Sierra Nevada (Zona Bética, provincia de Granada) ... 10
- F. CHAUVE: Les rapports du subbétique et du pénibétique dans la Serranía de Grazalema ... 16
- T. J. DE TORRES PEREZHIDALGO: Un hiénido de las cavernas de Pedraza de la Sierra (Segovia)... 29

### Energía

- DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES PETROLÍFERAS DE AUXINI: Correlación estratigráfica de los sondeos perforados en el Sahara español ... 33

### Geobiología, Geofísica, Geonucleónica y Geoquímica

- F. ESTEBAN SANTISTEBAN: Aportaciones geofísicas al conocimiento de los acuíferos existentes en las proximidades de Chiclana de la Frontera, Puerto Real y El Puerto de Santa María (Cádiz) ... 50

### Estudio de minerales y rocas

- P. SALVADOR SALVADOR: Determinación por difracción de Rayos X de las distintas fases del sistema «Sulfato Cálcico-H<sub>2</sub>O» ... 60

### Información

- Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa.—Notas bibliográficas.—Sección informativa de revistas ... 64

EDITADA POR EL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

RÍOS ROSAS, 23. MADRID-3 (ESPAÑA)

### 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.**  
Servicios Generales. Ministerio de Industria.
- 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, 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).
- GOMEZ ANGULO, Juan Antonio.**  
Instituto Geológico y Minero de España.
- GOMEZ DE PABLOS, Manuel.**  
Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid.
- 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.
- VIRGILI RODON, Carmina.**  
Facultad de Ciencias de Madrid

REDACTOR JEFE

J. M. LOPEZ DE AZCONA

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

Basalto augítico. Fuerteventura (Islas Canarias)

Depósito Legal M. 8.279.-1968

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

## Essai sur la paléogéographie des Cordillères Bétiques orientales (Espagne meridionale)

por F. FERNEX et J. MAGNE

### R E S U M E N

Después de haber recordado brevemente lo que son los principales rasgos geológicos de las Cordilleras Béticas, los autores presentan un bosquejo paleogeográfico relativo a la distribución de los mares y de las tierras en la parte oriental de la Cadena durante el Mesozoico y el Terciario. Se indica que, durante el Jurásico, los mares parecen haber invadido las zonas béticas s. s. (o zonas internas) de modo más importante que lo que se sospechaba aún hace años. Además, parece que movimientos tectónicos con cabalgamiento de terrenos mesozoicos tuvieron lugar durante el Cretácico.

En lo que se refiere a los niveles marinos del Cenozoico medio y superior, se presenta la lista de los principales micro y macro-fósiles encontrados en la región de La Paca-Lorca-Aguilas (Zonas internas orientales y zonas externas vecinas).

En el Oligoceno se han encontrado en particular *Globigerina dissimilis*, *Globigerina* cf. *parva*, *G. venezuelana*, *Globorotalia opima*, *Vulvulina spinosa*, etc. Las intercalaciones de calizas contienen *Nummulites* y *Lepidocyclina*. El Oligoceno superior ha podido ser caracterizado por la presencia de *Chlamys* aff. *bifida*, *Pecten arcuatus*, *Almaena* cf. *escornebovensis*, *Globigerina* gr. *ciperoensis*, *G.* aff. *parva*; los *Nummulites* desaparecen en esta época.

El problema de Aquitaniense y de su caracterización está puesto. Niveles con *Globigerinoides triloba*, *Globigerinita dissimilis*, y probablemente *Miogypsinoides*, y suelen corresponder a depósitos de esta época. Niveles con *Chlamys rotundata*, *Pecten pseudo-beudanti*, *Nephrolepidia* y *Miogypsina*, tienen que corresponder al Burdigaliense inferior-medio (o al Aquitaniense superior?). Las margas del Burdigaliense contienen numerosos individuos de *Globigerinoides triloba* y de *Globoquadrina*. *Elphidium crispum* y *Ammonia beccarii* están presentes por lo menos desde el Burdigaliense medio-superior.

Las primeras *Orbulinas* encontradas no lo han sido en capas más antiguas que las que parecen corresponder al Helveciense superior.

El problema de la individualización del «Saheliense-Messiniense» (Mioceno muy superior, con influencias marinas) está puesto; en particular en algunos sectores costeros cerca de Aguilas y de Garrucha, y también cerca de Lorca, el Plioceno marino parece suceder normalmente y sin discontinuidad notable al Mioceno terminal («Saheliense»).

### R É S U M É

Après un rappel de notions géologiques relatives aux Cordillères Bétiques, les auteurs présentent un essai sur la répartition des terres et des mers au Mésozoïque et au Tertiaire dans les Cordillères orientales. Pour les divers niveaux du Tertiaire moyen et supérieur, on donne la liste des principaux micro et macro-fossiles récoltés dans la région de La Paca-Lorca-Aguilas (zones internes orientales et zones externes limitrophes).

L'Oligocène franc comporte notamment: *Globigerina dissimilis*, *G.* cf. *parva opima*, *Globorotalia opima*, *Globigerina venezuelana*, *Vulvulina spinosa*, etc. Des intercalations calcaires comportent des Nummulites associées à des Lépidocyclines. L'Oligocène supérieur, à *Chlamys* aff. *bifida*, *Pecten arcuatus*, *Almaena* cf. *escornebovensis*, *Globigerina* gr. *ciperoensis*, etc., comporte à peu près la même microfaune planctonique que les niveaux précédents. Le problème de l'Aquitaniense et de sa datation est posé. Le Burdigalien a été caractérisé dans les zones externes méridionales par *Chlamys rotundata*, *Pecten pseudobeudanti*, *Néphroplidina* sp., *Globigerinoides triloba*, des *Globoquadrina*; *Globigerina*

*dissimilis* existe encore dans le Burdigalien inférieur, tandis que *Eiphidium crispum*, et *Ammonia beccarii* seraient présents dès le Burdigalien supérieur. Les premières Orbulines rencontrées ne l'ont pas été dans des niveaux antérieurs à ceux que l'on peut rapporter à l'Helvétien supérieur.

Le problème du «Sahélien» (= Miocène terminal marin) est posé, en particulier pour les régions de Garrucha, Aguilas et Mazaron, où le Pliocène marin peut succéder en continuité, au Miocène terminal.

## ABSTRACT

After a brief comment of the geological structure of the Eastern part of the Betic Cordilleras (Southern Spain), the authors present a paleogeographical attempt of this part of the Tethys, during the Caenozoic and the Mesozoic.

It seems that the overthrusting of Mesozoic sediments began during the Cretaceous. In the Internal Zones, the most important tectonic movements may be of Palaeogene age. In spite of strong tectonic movements, the Palaeogene sea covered great parts of the External Zones and also parts of the Internal Zones almost continuously.

In the southern part of the External Zones, the Oligocene has been recognized on the basis of the presence of *Globigerina dissimilis*, *G. cf. parva*, *G. venezuelana*, *Globorotalia* gr. *opima*, etc. In calcareous interbedded strata, we have found *Nummulites* with *Lepidocyclina*. The uppermost Oligocene occurs in the External and Internal Zones, and it is characterized by the presence of *Chlamys* aff. *bifida*, *Pecten arcuatus*, *Almaena* cf. *escornebovensis*, *Miogypsinoides* sp., or by the association *Globorotalia opima*, *Globigerina* aff. *parva*, *G. gr. ciperoensis*. Even it is not easy to recognise the Oligocene-Miocene boundary, a microfossil association enables us to distinguish an «Aquitainian» (= Lowermost Miocene), with *Lepidocyclina*, *Miogypsina*, *Globigerinoides triloba* *Globigerina* (*Globigerinita*) *dissimilis*, and probably *Miogypsinoides*. In the southern part of the External Zones, the Lower Burdigalian (or Uppermost Aquitainian?) has been identified by the presence of *Chlamys rotundata*, *Pecten pesudobedanti*, *Miogypsina* and perhaps *Globig* cf. *dissimilis* and *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*).

*Orbulina* has not been found before the Upper Helvetian. It seems that near the actual Sea-shore (Garrucha, Aguilas, Mazarron), and also in the Lorca's area, marine beds of the Uppermost Miocene («Sahelian-Messian») can be recognised.

La chaîne alpidique des Cordillères Bétiques s'étend au Sud de la Meseta ibérique, de Cadix (à l'Est) à Alicante (à l'Ouest). On divise cette chaîne en zones externes (au Nord et zones internes (au Sud) (Blumenthal, 1928; Fallot, 1945, 1948; Durand Delga, 1966; etc.).

Les zones externes sont constituées de formations mésozoïques et tertiaires. On distingue: A) Au Nord, le Prébétique; il correspond à la couverture normale, écaillée, de la Meseta méridionale; cette zone comporte des séries lacuneuses et néritiques. B) Le Subbétique, qui chevauche vers le Nord le Prébétique. Ses séries mésozoïques et tertiaires sont généralement continues, et présentent des caractères pélagiques. C) Le long de la bordure méridionale du Subbétique s'alignent une succession de paléo-reliefs; les séries y sont encore assez continues, mais elles présentent des caractères moins profonds que celles du Subbétique: c'est le «Pénibétique» (externe).

Les zones internes s'étendent au Sud des zones externes; elles en sont séparées, à l'Ouest, par la zone des flyschs (Campo de Gibraltar; Chauve et Hoppe, 1962; Didon et Peyre, 1964; Durand Delga, 1966; etc.), et à l'Est par une étroite dépression E-W: le «corridor» crétacé-tertiaire de Chirivel —Velez Rubio— Parroquia.

Les zones internes comportent des formations paléozoïques, mésozoïques et tertiaires, souvent

métamorphosées, intensément plissées et disloquées au cours de l'orogène se alpine. Quelques géologues ont admis que seule la zone qui frange le rebord nord des zones internes (le Bétique de Malaga septentrional) puisse comporter du Mésozoïque post-rhétien. Ce Mésozoïque («malaga's») présente de nombreuses analogies avec le Mésozoïque du Pénibétique (zones externes méridionales). Certains géologues ont pensé que cette zone, actuellement en position interne relativement septentrionale, devait avoir été charriée du Sud vers le Nord, par dessus les autres domaines internes. Ces derniers auraient été émergés au Jurassique, au Crétacé et au Nummulitique. Ces hypothèses tectoniques et paléogéographiques relatives aux zones internes sont infirmées par les recherches récentes: On doit admettre que a) bien que disloqué et écaillé, le Bétique de Malaga septentrional est parautochtone; b) la mer jurassique s'est étendue assez largement sur les zones internes; les séries jurassiques restent toutefois souvent réduites, et elles peuvent présenter des épisodes saumâtres ou lagunaires.

Nous allons retracer brièvement l'évolution paléogéographique sur la transversale de La Paca —Lorca— Aguilas (zones internes orientales et zones externes limitrophes).

Au Permien supérieur et au Trias inférieur, les Cordillères Bétiques orientales devaient être recou-

vertes de grands lacs, lagunes, ou (dans les zones internes) d'une mer probablement intérieure, parsemée d'îlots.

Au Trias moyen-supérieur, les grands traits de la paléogéographie mésozoïque commencent à se dessiner. La mer externe (au Nord) était séparée de la mer interne (au Sud), plus largement ouverte, par une succession de reliefs plus ou moins émergés; ces reliefs étaient répartis sur le Bétique de Malaga septentrional. Au Trias supérieur —Rhétien, la mer externe, subsidente, se comble de sédiments gypso-salins, argilo-sableux, et parfois dolomitiques; le rebord sud de cette mer externe peut, sur certaines transversales, s'étendre jusque sur les zones internes septentrionales (sierras de las Estancias et Espuña). Le régime franchement marin des zones internes, qui s'étend au Sud de la ride de la Sierra de las Estancias, est peu profond (dolomies du Trias supérieur).

Au cours du Lias inférieur-moyen, la sédimentation reste presque uniformément dolomitique puis calcaréo-dolomitique dans les Cordillères Bétiques orientales.

Au Lias supérieur, le sillon du géosynclinal externe (Subbétique) se creuse. Ce sillon, irrégulier, est bordé au Sud (et aussi au Nord) par des plate-formes généralement immergées. Ce régime persiste jusqu'au Néocomien inférieur.

Si les zones internes médianes-septentrionales se trouvaient vraisemblablement émergées au Jurassique, il semble qu'un sillon jurassique se soit établi sur la partie méridionale des zones internes (Sud de la Sierra Almenara). Des laves basiques se sont épanchées dans ce chenal qui était bordé au Sud par une plate-forme ou une zone de hauts-fonds immergés (calcaires jurassiques de la Zone du Ramonete-Tebar et de la région d'Aguilas-Cope). Les formations du sillon de la Sierra Almenara furent métamorphosées par la suite (marbres, micaschistes, cipolins, amphibolites, prasinites, etc.).

Avec M. Blumenthal, on peut admettre que les premiers chevauchements affectant le Mésozoïque se sont produits au Crétacé —et dans les zones internes, peut-être même dès le Jurassique supérieur—. Dans les zones externes, ces chevauchements auraient le plus souvent eu lieu en domaine immergé; ceci expliquerait la position de la série du Crétacé moyen-supérieur (généralement non transgressif) sur les formations plus anciennes, notamment sur le Trias (voir, fig. 1). L'Albo-Aptien comporte d'ailleurs des niveaux de marnes terrigènes (et parfois gypsifères!), en particulier dans les zones subbétiques méridionales l. s. (région de La Paca). Ces phénomènes tectoniques désorganisent l'ordre établi au Jurassique. Au Crétacé moyen, le géosynclinal externe (Subbétique l. s.) tend à se dédoubler. Un sillon très ex-

terne, à sédimentation momentanément détritique, serait alimenté par l'avant pays (Meseta méridionale, «Prébétique occidentale») (Busnardo, 1964; Durand Delga, 1966; etc.). Un sillon plus interne possède une série crétacée à sédimentation essentiellement marneuse (Paquet, 1963; Mac Gillavry et al., 1964; etc.). De plus, un couloir irrégulier, probablement accompagné de quelques rides longitudinales, a pu s'établir le long de la limite entre les zones internes et externes, dans le prolongement de la zone des flyschs de Gibraltar et Colmenar (Chauve et Hoppe, 1962; Didon et Peyre, 1964; Durand Delga, 1966; etc.). Le matériel détritique des séries du Tithonique, et du Crétacé (et du Nummulitique) de la zone des flyschs occidentaux (Gibraltar, Colmenar) a dû en grande partie être emprunté aux zones internes (l. s.); ces dernières devaient vraisemblablement être presque entièrement émergées durant le Crétacé; tout au moins n'a-t-on pas reconnu de Crétacé marin dans les zones internes centrales et orientales en dehors du Benque de Malaga septentrional (ou «Pénibétique interne»), où le Crétacé est d'ailleurs lacuneux, et parfois détritique (notamment au Crétacé moyen). Notons cependant que O. Simon (1903) a découvert deux petits affleurements de Crétacé (Hauterivien?) dans la Sierra de Almagro, en position relativement interne —au S. de Huerca Overa—.

Après un enfoncement assez généralisé des zones externes au Crétacé supérieur, succède l'époque éocène troublée par quelques phases tectoniques. Si l'Éocène présente des séries souvent continues dans la zone géosynclinale subbétique, il apparaît par contre comme incomplet, et irrégulièrement repartit sur les zones très externes et sur les zones internes. Ces dernières devaient être presque entièrement émergées à l'Éocène moyen-supérieur. Rappelons que l'on ignore l'âge des charriages des Alpujarrides et des Névado-Filabrides qui pourraient être partiellement anté-Lutétiens. Les paroxysmes reconnus malagais et pénibétiques, de la tectonique tangentielle sont éo-oligocènes et aquitaniens (et aussi burdigalo-helvétiques notamment dans les zones très septentrionales).

Si la mer oligocène et aquitainienne semble s'être assez largement étendue sur le Subbétique oriental, seuls quelques golfes et bras de mer de l'Oligocène supérieur baignaient les zones méridionales de notre région. L'érosion des terres émergées des zones internes (en particulier des séries paléozoïques et permo-werfénienues) devaient permettre l'essentiel de l'alimentation des séries détritiques de la zone des flysch occidentaux (Oligocène supérieur, et Aquitano-Burdigalien inférieur); de même, les séries terrigènes du «corridor» (oriental) de Velez Rubio —Xiquena—

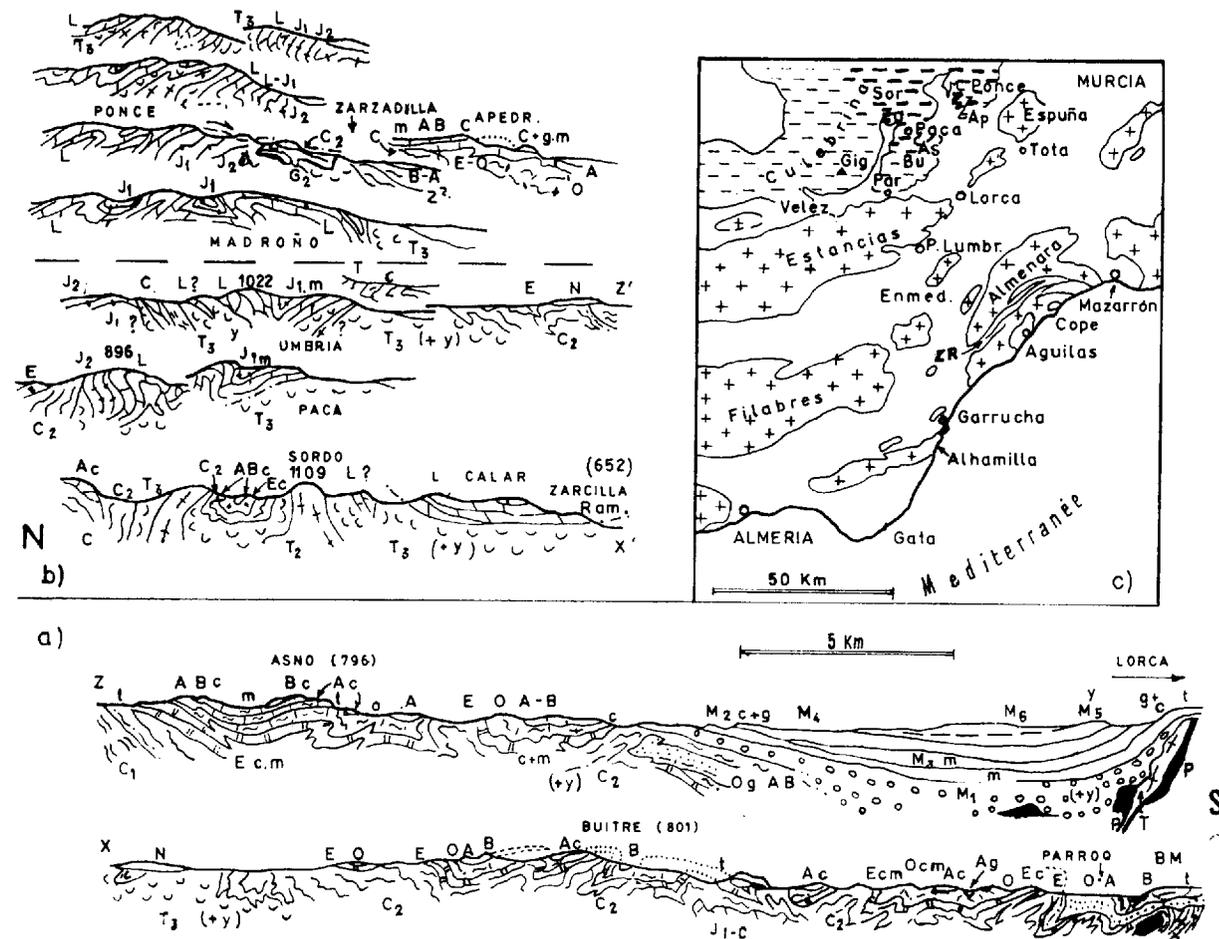


Fig. 1.

I. Profils semi-schématiques à travers les zones externes (subbétiques) méridionales (par F. F.).

Les profils du bas (a) traversent la région située directement au Sud de celle traversée par les profils du haut (b). Les points X et Z correspondent, respectivement, aux points X' et Z'.

N: Tertiaire et Quaternaire indifférenciés. M6: Pliocène du Nord de Lorca. M5: Miocène terminal (Pontien gypsifère). M4: Miocène supérieur (Tortonien moyen-supérieur). M3: Helvétien supérieur-Tortonien inférieur. M2: Helvétien (inférieur-moyen). M1: Burdigalien moyen-supérieur (=Hervétien inférieur) de la région de Lorca. B: Burdigalien. A: Oligocène supérieur et Aquitano-Burdigalien. O: Oligocène (et Eocène supérieur). E: Eocène (et Oligocène inférieur). C2: Crétacé moyen-supérieur (et Barrémien) et Eocène inférieur. C1: Crétacé inférieur-moyen. J2: Jurassique moyen-supérieur et Néocomien inférieur. J1: Lias supérieur et Jurassique moyen. L: Lias inférieur-moyen. T3: Keuper-Rhétien. T2: Muschelkalk. T: Trias et Lias du Bétique de Malaga nord-oriental (BM).

m: Faciès surtout marneux ou marno-calcaires. c: Faciès à dominante calcaire. g: Faciès détritiques, sableux, ou terrigènes. y: Présence de gypse (ou prédominance du gypse). t: Points de transgression (succédant à une phase d'émersion plus ou moins localisée).

II. Carte de localisation.

En blanc: Néogène et Quaternaire. Croix: Terrains bétiques (anté-miocènes) des zones internes. Traitillés courts: «Pénibétique (médiante-externe) orientale». Traitillés longs: Subbétique (s. s.) méridional.

Ap: Apedreados. As: Cabezo de Asno. Bu: Cerro del Buitre. So: Cabezo del Sordo. Za: Zarcilla de Ramos. Zz: Zarcadilla de Totana. ZR: Zone de Ramonete-Tebar (où affleurent essentiellement des terrains mésozoïques et tertiaires).

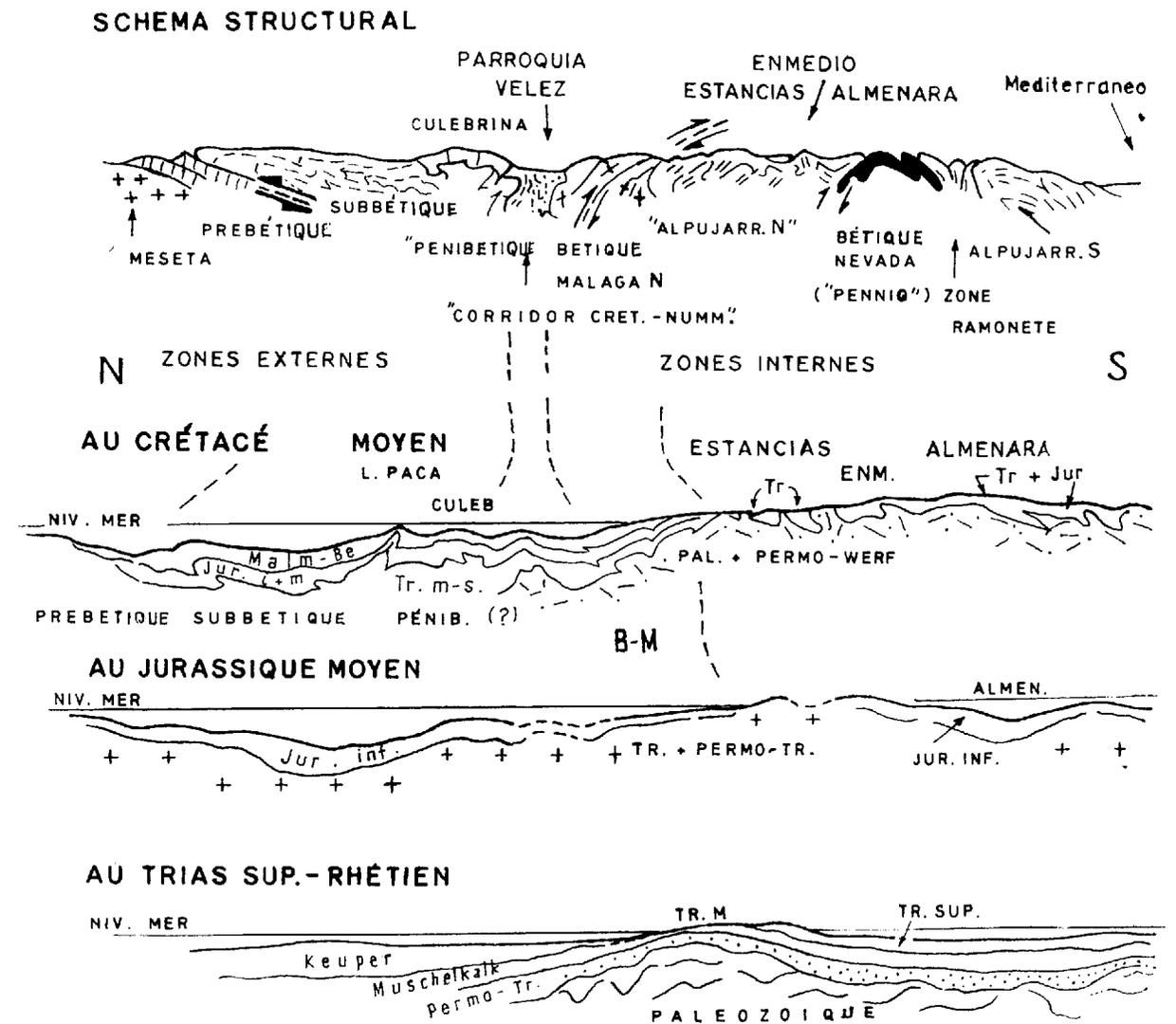


Fig. 2.

a) Profil structural schématisé à travers les Cordillères Bétiques orientales; inspiré d'après un schéma de M. Durand Delga (1966), et adapté aux Cordillères Bétiques orientales; avec quelques modifications, en particulier celle relative à la différenciation de deux domaines (paléogéographiques) «alpujarrides» (cf. austro-alpins); on considère, ici, que ces deux domaines ont toujours été séparés par le Bétique de la Sierra Nevada (Sierra Almenara); les unités tectoniques de la Sierra Almenara n'apparaissent donc pas véritablement en fenêtre sous les unités alpujarrides (l. s.).

b) Profils schématisés correspondant à des essais de reconstitutions paléogéographiques, au Crétacé moyen, au Jurassique moyen, et au Trias terminal.

Farroquia empruntent leur matériel détritique aux zones internes voisines (et peut-être aussi à quelques îlots répartis sur le Pénibétique oriental et le Subbétique méridional).

Au Tertiaire moyen (Oligocène et Aquitano-Burdigalien), l'organisation paléogéographique de la région de Lorca —La Paca apparaît comme encore

plus irrégulière que celle de l'époque crétacée-éocène. Les jeux de la tectonique transversale, se surimposent activement à ceux de la tectonique des grands chevauchements. Des hauts-fonds, localement et momentanément émergés, sont alors séparés par des couloirs longitudinaux et transversaux (où le matériel détritique tend à se con-

centrer), ou par des bassins presque fermés (pouvant comporter par place des dépôts gypseux).

Il faut noter ici que la base de l'Oligocène (Sannoisien-Stampien inférieur) ne semble pas avoir pu être caractérisée paléontologiquement dans les Cordillères Bétiques. En ce qui concerne la région de Lorca-La Paca, les espèces que nous ont livrées les séries apparemment en continuité avec l'Eocène supérieur sont :

*Globigerina dissimilis*, *G. cf. parva*, *Globorotalia opima*, *Globigerina venezuelana*, *Anomalina cf. dorri*, *Neorotalia sp.*, *Planulina renzi*, *Pleurostomella cf. brevis*, *Pullenia bulloides*, *Stilostomella verneuili*, *Vulvulina spinosa*, *Cibicides cicatricosus*, *Uvigerina cf. havanensis*; cette association pourrait dater aussi bien l'Oligocène inférieur que l'Oligocène moyen; or quelques intercalations calcaires, proches de la base de la série oligocène, contiennent *Nummulites cf. intermedius*, *N. cf. vascus* et des Lépidocyclines, association qui, selon C. Lorenz, caractérise le Stampien déjà moyen-supérieur. De plus, en certains points, *Miogypsinoides* semble apparaître assez bas dans nos séries, peut-être déjà au Stampien supérieur. Ailleurs, ce sont des niveaux à *Miogypsina*, *Miogypsinoides* et Eulépidines (et parfois aussi à *Nummulites*, remaniées?) qui paraissent prolonger directement les séries de l'Eocène supérieur (Oligocène inférieur); mais alors une telle superposition doit résulter d'une lacune dans la sédimentation locale, ou de dérangements occasionnés par les jeux de la tectonique oligocène.

D'une manière générale, l'Oligocène supérieur est marqué par la disparition ou la rareté des *Nummulites* et par la présence de *Miogypsinoides*, Eulépidines, ainsi que de *Almaena cf. escornebonensis*, *A. cf. hieroglyphica* en association avec les mêmes principales formes planctoniques que les précédentes (—de l'Oligocène moyen—); en outre, ces séries de l'Oligocène supérieur ont livré notamment :

*Globigerina gr. ciproensis*, *Globorotalia mayeri*, *Cibicides aff. dutemplei*, *Siphonodosaria verneuili*, et *Chlamys aff. bifida*, *Pecten arcuatus*, *Pycnodonta aff. brongniarti*, etc. Les déterminations des Mollusques ont été faites par Deuse Mongin, qui a aussi bien voulu relire notre texte.

Ces derniers macrofossiles ont été récoltés dans la série reposant en discordance sur les replis et écaillés du Bétique de Malaga nord-oriental (aux environs des Km. 16 et 17 de la route de Lorca à La Parroquia-Fuentesanta).

Le haut des séries du cycle du Tertiaire moyen comporte une faune différente: *Globigerinoides sp.*, puis *G. triloba* apparaissent, en association avec *Globigerina cf. bulloides*, *G. dissimilis*, *G. cf. venezuelana*, *Globoquadrina altispira*, «Miogypsi-

nella», *Rotalia sp.* (pustuleux), etc., et les dernières Eulépidines et? *Miogypsinoides*. Cette association, pourrait définir l'«Aquitainien» ou peut être même déjà le Burdigalien inférieur (?).

Le détroit nord-bétique aquitano-burdigalien s'étendait largement sur les zones septentrionales (Colom et Escandell, 1962; Perconig, 1964; Foucault, 1964; etc.). La mer burdigalienne recouvrait aussi une partie des zones internes orientales.

Nous avons pu caractériser le Burdigalien (inférieur-moyen) à l'aide des fossiles suivants: *Chlamys cf. justiana*, *Chl. rotundata*, *Pecten pseudobeudanti*, *Ostrea fimbriata*, en association avec des Népnrolépidines, *Miogypsina cf. burdigalensis*, des *Globigerinoides* et des *Globoquadrina* abondantes, et *Globorotalia aff. scitula*, *Asterigerina planorbis*, *Cibicides maioricensis*, *Planulina renzi*, *Sphaeroidina bulloides*, etc. *Globigerina dissimilis* est encore présente dans le Burdigalien inférieur (et moyen?).

Dès le Burdigalien moyen-supérieur, les grands traits de la morphologie actuelle des paysages bétiques sont esquissés: les séries vindoboniennes sont continues et surtout marneuses dans les plaines actuelles des zones bétiques (internes); et lorsqu'elles s'appuient contre les reliefs, elles sont souvent transgressives, généralement calcaires ou conglomératiques.

Dans la région de Totana —Lorca— Puerto Lumbreras, la base de la transgression vindobonienne comprend une série conglomératique et marneuse, localement gypsifère, avec quelques lentilles calcaires; les niveaux de la base de cette transgression sur les zones internes nord-orientales sont à rapporter au Burdigalien supérieur. Helvétien inférieur. On y trouve :

*Chlamys radians* (Roger non Nyst.), *Flabellipecten costisulcatus*, *Panopea menardi*, *P. cf. intermedia*, *Ostrea undata*, *Pecten cf. subarcuatus*, *Miogypsina sp.*, *Globoquadrina altispira*, *G. dehiscentis*, *Cibicides pseudoungerianus*, *Elphidium crispum*, *Ammania gr. beccarii*, *Nonion soldanii*, *Sphaeroidinella cf. dehiscentis*, *Uvigerina pygmaea*, etc.

Ces niveaux de base sont suivis de marnes ou calcaires à faune similaire, à laquelle s'ajoutent d'abord: *Pecten subarcuatus*, *Ostrea offreti* (Kil.), *Flabellipecten incrassatus*, *Fl. planosulcatus*; puis, après la disparition des *Miogypsines*: *Amussium badense*, *Chlamys calathiusculus*, *Flabellipecten koheni*, *Flabellipecten solarium* et *Globorotalia praemenardi*, *Bolivina alata*, *B. arta*, *Bulimina cf. buchiana*, *Gyroidina soldanii*, *Gyroidina girardana*, *Nonion boueanum*, *Planorbina mediterranea*, etc.

Ces dernières associations sont helvétiques. Nous appelons «Helvétien» les niveaux situés entre le Burdigalien type et le Tortonien basal.

Dans la région étudiée, les niveaux les plus anciens dans lesquels nous ayons rencontré des Orbulines doivent appartenir à l'Helvétien supérieur Tortonien basal (avec *Chlamys malviniae*); ces niveaux à premières Orbulines comportent des espèces déjà rencontrées à des étages légèrement inférieurs (notamment à l'Helvétien inférieur), telles: *Flabellipecten costisulcatus*, *Pecten subarcuatus*, et *Globigerina bollii*, *G. conglomerata*, *Globigerinoides irregularis*, *Globorotalia gr. scitula*, *G. mayeri*, *Nonion soldanii*, *Gyroidina soldanii*, etc.

Les bassins tendent à s'individualiser de plus en plus au cours du Vindobonien. Notons, à ce propos, que quelques échantillons de marnes du Néogène contiennent de l'attapulgitite, minéral argileux se formant dans des bassins fermés (Déterminations faites à Strasbourg par MM. J. Lucas et G. Jehl); ce minéral est accompagné d'illite, de montmorillonite, et parfois de chlorite, minéraux fréquents dans les séries du Tertiaire moyen et supérieur: les séries marneuses du Jurassique, du Crétacé, et de l'Eocène sont caractérisées par la nette prédominance de la Montmorillonite, souvent accompagnée d'un peu d'illite. Les marnes de l'Eocène supérieur du Corridor de Velez Rubio-La Perroquia contiennent un peu de paragonite détritique. Ce mica provient sans doute de schistes métamorphiques, alors érodés, des zones internes. Cet Eocène sup. contient *Turborotalia cocacensis*, *Globigerina* (*Porticulasph*) *mexicana*, etc.

Les niveaux attribuables au Tortonien (marqué par l'apparition de *Globorotalia menardi*, et la disparition de *G. mayeri*) présentent quelques passées conglomératiques très grossières; mais dans l'ensemble, le Tortonien est à dominante marneuse ou marno-sableuse.

Le cycle vindobonien de la région de Lorca se termine par des terres saumâtres, lacustres, avec une ou deux assises de gypse (et de soufre): cet ensemble est attribué au Pontien (voir fig. 1). Dans des intercalations marines, nous avons trouvé :

*Jouannetia tournoueri*, *Lima inflata*, *Ostrea lamellosa*, *O. digitalina*, et *Ammonia beccarii*, *Bolivina cf. scalprata*, *G. bulloides*, *Nonion cf. boueanum*, *Pullenia bulloides*.

La question de l'équivalent marin de ces formations régressives ou continentales, antérieures au Pliocène discordant, est posée pour les séries du Néogène supérieur des régions de Garrucha, de Puerto Lumbreras, d'Aguilas et de Mazarron-Totana. Une telle question avait d'ailleurs déjà été soulevée par E. de Aguirre en 1961 (Congr. du Néog., Sabadell, Madrid 1964; Remarque à la comm. de R. Selli). En certains secteurs, notam-

ment dans la région d'Aguilas, le Pliocène marin ferait suite normalement au Miocène terminal.

En conclusions, nous constatons que, sauf au Crétacé, la mer a envahi les zones bétiques internes de manière beaucoup plus permanente qu'on ne l'admettait généralement; les recherches récentes conduisent notamment à rattacher des séries jurassiques marines, métamorphiques ou non, aux zones alpujarrides et névado-filabrides. Le Crétacé n'a par contre pas été reconnu sur ces zones; celles-ci ont donc probablement été plus ou moins totalement émergées durant cette époque.

D'autre part, il apparaît que l'organisation paléogéographique établie au Jurassique (époque à laquelle s'est creusé le sillon du géosynclinal sub-bétique) a subi des modifications notables dès le Crétacé. Les séries de l'Oligocène, comme aussi celles de l'Eocène, peuvent présenter des variations notables d'un point à un autre de telle ou telle zone paléogéographique dessinée antérieurement, mais déjà en voie de dislocation avant l'Eocène.

## BIBLIOGRAPHIE

- AGUIRRE E. DE. (1964). *Utilisation del Genero Chlamys en el Neogeno de Granada*, «Inst. I. Mallada», C. S. I. C., España, IX, pp. 141-146.
- ALASTRUE, E. (1949). *Las unidades estructurales de las Cordilleras Béticas según los estudios del Dr. Blumenthal*, «Bol. Inst. Geol. y Min., España», t. LXII.
- BLUMENTHAL, M. (1928). *Beiträge zur Geologie des Betschen Cordilleren Beiderseits des Rio Guadalhorce*, «Ecl. Geol. Helvetiae», 21, pp. 41-293.
- — (1934). *Sur l'existence de poussées antibétiques en Andalousie*, «C. R. Ac. Sc.», 198, pp. 189-191.
- BOULIN, J. (1964). *Problèmes structuraux dans le domaine alpujarride au Sud-Ouest de la Sierra Nevada*, «Geol. Mijnb.», 43, pp. 277-281.
- BUSNARDO, R. (1964). *Hypothèses concernant la position des unités structurales et paléogéographiques de la transversale Jaen-Granade*, «Geol. Mijnb.», 43/7, pp. 264-267.
- — et DURAND DELGA, M. (1960). *Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des Cordillères Bétiques*, «Bull. Soc. Géol. France» (7), 2, pp. 278-287.
- CHAUVE, P. et HOPPE, P. (1962). *Nouvelles données stratigraphiques et tectoniques sur le Corridor de Boyar*, «Bull. Soc. Géol. France» (7), 4 pp. 303-310.
- — ; DIDON, J.; MAGNÉ, J. et PEYRE, Y. (1964). *Mise au point sur l'âge des phénomènes tectoniques majeurs dans les Cordillères Bétiques occidentales*, «Geol. Mijnb.», 43, 7, pp. 273-276.
- COLOM, G. (1952). *Aquitainian-Burdigalian deposits of the North Betic strait*, «Journ. Pal.», (26), pp. 867-885.

- COLOM, G. et ESCANDELL, B. (1962). *L'évolution du géosynclinal baléare*, «Livre Mém. P. Fallot», I (S. g. Fr.), pp. 126-136.
- CHOUBERT, G. et FAURE-MURET, A. (1962). *Evolution du domaine atlasique*, «Livre Mém. P. Fallot», I (S. g. Fr.), pp. 447-527.
- COPPONEX, J. P. (1959). *Observations géologiques sur les Alpujarrides occidentales*, «Bol. Inst. Geol. Min., España», LXX, pp. 79-208.
- DÉDON, J. et PEYRE, Y. (1964). *Sur deux dispositifs remarquables dans les Cordillères Bétiques*, «C. R. Ac. Sc.», 259, pp. 1.988-1.991.
- DURAND DELGA, M. (1966). *Titres et Travaux scientifiques*, «Impr. Priestet», Paris, 43 pp.
- — et FONTBOTÉ, J. M. (1960). *Le problème de l'âge des nappes alpujarrides d'Andalousie*, «Rev. Géogr.-phys. Géol. dyn.» (2), III/4, pp. 181-187.
- — ESCALIER DES ORRES, et FERNEX, F. (1962). *Sur la présence de Jurassique et d'Oligocène à l'Ouest de Carthage*, «C. R. Ac. Sc.», 255, pp. 1755-1757.
- — HOTTINGER, L., MARÇAIS, J., MATTAUER, M., MILLARD, Y. et SUTER, G. (1965). *Données actuelles sur la structure du Rif*, «Livre Mém. P. Fallot», I (S. g. Fr.), pp. 390-422.
- — GARCÍA RODRIGO, B., MAGNÉ, J., POLVÊCHE, J. (1964). *A propos du Miocène de la région d'Alcoy*. «2 Reun. Com. Neogeno Medit.», 1961, Inst. «L. Mallada», C. S. I. C., España, Curs. IX.
- EGELER, C. G. et DE BOOY, T. (1962). *Signification tectonique de la présence d'éléments du Bétique de Malaga dans le Sud-Est des Cordillères Bétiques*, «Livre Mém. P. Fallot» (Soc. géol. France), pp. 155-162.
- FALLOT, P. (1929). *Esquisse géologique de la Sierra España*, «Bol. Real Soc. Española Hist. Nat.», XXIX, pp. 199-215.
- — (1929). *Rapports du Subbétique avec le Bétique dans les sierras Tercia et España*, «C. R. Ac. Sc.», 188, pp. 404-406.
- — (1945). *Estudios geológicos en la zona Subbética*, Inst. «L. Mallada», C. S. I. C., España, 719 p.
- — (1948). *Les Cordillères Bétiques*, «Est. Geol.», C.S.I.C., España, 7, pp. 83-172.
- FERNEX, F. (1962). *Remarques sur la tectonique du Bétique de Malaga oriental*, «Arch. Sc. Genève», 15/2, pp. 333-361.
- — (1962). *Les unités de la Sierra de Enmedio*, *ibid.*, pp. 363-373.
- — (1963). *Remarques sur la structure et le métamorphisme de la Mischungszone orientale*, «Arch. Sc. Genève», 16/1, pp. 63-85.
- — (1964). *Sur le jeu de la tectonique postérieure aux nappes dans l'Est des zones bétiques*, «Arch. Sc. Genève», 17/1, pp. 39-46.
- — (1964). *Essai de corrélation des unités bétiques sur la transversale de Lorca-Aguilas*, «Geol. Mijnb.», 43, 7, pp. 326-330.
- — (1964). *Sur les styles tectoniques des nappes bétiques orientales*, «C. R. Ac. Sc.», 258, pp. 5918-5921.
- — (1964). *Remarques sur les roches éruptives basiques du Bétique oriental*, *ibid.*, pp. 5482-5485.
- FERNEX, F. (1965). *L'origine probable de certains éléments structuraux des zones internes des Cordillères Bétiques*, «Bull. Soc. France» (à par.).
- — LORENZ, C. et MAGNÉ, J. (1965). *A propos de l'âge de la mise en place des nappes bétiques*, «C. R. Ac. Sc.», 260, pp. 933-936.
- — LUCAS, J. et DE SÈZE, R. (1963). *Sur les minéraux argileux de quelques échantillons du Trias de l'Est des Cordillères Bétiques*, «Bull. Serv. Géol.», Alsace-Lorraine, 16/4, pp. 204-211.
- FOUCAULT, A. (1964). *Sur les rapports entre les zones prébétiques et subbétiques entre Cazoria et Huescar*, «Geol. Mijnb.», 43/7, pp. 268-272.
- GARCÍA-RODRIGO, B. (1962). *Sur la structure du Prébétique au Nord d'Alicante*, «Livre Mém. P. Fallot», I (S. g. Fr.), pp. 136-141.
- GLANGEAUD, L. (1961). *Paléogéographie dynamique de la Méditerranée*, «Coll. Villefranche-s-Mer», C. N. R. S., pp. 125-166.
- IHENAFF, R. (1965). *Observations sur la série néogène du bassin d'Arenas del Rey-Jayena*, «C. R. Soc. Géol. France», 7, pp. 236-238.
- LINARES, A. (1960). *Données micropaléontologiques sur les environs de Domingo Pérez*, «Bull. Soc. Géol. France» (7), 2, pp. 322-323.
- LORENZ, C. (1960). *Les couches à Lépidocyclines de Mollere*, «Rev. Micropaléontologie», 4, pp. 181-187.
- — (1964). *Succession de faunes à grands Foraminifères de l'Oligocène et du Miocène inférieur*, «22 S. Congr. Intern.» (à par.).
- MAC GILLAVRY, H. J., ROEP, H., GEEL, T. et SOEDINIO, H. (1964). *Further notes on the geology of the Betic of Malaga*, «Geol. Rundsch.», 53, pp. 233-259.
- MONGIN, D. (1962). *Affinités biogéographiques des Lamelli-branches limniques du Continental intercalaire (Crétacé) du Sahara*, «C. R. S. Soc. Biogéographie», 344, pp. 52-58.
- NIJHUIS, H. J. (1964). *Plurifacial alpine metamorphism in the Southeastern Sierra de los Filabres*, «Thesis, Amsterdam», 151 p.
- PAQUET, J. (1962). *Les unités supérieures de la Sierra España*, «Bull. Soc. Géol. France» (7), 4, pp. 857-866.
- — (1963). *Observations sur le Subbétique au Sud de Calaspara*, «Bull. Soc. Géol. France» (7), V, pp. 1035-1040.
- PERCONIG, E. (1962). *Sur la constitution géologique de l'Andalousie occidentale*, «Livre Mém. P. Fallot», I (S. g. Fr.), pp. 228-256.
- NAVARRO, A., TRIGUEROS, E., VILLALÓN, C. et RÍOS, J. M. (1962). *Derniers progrès dans la connaissance de l'extrémité nord-est des Chaînes Subbétiques*, «Livre Mém. P. Fallot», I (S. G. Fr.), pp. 143-153.
- RONDEEL, H. (1965). *Geological Investigations in the Western Sierra Cabrera*, «Thesis, Amsterdam», 161 pp.
- SIMÓN, J. (1963). *Geological investigations in the Sierra de Almagro*, «Thesis», Amsterdam, 161 pp.

- TRIGUEROS, E. et NAVARRO, A. (1962). *Le Trias des Sierras de España et de Chichar*, «Livre Mém. P. Fallot», I (S. G. Fr.), pp. 163-168.
- TERÁN, M. DE, SOLE SABARIS, L., FONTQUER, P. et LLOPIS LLADO, N. (1952). *Geografía de España*, I, «Impr. Montaner», Barcelona, 497 pp.
- VERA, J. A. (1964). *Nuevos datos estratigráficos del sector de Montefrío*, «Est. Geol.», Inst. «L. Mallada», C. S. I. C., España, pp. 221-227.
- ZBYSZEWSKI, G. (1964). *L'Aquitanién du Portugal*, «Curs. Conf.», Inst. «L. Mallada», C.S.I.C., España, IX, pp. 9-12.

Paris, septembre 1966.

Lab. Géologie du Collège de France;

CNRS, Paris. (E. R. A. N.° 10).

Lab. Micropaléontologie. ESSO-REP, Bègles, Gironde.

## Sobre el sentido de los corrimientos de los Mantos Alpujárrides al Sur de Sierra Nevada (Zona Bética, provincia de Granada)

por F. ALDAYA VALVERDE (\*)

### RESUMEN

El sentido de las traslaciones de los Mantos Alpujárrides plantea un problema que no está resuelto definitivamente. La presente nota resume el resultado de una serie de medidas de ejes de pliegues de arrastre, realizados por el autor en el borde sur de la Zona Bética al Sur de Sierra Nevada. Resulta de ello la aparición de un sistema de pliegues de arrastre de dirección perpendicular a la de traslación de los Mantos Alpujárrides definida por medidas de las estriaciones de fricción en las superficies de corrimiento. El hecho de que todos los pliegues de arrastre de dicho sistema presentan vergencia hacia el Norte, no existiendo ninguno con vergencia en sentido contrario, lleva al autor a la deducción de que estos pliegues se han originado en un régimen de movimientos exclusivamente vergentes al Norte, excluida la posibilidad de que dichos pliegues estén relacionados con un sistema de pliegues mayores. Por otra parte, la cartografía detallada de esta región suministra datos que permiten excluir la posibilidad de la existencia de un plegamiento de esa misma dirección, capaz de haber originado dichos pliegues.

### RESUMÉ

Les sens du déplacement des nappes alpujarrides a fait l'objet de plusieurs discussions. Aucune interprétation ne s'était imposée de façon définitive.

L'auteur a fait une série de mesures sur des axes de petits plis d'entraînement, dans les matériaux du complexe alpujarride affleurant entre la Sierra Nevada et la Méditerranée.

Un système de plis à direction E.-W., perpendiculaire à celle des stries de friction des surfaces des contacts de charriage a été nettement décelé. Les stries seraient en rapport avec une direction des charriages très approximativement N.-S.

Les plis d'entraînement seraient syngénétiques des charriages. Etant donné qu'ils montrent sans aucune exception un déversement au N., le sens de ceux-là aurait donc été du S. vers le N. Cette conclusion s'accorde d'ailleurs avec certains faits, d'autres échelles d'observation, que l'étude détaillée de la région a mis en évidence.

### ABSTRACT

The direction of movement of the alpujarride nappes has been discussed in the past but conclusive results had not been obtained.

A series of measures on drag-folds in the body of those nappes have been made between Sierra Nevada and the Mediterranean.

A conspicuous E.-W. striated drag-fold system has been identified. Its direction stands at right-angle to that (N.-S.) of striations accentuating the thrust planes.

The drag-folds should be essentially syngenetic of thrusting. As they show everywhere a northerly overturning (germ. «Vergenz») an equally northerly direction of thrusting is inferred.

On the other hand, several facts belonging to other observation scales are reported. All of them point to the same foregoing conclusion.

(\*) Departamento de Geotectónica y Geomorfología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.

La región investigada está situada al Sur de la alineación montañosa formada por la Sierra de Lújar y la Sierra Contraviesa al Sur de la provincia de Granada y entre las poblaciones de Motril y Adra.

Se han medido ejes de pliegues de arrastre en siete estaciones: 1.º Kilómetro 498 de la carretera Bailén-Motril, formación de filitas y cuarcitas, Manto de Alcázar; 2.º Kilómetro 501 de la carretera Bailén-Motril, formación inferior de micaesquistos y cuarcitas, Manto de Murtas; 3.º Kilómetros 8-10 de la carretera Motril-Almería, formación superior de micaesquistos y cuarcitas, Manto de Adra; 4.º Carretera de Motril a Lújar, aproximadamente a dos kilómetros del pueblo de Lújar, formación superior de micaesquistos y cuarcitas, Manto de Murtas; 5.º En la misma carretera, aproximadamente a 4 kilómetros del pueblo de Lújar, formación de filitas y cuarcitas, Manto de Murtas; 6.º Kilómetro 27,7 de la carretera Motril-Almería, formación superior de micaesquistos y cuarcitas, Manto de Adra (las medidas no han sido efectuadas en la trinchera de la carretera, sino en la rambla que desemboca en este punto); 7.º En la llamada Carretera local de La Parra (Adra); esta carretera sale del kilómetro 58,25 de la carretera Motril-Almería; las medidas se han efectuado aproximadamente entre 2 y 6 kilómetros del arranque de dicha carretera; allí aflora la formación de micaesquistos y cuarcitas del Manto de Adra.

Todos los mantos de corrimiento indicados pertenecen al Complejo Alpujárride. Sobre los nombres de los mantos, extensión geográfica y formaciones que componen cada manto en esta región, remito al lector a una nota de inmediata aparición (Aldaya, en prensa). En la región más meridional de la Zona Bética, los Mantos Alpujárrides comprenden, de abajo arriba, los Mantos de Alcázar, Murtas y Adra. El edificio alpujárride descansa, en esta región, sobre el Manto de Lújar (Aldaya, 1968).

El término «pliegue de arrastre» ha sido y es discutido porque implica un sentido genético. Pero lo empleo aquí, en lugar de otros términos propuestos menos comprometedores, porque creo que en este caso se trata de pliegues de arrastre en el sentido propio de este término. Es decir, según el sentido de Wilson recogido por el International Tectonic Dictionary (Dennis, 1967): «Minor folds produced in certain rock layers by differential movement of adjacent layers».

Los pliegues de arrastre son abundantes en todas las formaciones, si se exceptúan las calizo-do-

lomíticas. En éstas existen también pliegues de arrastre, sobre todo en los niveles inferiores de calcoesquistos, pero en mucha menor proporción.

Los pliegues de arrastre presentan tamaños muy variables. Los hay de algunas décimas de milímetro. El estudio de estos pliegues microscópicos no ha sido abordado por el momento.

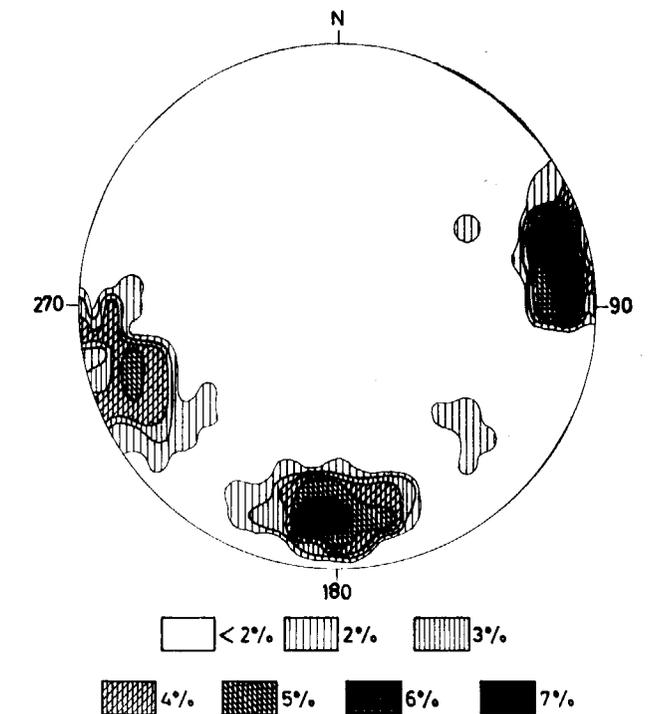


Fig. 1.—Polos de ejes de pliegues de arrastre. Doscintas medidas. Hemisferio inferior. Las estaciones donde se han efectuado las medidas quedan indicadas en el texto.

El tamaño más frecuente es desde unos pocos centímetros hasta uno o dos decímetros. Como máximo se encuentran con dimensiones de algo más de un metro.

La figura 1 representa un diagrama de ejes de pliegues de arrastre medidos en las estaciones indicadas anteriormente.

Este diagrama permite diferenciar netamente dos direcciones:

La primera es aproximadamente N 5° E., con una inclinación aproximada de 20° hacia el Sur. Este sistema aparece muy claramente, sin ofrecer duda alguna. Se trata de pliegues de arrastre relacionados con flancos de pliegues mayores de dicha dirección. Las vergencias de estos pliegues de arrastre son al Este o al Oeste. El predominio de una u otra vergencia depende, como es lógico, de la posición del punto donde se efectúen las medidas.

El número de pliegues con vergencia Este es muy semejante al de los que presentan vergencia Oeste. Este hecho corrobora el que los pliegues de arrastre del sistema N. 5° E. se hayan formado en relación con un sistema de pliegues mayores.

El sistema que nos ocupa ha dado lugar al desarrollo de una linealidad bien marcada. Cuando se cruzan otras linealidades con la de este sistema puede comprobarse que ésta es posterior a cualquiera de aquéllas. Como veremos a continuación, el otro sistema de pliegues de arrastre bien marcado, el de dirección aproximada N. 75°-80° E., debe ser atribuido a la tectónica de corrimiento. Por ello se deduce que el sistema N. 5° E. es posterior a dicha etapa tectónica (1), (2).

El sistema N. 5° E. determina un máximo muy bien definido, lo que se explica, por el hecho de que este sector no ha experimentado plegamientos de importancia en épocas posteriores. Desde luego, existe un plegamiento posterior de dirección aproximada N. 80° E., que es el que ha dado como resultado las principales alineaciones orográficas actuales. Pero si este plegamiento consigue elevar los materiales a considerables altitudes, no es ello debido a la violencia de los pliegues, sino a su gran anchura. En efecto, este plegamiento ha sido en general muy suave, en el sentido de que su radio es considerable, como se manifiesta por el hecho de que las superficies de corrimiento en general están poco deformadas.

Concretamente ocurre así en los sectores en que se han efectuado las medidas, por ello ninguna de ellas puede considerarse sensiblemente afectada por este plegamiento. Tan sólo ocurrirá que los ejes primitivos se harán levantado unos grados. La inclinación primitiva de estos ejes debió de ser de 15°

(1) He efectuado asimismo medidas de linealidad y de ejes de «bondinaje» en las mismas estaciones donde he medido los pliegues de arrastre. Considero fuera de lugar dar ahora los diagramas correspondientes. Baste señalar que el diagrama de linealidad coincide casi exactamente con el de pliegues de arrastre, de la figura 1. No ocurre así con el de «bondinaje», cuyos máximos coinciden con los de los anteriores diagramas, con excepción del máximo correspondiente a la dirección N. 5° E. En esta dirección no aparecen ejes de «bondinaje».

(2) En el verano de 1968 tuve ocasión de realizar una campaña en las estribaciones sudoccidentales de la Sierra de Baza y vertiente norte de Sierra Nevada en compañía de V. GARCÍA-DUEÑAS (Prof. Agreg. Geol. Estructural. Facultad de Ciencias de Granada. Los resultados del trabajo aludido permanecen aún inéditos). Durante dicha campaña llegamos a la conclusión de que los contactos de corrimiento estaban deformados por pliegues de dirección aproximada Norte-Sur. Asimismo pudimos observar los efectos de este plegamiento en la vertiente norte de Sierra Nevada.

hacia el Sur en lugar de los 20° que muestran actualmente.

Existe otro sistema de pliegues de arrastre muy bien definido también: el de dirección aproximada N. 75°-80° E. Este sistema está determinado por dos máximos situados aproximadamente en los extremos de un diámetro de la dirección mencionada. En rigor, para que estos dos máximos determinasen un solo sistema de pliegues, deberían situar sus centros sobre la circunferencia, y desde luego en los extremos de dicho diámetro. En este caso sería un sistema de ejes horizontales. Creo que estos pliegues primitivamente tendrían los ejes horizontales. Si ahora no los tienen se debe a una deformación posterior, suave desde luego, a causa de la actuación del plegamiento posterior de dirección N. 5° E. Este plegamiento ha dado lugar a un ligero cabeceo de los ejes de dirección N. 75°-80° E.

Como resultado de este cabeceo ocurre que los máximos se separan de la circunferencia, pues con 200 medidas es verdaderamente difícil acertar con un afloramiento situado en una zona de charnela del plegamiento de dirección N. 5° E., zona donde los ejes anteriores no habrían sufrido deformación.

Consecuencia asimismo de este cabeceo es que la intensidad puede no ser la misma en ambos máximos. Y este efecto será, en general, tanto mayor cuanto menor sea el número de medidas.

Así pues, la geometría anormal con que aparecen en el diagrama los polos de los ejes N. 75°-80° E. queda explicada.

Aún el plegamiento de dirección N. 5° E. ha podido tener otro efecto sobre el anterior. Dado el ángulo que forman las dos direcciones que consideramos, es evidente que el plegamiento N. 5° E. ha variado ligeramente la primitiva dirección del N. 75°-80° E. en el sentido de hacerla un poco más cerrada con respecto al Norte. Para unos valores moderados de los buzamientos de los flancos en el plegamiento N. 75°-80° E., la variación puede ser de dos o tres grados. Así pues, esta última dirección pudo ser, con alguna exactitud, N. 80° E.

En cuanto al plegamiento más reciente, también de dirección N. 80° E., su efecto sobre el que ahora consideramos, dada la coincidencia de ambas direcciones, ha debido ser nulo.

Centremos ahora nuestra atención sobre los pliegues de arrastre de dirección N. 75°-80° E. (sigo utilizando esta denominación para evitar confusiones con el plegamiento reciente de dirección N. 80° Este).

Estos pliegues son siempre vergentes al Norte.

Puedo afirmar que no he encontrado ninguna excepción a este respecto. De las 203 medidas efectuadas, tan sólo seis corresponden a ejes de pliegues de arrastre de vergencia sur. Ya de por sí el número es tan bajo que no invalidaría lo antedicho. Pero es que las direcciones de estos pliegues vergentes al Sur no corresponden con la N. 75°-80° Este. La figura 2 representa la posición de los polos correspondientes a los ejes de los pliegues vergentes al Sur (en proyección equiareal, con objeto de poder comparar con diagrama de la fig. 1).

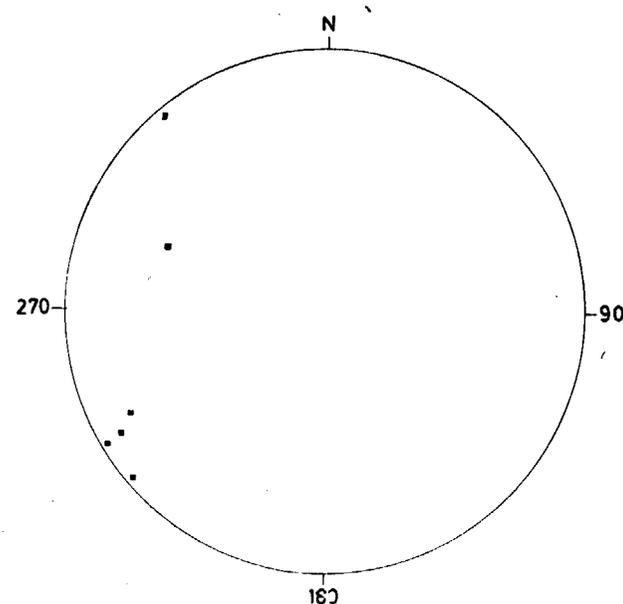


Fig. 2.—Proyección equiareal de los polos de los ejes de los pliegues de arrastre vergentes al Sur. Seis medidas de un total de 203. Hemisferio inferior.

Aparte de ello, no se observa por ningún lado plegamiento alguno que hubiese podido dar lugar a tan formidable desarrollo de este tipo de pliegues vergentes al Norte. Puede objetarse que en formaciones metamórficas un plegamiento puede pasar inadvertido, enmascarado por la esquistosidad. Pero algunas de las formaciones, concretamente la de filitas y cuarcitas y la formación superior de micaesquistos y cuarcitas, ambas epizonales, no han alcanzado suficiente grado de metamorfismo como para que la estratificación haya sido borrada hasta el punto de llegar a hacer irreconocibles las estructuras.

Como dije antes, las medidas corresponden a la región de la costa de Granada. En todo este borde meridional la estratificación muestra un considerable buzamiento hacia el Sur. Podría pensarse que este buzamiento hacia el Sur es un efecto del plegamiento reciente de dirección N. 80° E., y

que los pliegues de arrastre vergentes al Norte estarían relacionados con este gran flanco anticlinal, máxime teniendo en cuenta que prácticamente coinciden las direcciones del uno y de los otros.

Esta dificultad es fácil de salvar. En primer lugar porque, como dije antes, el plegamiento reciente N. 80° E. es muy suave en general. Prácticamente en todos los puntos, el buzamiento de las capas es mayor que el de los contactos principales de corrimiento (3), que constituyen la referencia más segura para saber del comportamiento de los flancos de los pliegues recientes N. 80° E. En segundo lugar porque en los sectores donde los contactos principales de corrimiento están horizontales, los pliegues de arrastre no están peor representados. Y en tercer lugar porque en la vertiente Norte de la Sierra de Contraviesa (flanco norte de este mencionado plegamiento), siguen existiendo pliegues de arrastre de vergencia norte.

Evidentemente, las medidas de ejes de pliegues de arrastre han sido realizadas en un área más bien reducida. Pero las observaciones realizadas en una región mucho más amplia (Aldaya, en prensa) me inclinan a pensar que estas medidas son suficientemente representativas. En efecto, dentro de esta región, los pliegues de arrastre aparecen igualmente bien representados, abundando de un modo especial los de vergencia norte, sea cual fuese la estructura del sector en que se encuentran.

Frente a ellos, los de vergencia sur son verdaderamente escasos (quizás la proporción de unos y otros sea del 90-95 por 100 para los de vergencia norte y del 10-5 por 100 los de vergencia sur). Y a la vista de los diagramas aquí expuestos puede pensarse que, de los pocos que existen con vergencia sur, la mayor parte de ellos no pertenecerán al sistema de dirección N. 75°-80° E.

A la vista de esta discusión parece lógico admitir que los pliegues de arrastre de dirección N. 75°-80° Este se han producido en un régimen de deslizamientos según la estratificación cuyo sentido ha sido exclusivamente hacia el Norte, desechado como altamente improbable su origen en relación con un sistema de pliegues mayores.

(3) Esto supone que las capas están cortadas por las superficies de corrimiento. Creo que el hecho no se debe a la existencia de un plegamiento isoclinal anterior a la tectónica de corrimiento. A mi modo de ver, esta disposición ha sido adquirida en una primera fase de la etapa de corrimiento. Una segunda fase estaría representada por traslaciones, quizá de mayor envergadura, según los planos de corrimiento que cortan a la estratificación. Serían las superficies principales de corrimiento que ahora observamos. La discusión completa de este tema sale con mucho del alcance de la presente nota, y será abordada en trabajos posteriores.

Lo antedicho equivale a decir que los pliegues de arrastre vergentes al Norte han sido originados en una etapa de traslaciones hacia el Norte.

Otro resultado converge en el mismo sentido. Las direcciones de los pliegues de arrastre producidos como consecuencia de movimientos de traslación de mantos de corrimiento se mantienen aproximadamente perpendiculares a la dirección de las traslaciones. En el caso que nos ocupa, la dirección media de las estrías de fricción, medidas sobre las superficies de corrimiento es, aproximadamente, N. 10° W. (fig. 3) (4). Aunque, como es sabido, las

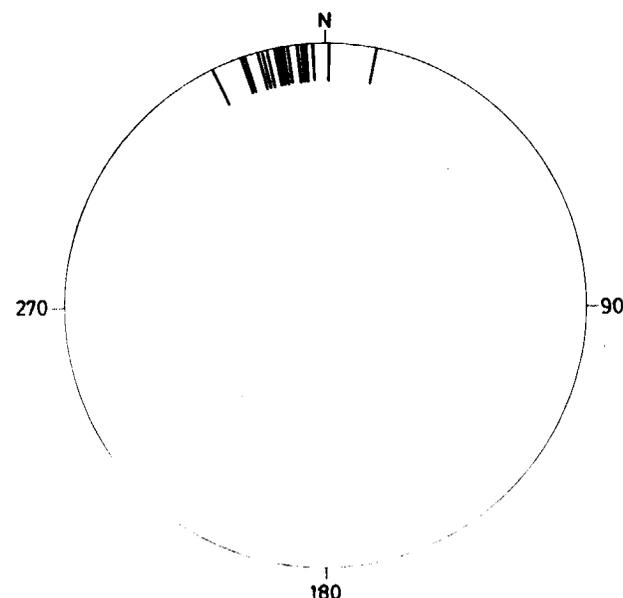


Fig. 3.—Direcciones de estrías de fricción sobre las superficies de corrimiento. Dieciséis medidas.

estrias de por sí no constituyen un criterio demasiado seguro, por diversas y bien conocidas razones. Desde luego que sólo nos dan información acerca del último movimiento acaecido. Ya he dicho anteriormente que la tectónica del corrimiento, en esta región, parece haber tenido lugar, al menos, en dos fases. Las estrías pertenecerían desde luego, a la más reciente. No obstante, no es lógico esperar que las traslaciones varíen considerablemente de dirección de una etapa a otra. La coincidencia entre la dirección media de las estrías y la perpendicular a los ejes de los pliegues de arras-

(4) Las medidas de estrías de fricción representadas no son muy numerosas. En esta región no es frecuente encontrar fenómenos mecánicos jalando los contactos de corrimiento, tales como son estrías, brechas, etc.

tre de vergencia Norte es, desde luego, notable. Creo que justifica su utilización como criterio de convergencia (5). Asociadas a las estrías han aparecido también acanaladuras, con la misma dirección que las estrías.

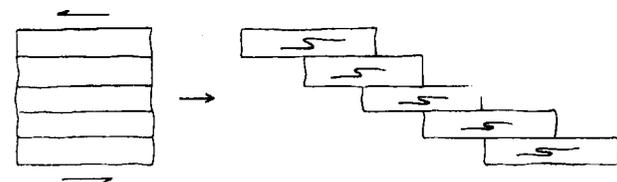


Fig. 4.

En cuanto a distribución vertical, los pliegues de arrastre de vergencia Norte se encuentran a todos los niveles de todas las formaciones (con excepción, como dije al principio, de las de naturaleza calizo-dolomítica). Esta distribución vertical ilustra sobre un comportamiento un poco particular: se deduce de ello que cada capa ha avanzado hacia el Norte más que la situada inmediatamente debajo, y menos que la situada inmediatamente encima (figura 4).

Este comportamiento sugiere un movimiento hacia el Norte progresivamente frenado hacia niveles más profundos por la resistencia de un substrato inmóvil. O bien un movimiento hacia el Sur de un substrato activo, movimiento que hacia niveles más altos se ve progresivamente frenado por la resistencia de los materiales situados a niveles más altos y situados más hacia el Sur (6).

Además de estas superficies de traslación elementales, que podríamos llamar, existen otras superficies de traslación. A estas últimas podríamos denominar secundarias. Son paralelas, aproximadamente, a las superficies de corrimiento principales.

Las superficies de traslación secundarias existen en el interior de todas las formaciones, con excepción de las formaciones calizo-dolomíticas. Y existen también en el seno de las intercalaciones calizas que con cierta frecuencia aparecen interestratificadas dentro de las filitas.

Estas superficies se encuentran sobre todo en las formaciones de micaesquistos y de filitas. Dan lu-

(5) En las superficies de corrimiento han aparecido algunos ejemplos de los llamados escalones de falla. Estas formas indican también una vergencia Norte. Naturalmente que este criterio tiene las mismas limitaciones que las estrías de fricción.

(6) Sería a modo de un tipo de succión localizado en los niveles profundos de la zona más interna de la cordillera. Claro que esto no pasa de la categoría de sugerencia.

gar con frecuencia a una trituración de los materiales situados entre los dos bloques que limitan las superficies en cuestión. Se trata de una brecha gruesa formada a expensas de filitas o de micaesquistos. En la zona comprendida entre los bloques que limitan las superficies, zona que en general no sobrepasa los 10-12 cm. de potencia, aparecen frecuentemente pliegues de arrastre de vergencia Norte y estrías de fricción de dirección aproximada Norte-Sur.

A veces las superficies secundarias de traslación se encuentran localizadas en niveles muy delgados de filitas que se encuentran dentro de los lentejones calizos que existen en el seno de la formación de filitas y cuarcitas de cualquiera de los mantos.

En estos casos aparecen también, en ocasiones, pliegues de arrastre de vergencia norte, estrías de fricción de dirección norte, aproximadamente, e incluso algún desarrollo de «boudinage».

También los pliegues de arrastre, siempre vergentes al Norte, encontrados en estas superficies, constituirán un criterio convergente para determinar el sentido hacia el Norte de los corrimientos.

Este interesante tema de las superficies secundarias de traslación y sus pliegues de arrastre asociados queda como una estimación cualitativa, pues no he efectuado medidas sistemáticas en este tipo de superficies. Por ello he tratado el tema de pasada.

En cuanto a la conclusión final, el sentido hacia el Norte de los corrimientos en los Alpujárrides, no debe interpretarse sino como una conclusión provisional. El número de medidas realizado es todavía insuficiente. En campañas sucesivas intentaré zanjar definitivamente este problema, cuya resolución final requerirá probablemente un número muy superior de medidas de toda una serie de microestructuras. Sin embargo, y pese al escaso número de medidas realizado, es de notar que los resultados aparecen muy unívocos no sólo en cuanto a las medidas de pliegues de arrastre, sino también en cuanto a la convergencia de los otros criterios expuestos. Por ello creo que esta conclusión, si bien provisional, puede considerarse como algo más que una hipótesis.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al profesor Fontboté por la lectura y crítica de este trabajo.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALDAYA, F.: *Sobre la posición de la Sierra de Lújar*. «Acta Geológica Hispánica». Año III, núm. 4, pp. 3-8 (1968).  
 ALDAYA, F.: *Los Mantos Alpujárrides al Sur de Sierra Nevada*. «Acta Geológica Hispánica». Año IV (en prensa).  
 DENNIS, J. G.: *International Tectonic Dictionary*, «A. A. P. G.», Tulsa, Oklahoma (1967).

Recibido el 15-V-1969.

# Les rapports du subbétique et du pénibétique dans la Serranía de Grazalema

par P. CHAUVE (\*)

RÉSUMÉ

L'ensemble montagneux de la Serranía de Grazalema (Cordillères bétiques occidentales) est partagé en deux par une zone déprimée allongée d'Ouest en Est: le corridor de Boyar.

Au Nord affleure le Subbétique charrié vers le Nord sur l'unité de Paterna, au Sud le Pénibétique. Entre les deux sont coïncées une série d'écaïlles (les écaïlles de Majales et du fresnillo) et une unité de flysch (unité du corridor de Boyar). L'ensemble est surmonté latéralement par la nappe du flysch de l'Aljibe.

La stratigraphie et la position de ces écaïlles font penser que leur bassin de sédimentation se trouvait au Sud du Pénibétique, dans un domaine proche de celui du flysch et que celles-ci ont été entraînées au Nord avec le flysch en avant du Pénibétique. Des mouvements posthumes seraient responsables de leur position actuelle entre Subbétique et Pénibétique.

I. SITUATION

Le Subbétique et le Pénibétique s'affrontent dans la région de Grazalema et d'Ubrique, de part et d'autre d'une dépression orientée du Sud-Ouest vers le Nord-Est, qui débouche à l'Est sur la ville de Grazalema et partage la région montagneuse de la Serranía de Grazalema en deux massifs.

Le Subbétique s'étend au Nord, dans le massif montagneux des Sierras del Pinar, de Zafalgar et de la Silla. Au Sud, le domaine occupé par le Pénibétique comprend la Sierra del Endrinal, la Sierra del Caillo, et la Sierra d'Ubrique.

La dépression qui sépare ces deux ensembles montagneux passe par un point haut, le Puerto de Boyar, et a été appelée par M. Blumenthal (1935) : le «corridor de Boyar». C'est une zone complexe où affleurent les écaïlles du Majales et du Fresnillo, et l'unité du flysch du corridor de Boyar.

Autour des massifs subbétiques et pénibétiques se développent des unités de type flysch: la nappe du flysch de l'Aljibe, l'unité d'Ubrique et l'unité de Paterna.

(\*) Laboratoire de Géologie, Faculté Sciences, Place Leclerc 25, BESANCON et E. R. A. du C. N. R. S. de Géologie de la Méditerranée occidentale.

II. HISTORIQUE

A l'inverse des zones occidentales, la Serranía de Grazalema a été beaucoup plus étudiée. Après Mac-Pherson et J. Gavala, M. Blumenthal a étudié en détail les terrains qui affleurent de part et d'autre du corridor de Boyar; récemment, P. Hoppe (1964) a repris l'étude de cette zone.

Mac-Pherson (1872) y reconnut des plis et des failles affectant une série essentiellement calcaire d'âge jurassique et crétacé.

J. Gavala (1918) précisa la stratigraphie des terrains affleurant dans ces contagnes: il fit des distinctions dans le Lias et compléta la série stratigraphique vers le haut en décrivant des niveaux de «flysch» d'âge éocène et oligocène. Il expliqua les superpositions des différents termes du Subbétique sur le Trias, par des transgressions successives. Du point de vue tectonique, il ne dessina que des plis et des failles et ne fit aucune distinction entre les zones septentrionales et méridionales de la Serranía.

M. Blumenthal (1935) a précisé la stratigraphie des terrains qui constituent la Serranía de Grazalema en opposant nettement le domaine subbétique (au Nord) et le domaine pénibétique au Sud, de part et d'autre du corridor de Boyar. Il a bien

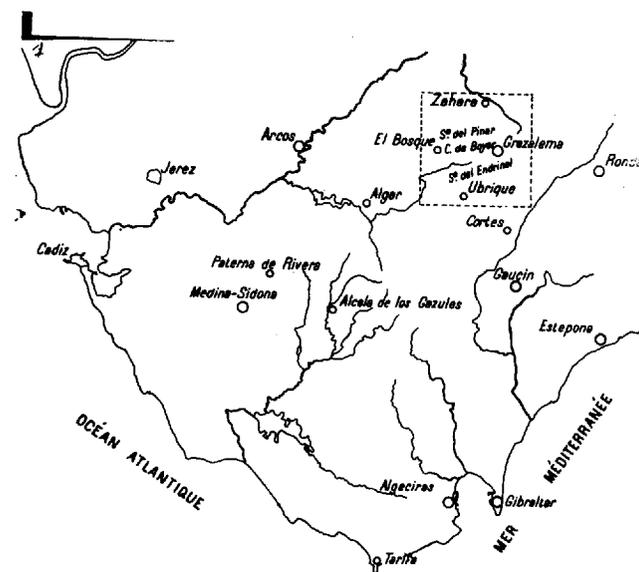


Fig. 1.—Situation géographique du corridor de Boyar.

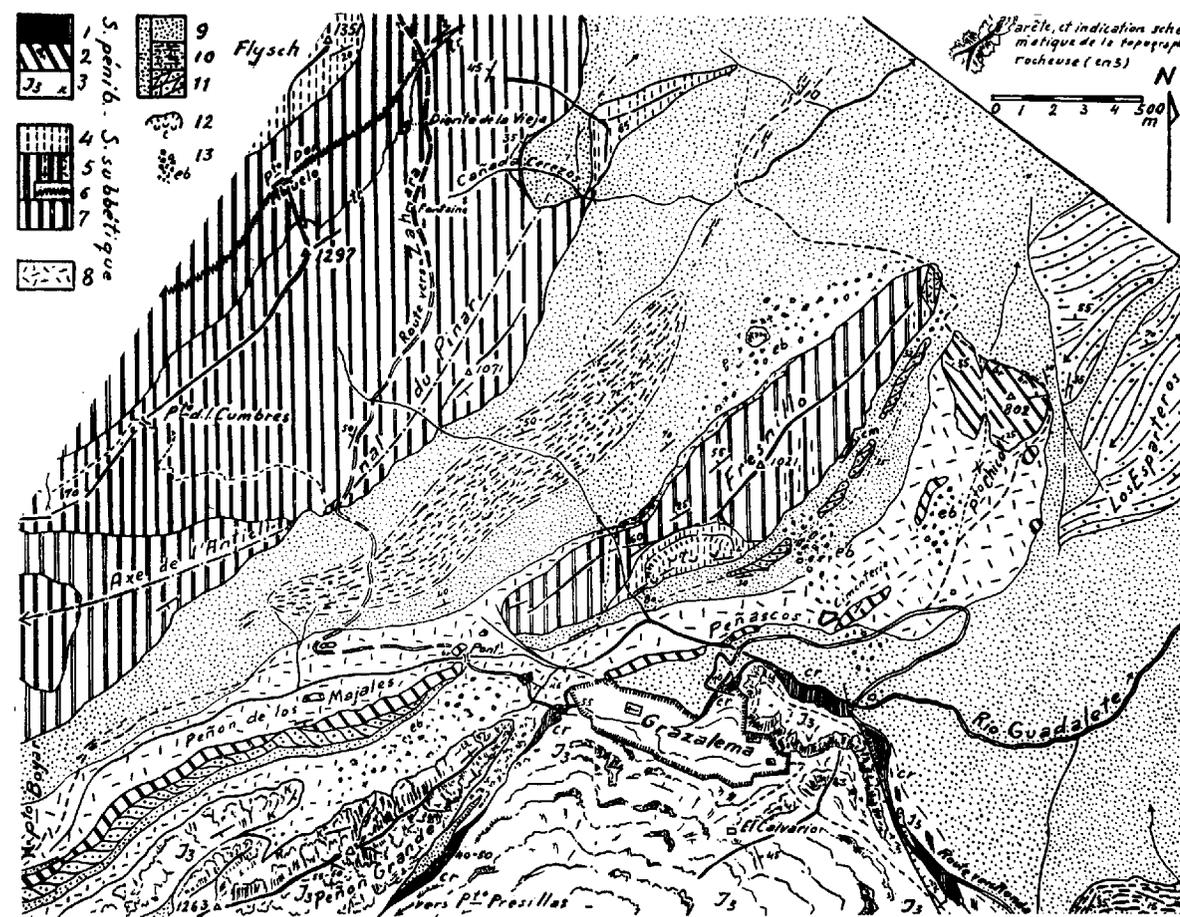


Fig. 2.—Esquisse géologique de l'entrée orientale du corridor de Boyar (d'après M. Blumenthal, 1935).

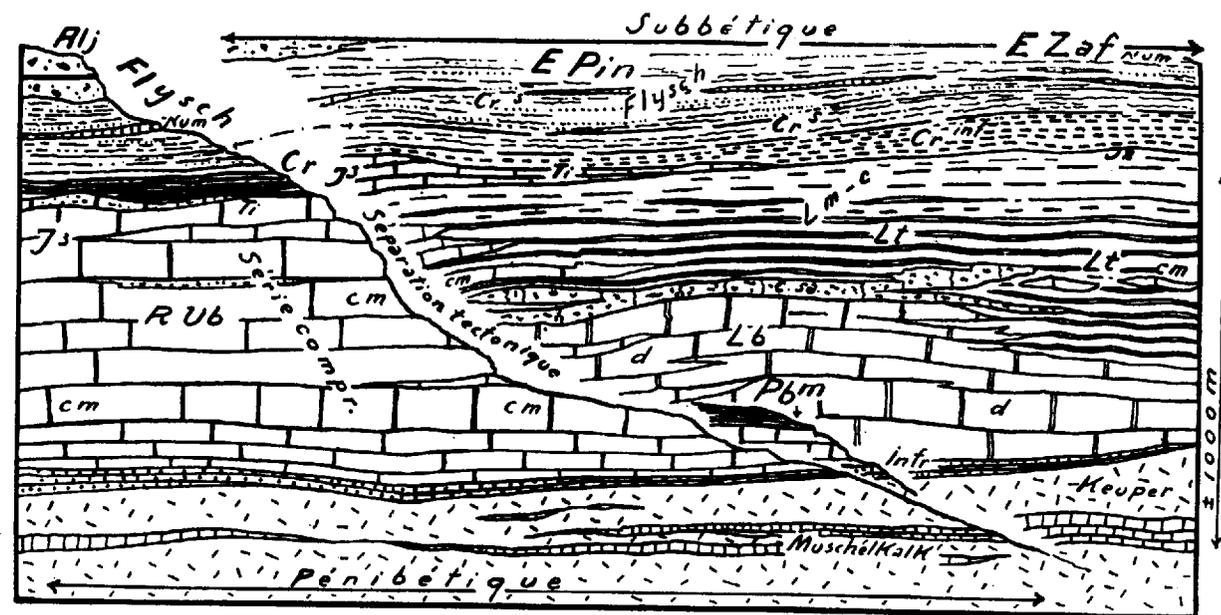


FIG. 3. — COUPE SCHEMATIQUE DES FACIÈS DE PART ET D'AUTRE DU CORRIDOR DE BOYAR. (A gauche figure la colonne des sédiments des structures pénibétiques, à droite celle du Subbétique.)

- Abréviations :**
- |   |                              |   |
|---|------------------------------|---|
| Alj = Arenisca del Aljibe.  | E Pin = Ecaïlle de Pinar.    | Lt = Lias tabulaire.                                  |
| cm = calcaires massifs blancs.  | E Zaf = Ecaïlle de Zafalgar. | Num = Niveaux nummulitiques.                          |
| Cr = Crétacé rouge.   | J <sup>2</sup> = Dogger.     | Pbm = Série de l'écaïlle de los Majales.              |
| Cr <sup>inf</sup> Cr <sup>sup</sup> = Crétacé marneux inférieur, resp. supérieur. | J <sup>3</sup> = Malm.       | R Ub = Structures des Régions entre Ronda et Ubrique. |
| C Sa = Calcaire du San Cristobal.   | infr = Infralias.            | Série compr. = Série compréhensive.                   |
| d = dolomies.   | Lb = Lias basal.             | Ti = Tithonique.                                      |
|   | Lm-c = Lias marno-calcaire.  |   |

L'école allemande de Bonn a repris l'étude stratigraphique des domaines subbétiques et pénibétiques dans la Serranía de Grazalema. Pour P. Hoepfner (1964), il y a continuité du Sud vers le Nord et l'on passe du Pénibétique au Subbétique

par l'intermédiaire d'une zone où les faciès présentent des caractères différents de l'un et de l'autre domaine : la zone des écaïlles de Majales et du Fresnillo (P. Chauve et P. Hoppe 1961). P. Hoppe (1965) n'a pas retenu cette interpré-

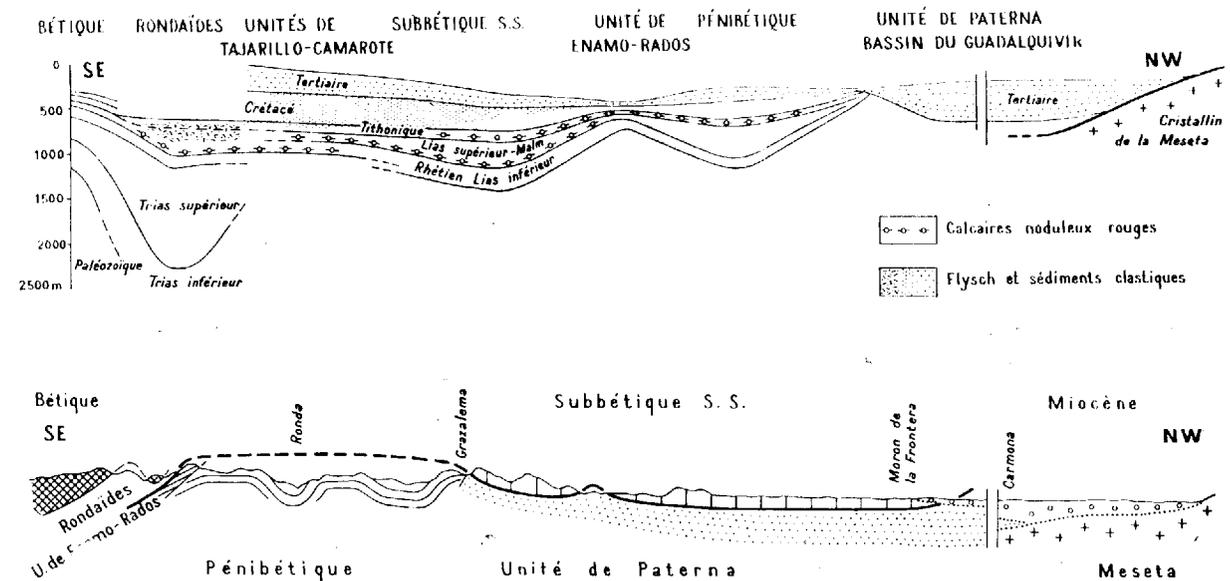


Fig. 4.—Place relative des différentes unités affleurant dans la région de Ronda selon P. Hoppe, 1965.

tation et a pensé que le Subbétique qui se trouve actuellement en avant du Pénibétique venait d'une zone plus méridionale. Il aurait été charrié par-dessus le Pénibétique et l'aurait même dépassé pour reposer sur l'unité de Paterna mise en évidence autour du massif subbétique (P. Chauve, 1961, et P. Chauve et P. Hoppe, 1962). Cette dernière se serait déposée en avant du Pénibétique, au-delà des écaïlles de Majales et du Fresnillo, qui constituerait la frange septentrionale du Pénibétique (cf. fig. 4).

III. STRATIGRAPHIE DES DIFFÉRENTES UNITÉS

A) Le Subbétique

Le Subbétique s'étend largement au Nord du corridor de Boyar, dans la Serranía de Grazalema. Le point le plus élevé de ce massif se situe dans la Sierra del Pinar qui culmine à 1654 m. et se trouve être ainsi le point le plus haut de la province de Cadix. La plus grande partie de ce massif est formée par des niveaux du Lias (dolomie et calcaires dolomitiques principalement) de ce fait l'allure de ce massif montagneux est sombre et massive. Ce n'est que sur les pourtours de cet ensemble montagneux que se développent les termes plus récents.

P. Hoppe (1965) a reconnu dans le Jurassique subbétique, la succession suivante :  
 — à la base un ensemble marno-gypsifère d'âge triasique, analogue à celui des zones plus occidentales.  
 — des dolomies et calcaires massifs du Lias inférieur.  
 — des calcaires marneux et des marnes en petits bancs, dont la partie inférieure peut être riche en silex.

— des calcaires noduleux dans lesquels il a pu récolter des Ammonites du Lias supérieur (Toarcien), du Bajocien-Bathonien et du Tithonique.

Avec Y. Peyre (P. Chauve et Y. Peyre, 1966) nous avons pu compléter la série marneuse du Jurassique subbétique de cette zone et montrer qu'elle était analogue à la «série du Pedroso» décrite par Y. Peyre (1960) dans la région d'Archidona (province de Séville).

Le Crétacé inférieur est formé par des calcaires marneux blancs à Ammonites, tout à fait semblables à ceux de la Sierra de Las Cabras (près d'Alcala de los Gazules). De même, le Crétacé supérieur et le Tertiaire subbétiques présentent une succession lithologique tout à fait semblable à celle que j'ai décrite dans ce même secteur (Loma de Poyales).

En résumé le Subbétique de la Serranía de Grazalema est caractérisé par son Jurassique à faciès principalement marneux et par un Crétacé et un Tertiaire analogues à ceux que l'on connaît plus

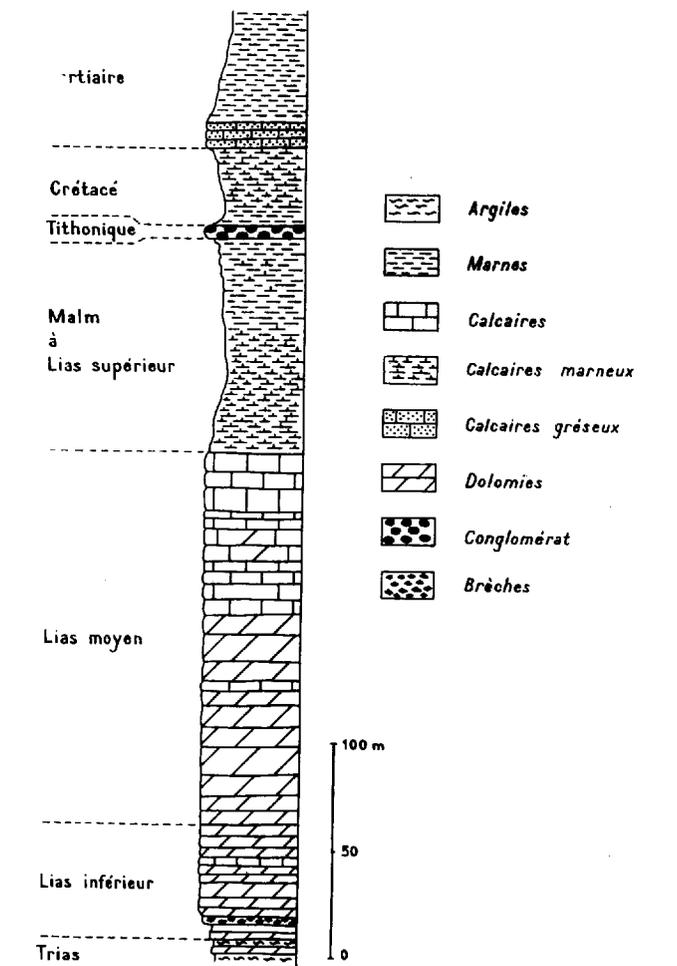


Fig. 5.—Série stratigraphique du Subbétique du Nord du corridor de Boyar (d'après P. Hoppe, 1965).

à l'Ouest. Notons cependant qu'entre les faciès jurassiques de la région de Grazalema et ceux de Las Cabras, il n'y a pas opposition nette de faciès : marnes d'une part, calcaires argileux d'autre part, mais plutôt une évolution de faciès.

B) L'unité de Paterna

Comme dans l'Ouest de la province de Cadix, où elle a été définie (P. Chauve 1960) l'unité de Paterna apparaît sous le Subbétique. Nous avons déjà indiqué son extension à l'Ouest de la Serranía de Grazalema (P. Chauve, 1961), ainsi qu'au Nord et

à l'Est (P. Chauve et P. Hoppe, 1962, a et b). Les affleurements se voient bien au Nord de Zahara, et à l'Est en direction de Montecorto. Les faciès sont analogues à ceux que l'on peut observer dans la région de Paterna de Rivera et d'Alcala de los Gazules. On trouve les mêmes argiles, les mêmes associations d'Arénacés et les mêmes Tubotomaculum.

Dans le corridor de Boyar proprement dit, il est possible que les argiles vertes qui s'enfoncent au Nord sous le Subbétique lui appartiennent aussi, mais cela n'est pas encore démontré.

Quant à l'existence dans l'unité de Paterna (P. Hoppe, 1965) de niveaux triasiques et tithoniques, il serait utile de revoir les affleurements et de voir si ce ne sont pas des copeaux qui ont été emballés dans cette unité.

De toute façon, l'unité de Paterna est bien représentée tout autour du Subbétique de la Serranía de Grazalema et sa position tectonique est analogue à celle qu'elle occupe plus à l'Ouest.

C) Le Pénibétique

Le Pénibétique affleure au Sud du corridor de Boyar dans les massifs calcaires qui forment les Sierras d'Endrinal, d'Ubrique et de Libar. Il s'étend plus au Sud jusqu'à la vallée du Rio Guadiaro. C'est dans cette région située au Sud d'Ubrique et de Grazalema que le Pénibétique atteint son maximum de développement.

La série stratigraphique du Pénibétique ayant été décrite (P. Chauve, 1967), et comme cette description se rapporte principalement à la région d'Ubrique et de Grazalema, il n'est pas nécessaire de s'y attarder longuement. Rappelons (fig. 6) cependant que sur un Trias argileux et gréseux rouge (sommet du Keuper), reposent des dolomies bien litées de couleur grise et jaune du Rhétien (série de Hidalgo). Le Lias dolomitique à la base, passe vers le haut à des calcaires compacts puis à des calcaires oolitiques ou pseudo-oolitiques qui se développent dans le Jurassique moyen. Au Jurassique supérieur, les calcaires compacts et les calcaires finement oolitiques se poursuivent jusqu'au Tithonique quelquefois noduleux et rouge. La partie supérieure est formée de calcaires argileux à Calpionelles du Tithonique supérieur et du Berriasien.

Le Crétacé inférieur manque généralement, et les calcaires du Jurassique supérieur sont surmontés directement d'un hard-ground de l'Albo-Céno-manien et de marnes de même âge qui remplissent un karst sous marin (?) bien connu dans tout le domaine pénibétique.

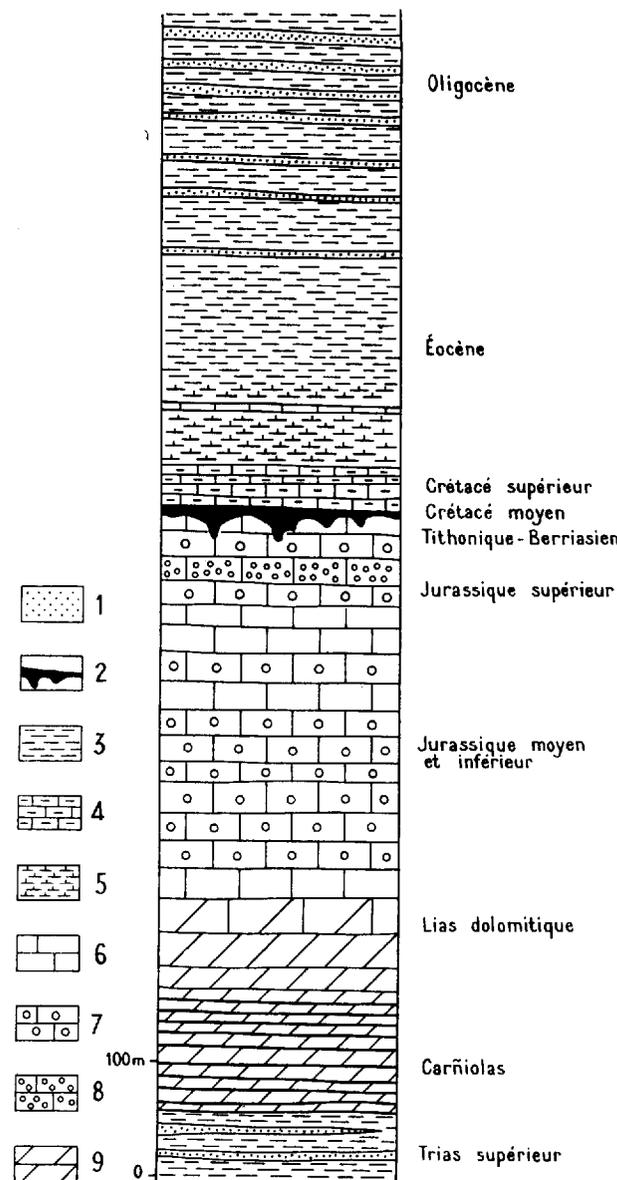


Fig. 6.—Série stratigraphique du Pénibétique au Sud du corridor de Boyar. 1. grès; 2. marnes et hard-grounds du Crétacé moyen; 3. argiles; 4. calcaires marneux; 5. marnes; 6. calcaires compacts; 7. calcaires oolitiques; 8. calcaires graveleux; 9. dolomies.

Le Crétacé supérieur est formé par des marnocalcaires roses, les classiques «couches rouges», qui se poursuivent dans l'Éocène, sous un faciès plus marneux.

A la fin de l'Éocène et à l'Oligocène, la sédimentation change, les apports détritiques deviennent plus abondants, et on passe à une formation de type flysch.

D) Les écaïlles du corridor de Boyar

Les écaïlles du corridor de Boyar se suivent bien dans la dépression qui sépare le Subbétique du Pénibétique. Elles forment un alignement de petits reliefs depuis le cortijo Albarada, à l'Ouest, jusqu'à la dépression du Guadalete à l'Est en passant par les arêtes de Majales et du Fresnillo ainsi que par le Puerto Chico.

M. Blumenthal (1935) avait déjà cartographié le Jurassique et l'Éocène de ces chaînons, mais ne les avait pas individualisés. Il avait relié la série de los Majales au Pénibétique et celle du Fresnillo au Subbétique.

Nous avons montré (P. Chauve et P. Hoppe, 1962) que la série stratigraphique des écaïlles était identique dans tous les chaînons et qu'elle se différenciait de celles du Subbétique et du Pénibétique.

1. Coupe du cortijo Albarada (fig. 7)

Cette coupe passe au pied du cortijo Albarada, c'est-à-dire à quelques centaines de mètres à l'Ouest du Puerto Boyar. Du Nord au Sud et de bas en haut on observe :

- 1) Le Trias argileux
- 2) des dolomies liasiques (?)
- 3) des calcaires jurassiques, en partie dolomités
- 4) un calcaire noduleux rouge, riche en petits quartz détritiques passant à un conglomérat calcaire de teinte rouge qui passe à :
- 5) un calcaire noduleux ou pseudo-conglomératique rouge, à Calpionelles et Aptychus du Tithonique.
- 6) des bancs calcaires argileux à Radiolaires et filaments du Jurassique.

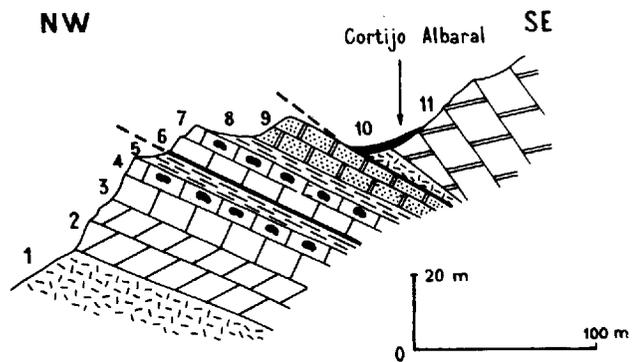


Fig. 7.—Coupe des écaïlles du corridor de Boyar, au niveau du cortijo Albarada (les numéros renvoient au texte).

7) un second conglomérat calcaire rouge à galets calcaires dont certains contiennent des Calpionelles, du Tithonique, il renferme aussi des Belemnites et des Aptychus (sp.)

- 8) des marnes schisteuses grises
- 9) latéralement des calcaires gréseux gris sombre à débris de Microcodium, analogues à ceux du Fresnillo et de Majales.
- 10) du Trias argileux
- 11) les calcaires dolomitiques du Pénibétique.

Dans cette coupe on trouve donc sur le Trias, une série jurassique dédoublée se terminant par un niveau conglomératique à Calpionelles, Belemnites et Aptychus, qui se poursuit par des niveaux argileux et des calcaires à débris de Microcodium. Cette série s'enfonce au Sud sous le Pénibétique.

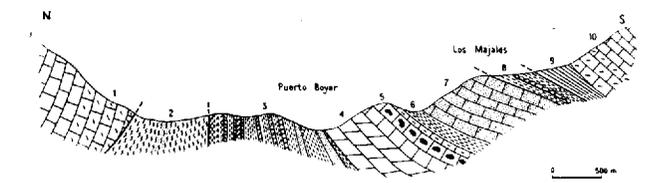


Fig. 8.—Coupe du corridor de Boyar, au niveau du Puerto de Boyar (les numéros renvoient au texte).

2. Coupe du Puerto Boyar (écaïlle de Majales)

Du Nord vers le Sud, la coupe du col de Boyar s'établit ainsi (fig. 8):

- 1) des calcaires et des dolomies du Lias subbétique.
- 2) des argiles vertes associées à de petits bancs gréseux, contenant des Arénacés (Haplophragmoides, Trochammina...).
- 3) Le Trias: sa puissance atteint une cinquantaine de mètres. Il débute par une série argileuse dans laquelle on rencontre de minces passées gréseuses, de gypse et des dolomies. Il se poursuit par des niveaux argileux et dolomitiques, qui renferment des bancs calcaires à Lamellibranches, Gastéropodes et Nautilies de Muschelkalk. Il se termine par un ensemble argileux avec des passées gréseuses et dolomitique.
- 4) au-dessus du Trias vient une série dolomitique, qui débute par des dolomies jaunes en banc, se poursuit par des dolomies bréchiques grises et jaunes à grains de quartz et des dolomies massives grises qui passent latéralement à :
- 5) des calcaires à silice
- 6) des couches rouge tendre formées de calcaires marneux et de marnes.

A la base, les calcaires ont livré des Saccocomi-  
dae, *Globochaete alpina* et *Stomiosphaera minu-  
tissima*, du Kimmeridgien (l. s.). Plus haut on ren-  
contre des calcaires argileux à Radiolaires et Cal-  
pionelles du Tithonique élevé. Ces niveaux rouges  
ont aussi livré quelques *Globo truncana*. Cet en-  
semble rouge renferme donc, sous une puissance  
réduite, des couches comprises entre le Jurassique  
et le Crétacé supérieur. La série ne paraît pas  
complète, il est possible qu'il y ait des lacunes,  
mais de toute manière, ces niveaux rouges ont été  
laminés.

7) les couches rouges sont surmontées par des  
calcaires gréseux sombres à débris de *Microco-  
dium*, dont l'épaisseur est d'environ 15 m. Ils ont  
livré des morceaux de test d'Inocérames, *Globo-  
truncana* sp., *Globigerina* sp., des Gumbelinae et  
des dents de poissons.

La partie supérieure est riche en grands Fora-  
minifères avec à la base l'association :

Alvéolines, *Miscellanea*, *Discorbis* et plus haut :  
*Distichoplax biserialis*, Nummulites, Orthophrag-  
mines (Paléocène-Yprésien), et latéralement : *As-  
térodiscus taramellii*, *Cuvillierina* sp. de l'Yprésien  
(dét. M. Neumann).

8) on retrouve au-dessus des calcaires gréseux  
des couches rouges à *Globo truncana*, *Globigeri-  
nes* et Gumbelinae.

Dans ces niveaux tendres, on trouve insérées la-  
téralement, des brèches vertes à blocs de radiola-  
rites stratifiés dans des argiles jaunes et violettes.

9) puis des marnes bariolées du Trias.

10) sur lesquelles reposent le Jurassique péni-  
bétique (dolomies grises et calcaires cristallins).

Cette coupe nous montre, reposant sur un Trias  
argilo-gréseux, une série allant du Lias à l'Eocène,  
avec un Lias (?) dolomitique, un Jurassique  
calcaire, un Tithonique et un Crétacé fort réduits  
et représentés par des couches rouges. Puis une  
série de calcaire gréseux débutant sans doute au  
Crétacé supérieur et montant dans l'Eocène. Cet-  
te série se répète tectoniquement puisque sur l'Eo-  
cène on retrouve des couches marneuses conte-  
nant du Crétacé supérieur et des radiolarites  
(Malm?), dans une position tectonique assez con-  
fuse.

### 3. Coupe du Fresnillo

Le Fresnillo correspond à l'arête rocheuse qui  
domine au Nord la ville de Grazalema. Du Nord  
vers le Sud on trouve la succession suivant (fig. 9):

- 1) le flysch de l'unité du corridor de Boyar.
- 2) le Trias qui débute par des pélites gréseu-  
ses vertes et rouges, alternant avec des bancs do-

lomitiques, se poursuit par des grès fins blanchâ-  
tres ou jaunâtres légèrement psammitiques, puis  
comporte à nouveau à son sommet des argiles et  
des dolomies.

3) des dolomies bréchiques.

4) le Jurassique est très développé (150 à 200  
mètres) : il débute par des calcaires colitiques à  
Valvulinidés, Textularidés, Nautiloculines, Gasté-  
ropodes, et dans lesquels P. Hoppe a recueilli

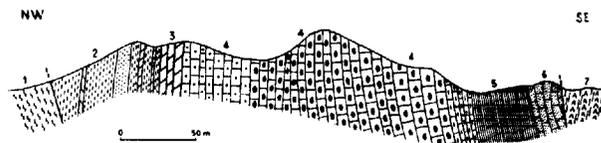


Fig. 9.—Coupe du chaînon du Fresnillo (les numéros  
renvoient au texte).

*Pseudogibbirhynchia* sp. (aff *moorei* Davidson) du  
Toarcien ; il se poursuit par des calcaires lités gris  
à silex dont la base à fourni des Pseudocyclammi-  
nes, puis des calcaires massifs. A l'extrémité Nord-  
Ouest du Fresnillo, P. Hoppe a aussi rencontré  
une brèche calcaire avec des silex et les calcaires  
noduleux rouges analogues à ceux du cortijo Al-  
barada.

5) Le Crétacé (30 m.) est probablement repré-  
senté par des marnes et des calcaires marneux  
rouges, ainsi que par des marnes verdâtres.

6) enfin viennent sur 15 m. environ des cal-  
caires gréseux gris à débris de *Microcodium* analo-  
gues à ceux des chaînons de Majales. M. Blumen-  
thal y avait déjà rencontré des Nummulites ; nous  
avons en outre trouvé des Orthophragmines.

7) cette série vient buter contre le Trias et les  
couches restant verticales, on passe, vers le Sud,  
au Pénibétique calcaire.

### 4. Coupe du Puerto Chico (fig. 10)

Cette coupe, orientée d'Ouest en Est, est re-  
coupée par la route de Grazalema à Séville au  
niveau d'un petit col, situé à une centaine de mè-  
tres au Nord du croisement des routes Grazalema-  
Ronda et Grazalema-Séville.

Les couches plongent vers l'Est et, d'Ouest en  
Est, on rencontre successivement :

- 1) Le Trias argileux et dolomitique.
- 2) des dolomies grises
- 3) des calcaires cristallins à silex
- 4) un conglomérat calcaire à élément gris et  
rouge renfermant des *Aptychus* et des Bélemnites

sur lesquelles sont plaqués des calcaires marneux  
rouges à Calpionelle du Tithonique élevé.

5) au niveau de la route des argiles plastiques  
rouges.

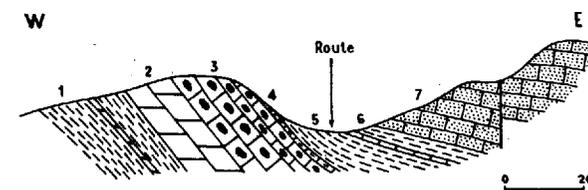


Fig. 10.—Coupe des écaïlles du corridor de Boyar, au niveau  
du Puerto Chico (les numéros renvoient au texte).

6) dans le talus oriental de la route des mar-  
nes vertes renfermant de fines plaquettes dont  
la base contient des *Globo truncana*.

7) au-dessus viennent des calcaires gréseux  
gris à débris de *Microcodium*.

### 5. Comparaison entre ces différentes coupes

Les quatre coupes effectuées d'Ouest en Est  
dans les différents chaînons (Albarada, Majales,  
Fresnillo, Puerto Chico) qui s'alignent dans la  
dépression, séparant les domaines subbétiques au  
Nord et pénibétiques au Sud, présentent une gran-  
de analogie. Les séries stratigraphiques n'ont pas  
toujours la même puissance elles ont été parfois  
laminées, mais on rencontre partout la même suc-  
cession.

A la base et toujours en contact avec un Trias  
de type germanique viennent des niveaux carbo-  
natés du Jurassique avec d'abord des dolomies et  
des brèches dolomitiques puis des calcaires, avec  
ou sans silex. Le Jurassique terminal renferme  
des brèches ou conglomérats calcaires avec *Apty-  
chus* et Bélemnites, que surmontent des calcaires  
marneux ou noduleux rouges à Calpionelles du  
Tithonique élevé. Plus haut, les «couches rouges»  
sont présentes à Majales, au Fresnillo et au Puer-  
to Chico. Enfin des calcaires gréseux à débris de  
*Microcodium* à la base, se terminant par des ni-  
veaux à grands Foraminifères de l'Eocène cou-  
ronnent partout la série.

La série stratigraphique des écaïlles est plus  
comprimée tectoniquement au Puerto Boyar et au  
cortijo Albarada, mais montre d'un chaînon à l'au-  
tre la même succession lithologique. Elle est fran-  
chement différente de celle du Subbétique qui  
affleure plus au Nord et présente peu d'analogies  
avec celle du Pénibétique qui s'étend plus au Sud.  
Il y a donc lieu de penser que ces chaînons, qui se

présentent sous forme d'écaïlles, coincés entre le  
Subbétique et le Pénibétique, font partie d'une  
même unité stratigraphique et tectonique, indé-  
pendante des deux grandes unités subbétique et  
pénibétique qui l'encadrent.

### E) Le flysch du corridor de Boyar (fig. 11)

En dehors de quelques affleurements à faciès  
flysch (Nummulitique) qu'il faut rattacher au Pé-  
nibétique et qui affleurent en particulier dans la  
partie sud du corridor de Boyar, il existe, au Nord  
des écaïlles, un flysch épais : l'unité du corridor  
de Boyar.

Celui-ci comporte une épaisse masse gréseuse  
en gros bancs qui plonge fortement au Nord, et  
repose sur une série argileuse qui paraît renver-  
sée, et livre des plaquettes de calcaires argileux  
et de calcaires graveleux ou colitiques.

Dans des calcaires à pâte fine en partie recr-  
tallisée, on note :

- Pithonella ovalis*
- Stomiosphaera sphaerica*
- des Gumbelinae
- de petites *Globigerines*

probablement d'âge cénomancien.

D'autres plaquettes de calcaire détritique orga-  
nogène sont très riches en Rosalines et M. Sigal  
a pu reconnaître :

- Globo truncana stuarti*
- G. *globigerinoïdes*
- G. *arca*
- G. *gr lapparenti*
- G. *cf tricarinata*

du Maestrichtien.

Dans les calcaires colitiques en plaquettes, on  
trouve, entourés par le ciment en partie recr-  
tallisé, des oolites, des galets jurassiques à *Trocho-  
lina alpina* et *T. elongata*, des galets du Tithoni-  
que avec *Calpionella alpina* et *C. elliptica* et des  
galets de quartzites. Le ciment a fourni dans cer-  
taines plaquettes des *Globo truncana* (*G. stuarti-  
stuartiformis*, *G. linnei*), des Gumbelinae du Sé-  
nonien supérieur.

Les grès fins qui surmontent cette série sont  
jaunâtres, verdâtres à la cassure, et se présentent  
sous forme de gros bancs, avec interlits argileux  
verts.

Au Nord on retrouve des argiles schisteuses ver-  
dâtres azoïques. On peut se demander si ces ar-  
giles font partie de cette unité, ou bien si elles ne  
peuvent pas appartenir à l'unité de Paterna.

Cet ensemble n'est pas sans analogie avec cer-  
taines des unités de type flysch du Campo de Gi-

braltar (J. Didon et M. Durand Delga, 1959, J. Didon, 1961). Les niveaux tendres à plaquettes ressemblent beaucoup à ceux de l'unité de Camarote et les grès ont un faciès analogue à ceux de l'unité de Los Nogales.

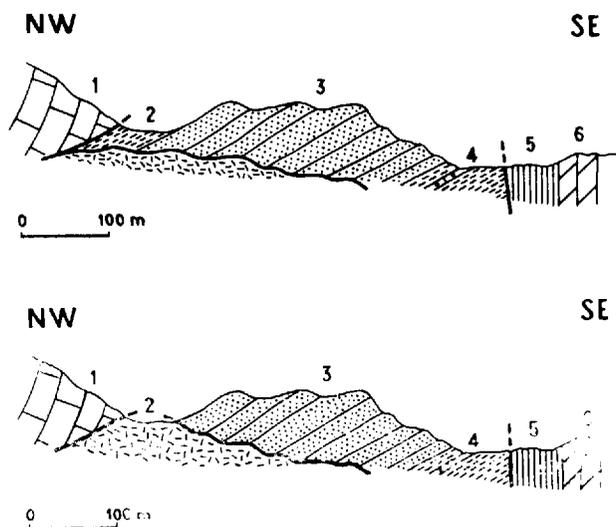


Fig. 11.—Coupe de l'unité du Flysch du corridor de Boyar. Les deux schémas diffèrent selon l'attribution des argiles vertes (figuré 2), à l'unité du corridor de Boyar (A) ou à l'unité de Paterna (B). 1. Subbétique (dolomies liasiques); 2. argiles vertes; 3. grès; 4. argiles et marnes du Crétacé; 5. Trias; 6. calcaires pénibétiques.

#### F) Les formations du pourtour de la Serranía de Grazaalema

Outre l'unité de Paterna et le Trias, affleurent au pourtour de la Sierra de Grazaalema, des unités de type flysch qui sont à rapporter à la nappe de l'Aljibe ou à l'unité d'Ubrique.

Pour P. Hoppe (1965) ces dépôts se sont formés après des mouvements éocènes, et le flysch d'âge tertiaire repose sur toutes les unités. Cependant, de la même manière que dans le corridor de Boyar ont pu être séparés deux flyschs (Pénibétique et unité du corridor de Boyar), il faut distinguer dans le pourtour de la Serranía de Grazaalema, la nappe de l'Aljibe et l'unité d'Ubrique, qui ont des caractères différents de ceux des flyschs précités, et qui d'autre part s'individualisent bien à l'Ouest et au Sud-Ouest.

#### 1) La nappe du flysch de l'Aljibe

Les grès de l'Aljibe et leur série de base affleurent bien à l'Est et au Sud-Est de Grazaalema, ainsi

qu'à l'Est de Villaluenga del Rosario. On les retrouve à l'Ouest de la Serranía de Grazaalema, où ils prennent un grand développement en direction du Campo de Gibraltar.

Leur faciès est analogue à ceux du Campo de Gibraltar. On retrouve les mêmes gros bancs de grès, à grains de quartz translucides hétérométriques, liés par un ciment gréseux de teinte jaune. A la base, on observe aussi une série argileuse analogue avec des bancs de calcaires gréseux dans l'Eocène et l'Oligocène («faciès de Benaïza»).

Ces niveaux s'observent bien à l'Est de la Sierra del Caïllo, au Sud Est de la route de Grazaalema à Ubrique. On voit bien les calcaires jurassiques du Pénibétique, surmontés par les «couches rouges» (Crétacé supérieur Eocène); celles-ci affleurent au niveau de la route et sur la pente de la colline qui domine la route à l'Est. La partie supérieure de celle-ci est constituée par des niveaux argileux et calcaro-gréseux (Eocène de Benaïza), en série renversée qui reposent sur l'Eocène pénibétique (sommet des couches rouges). Les grès de l'Aljibe forment le sommet du relief et reposent sur cet Eocène de Benaïza. P. Hoppe (1965) avait vu ici une série continue du Jurassique à l'Oligocène.

Sur les couches rouges, on peut lever une coupe partielle de ces termes argileux et calcaro-gréseux. Les couches plongent faiblement vers le Sud-Est et de bas en haut on rencontre successivement:

- (1,50 m.) un banc massif de calcaire gréseux gris (948) à:
- Lepidocyclina* sp
- Amphistegina* sp
- Cycloclypeus* sp
- Planorbulina* sp.
- des Globigérines
- des débris de Bryozoaires et d'échinodermes.
- un interlit argileux de quelque centimètres.
- (1,50 m.) un banc massif de calcaire gréseux gris (949) à:

- Lepidocyclina* sp
- Cycloclypeus* sp
- Amphistegina* sp
- gros Rotalidés
- Operculines
- Bryozoaires
- débris d'Echinodermes
- Lithothamniées

Ces deux bancs pourraient appartenir selon C. Lorenz à l'Aquitano-Burdigalien.

— (30 cm.) de marnes gris clair dans lesquelles J. Magné a pu reconnaître une microfaune à affinité oligocène avec:

- des Globigérines
- Globigerina dissimilis*
- des Arénacés.

— (20 cm.) un banc de calcaire gréseux présentant des figures de charge et de courant à sa partie supérieure, ce qui indique que la série est renversée et contenant:

- des Globigérines
- des Bryozoaires
- des Lithothamniées

La coupe se poursuit par une alternance de calcaires gréseux en petits bancs et d'interlits marneux qui se sont révélés azoïques. Certains de ces bancs calcaro-gréseux montrent aussi à leur surface supérieure des figures de charge et de courant.

Nous avons là deux Eocènes de faciès différents: l'un marneux à microfaune planctonique, l'autre qui lui est superposé, de type flysch, ne contient que des Arénacés ou de gros Foraminifères bentoniques dans les bancs calcaires. De plus les bases de bancs (avec figures de charge et de courant) montrent que la série supérieure est renversée.

Il y a tout lieu de penser qu'entre ces deux séries passe un contact anormal séparant deux unités tectoniques différentes. Cette distinction est d'autant plus fondée que dans la région de Benaocaz, c'est-à-dire plus à l'Ouest, nous avons pu montrer que le Pénibétique possède un flysch tertiaire, dont les faciès sont différents de ceux de la nappe de l'Aljibe.

#### 2) L'unité d'Ubrique

Cette unité de type flysch affleure à la sortie occidentale d'Ubrique, le long de la route en construction d'Ubrique à Algar: de petits bancs de grès micacés de 5 à 15 cm. d'épaisseur, alternent avec des lits argileux de même puissance. Leur teinte générale est brune en surface. Cette unité s'est montrée azoïque, mais possède tous les caractères de l'Oligocène de l'unité d'Algesiras (J. Didon, 1960).

#### G) Conclusion

En résumé, outre le Pénibétique et le Subbétique qui s'affrontent de part et d'autre du corridor de Boyar, il y a lieu de tenir compte d'un certain nombre d'autres unités stratigraphiques et tectoniques qui affleurent dans le corridor de Boyar (écailles de Majales et du Fresnillo, flysch du corridor de Boyar, unité de Paterna) ou au pourtour de la Serranía de Grazaalema (nappe du flysch de l'Aljibe, unité d'Ubrique et unité de Paterna). Toute interprétation tectonique ou reconstitution

paléogéographique devra tenir compte de ces unités.

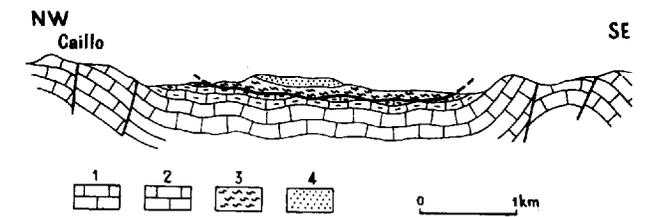


Fig. 12.—Coupe du Pénibétique et de la nappe de l'Aljibe au Sud-Est de la Sierra del Caïllo. 1. Jurassique pénibétique; 2. «couches rouges» pénibétiques; 3. série de base de l'Aljibe; 4. grès de l'Aljibe.

#### IV. RELATIONS TECTONIQUES ENTRE LES DIFFÉRENTES UNITÉS DU CORRIDOR DE BOYAR

Les grandes masses qui s'affrontent dans le corridor de Boyar sont le Pénibétique et le Subbétique, mais les autres unités leur sont étroitement liées. Nous partirons du Nord et ferons une coupe générale de ces massifs en nous dirigeant vers le Sud-Est en examinant la position de chacune des unités.

#### 1) Le Subbétique et l'unité de Paterna

Ces deux éléments sont étroitement liés dans le Nord de la Serranía de Grazaalema. L'unité de Paterna entoure presque complètement le Subbétique et s'enfonce sous lui. La superposition se voit bien dans la région de Zahara où le Subbétique repose par l'intermédiaire d'une semelle triasique sur les argiles de l'unité de Paterna.

M. Blumenthal (1935) avait déjà noté que sur la bordure orientale, tout se passait comme si le Subbétique flottait sur le flysch et mutatis mutandis, comme s'il y avait un chevauchement du Subbétique sur le Pénibétique: toutefois il n'avait pas retenu cette interprétation qui aurait remis en cause le principe de la transgression du flysch.

L'ensemble du Subbétique flotte donc (avec ou sans semelle de Trias marno-gypsifère) sur l'unité de Paterna. Ainsi celle-ci forme l'unité tectonique la plus profonde qui puisse s'observer dans ce secteur des Cordillères bétiques. Il en est de même dans les régions plus occidentales (P. Chauve, 1960-1962), comme aussi plus à l'Est dans la Sierra del Tablon (P. Chauve et Y. Peyre, 1966). C'est d'ailleurs aussi l'opinion à laquelle s'est rallié P. Hoppe (P. Chauve et P. Hoppe, 1962; P. Hoppe, 1965).

Quant à la structure propre du Subbétique, elle se résout en un système de plis et de failles, dans lesquels le Trias marno-gypsifère joue un rôle

du Guadalete, les compressions ont été moins fortes et la tectonique se traduit par un jeu de failles verticales.

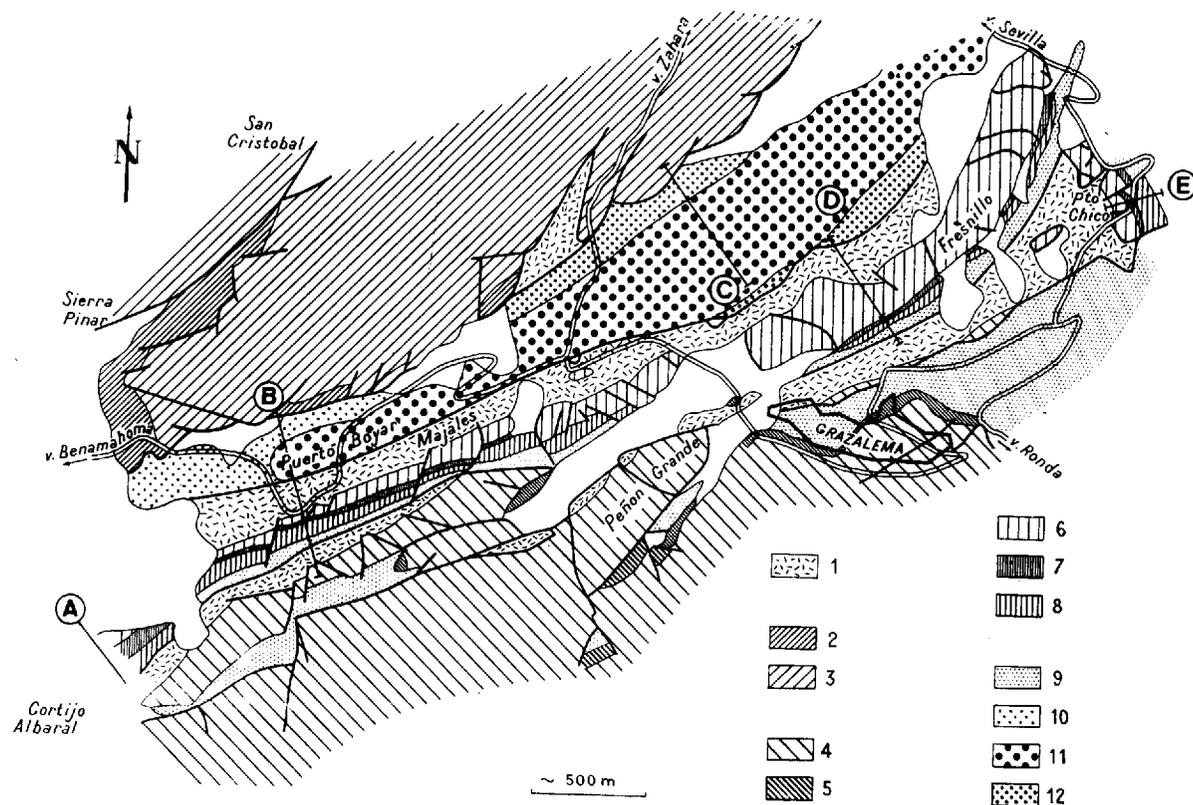


Fig. 13 — Schéma géologique du corridor de Boyar. 1, Trias marno-gypsifère; 2, Lias inférieur subbétique; 3, Lias moyen subbétique; 4, Jurassique inférieur et moyen pénibétique; 5, Jurassique supérieur pénibétique; 6, Jurassique des écaïlles; 7, Crétacé inférieur et moyen des écaïlles; 8, Crétacé supérieur et Eocène des écaïlles; 9, flysch oligocène; 10, grès de l'unité du corridor de Boyar; 11, calc. marn., calc. oolitique et conglomératique, et argiles de l'unité du corridor de Boyar; en blanc:éboulis.

a, b et c: traces des coupes.

Le trait entourant Grazalema indique la limite de l'agglomération.

certain. En règle générale, les anticlinaux sont déversés vers le Sud-Sud-Est et les failles chevauchent dans la même direction.

2) Les écaïlles du corridor de Boyar et le Pénibétique

Au Puerto de Boyar, l'écaïlle de Majales vient buter contre les argiles vertes qui semblent s'enfoncer sous le Subbétique. Le contact entre ces argiles et les écaïlles est fortement redressé et semble plonger vers le Sud-Est de sorte que les écaïlles les chevauchent vers le Nord-Nord-Ouest.

Ces écaïlles s'enfoncent à leur tour, au Sud, sous le Pénibétique qui les chevauche dans la partie centrale du corridor de Boyar. Vers l'Est, lorsque le corridor s'élargit et débouche sur la vallée

Le Pénibétique s'étend largement au Sud; comme le Subbétique il est plissé et faillé, mais les plis, orientés du Sud-Ouest au Nord-Est, sont plus amples et plus réguliers. Quant aux déversements et aux chevauchements ils sont dirigés vers le Nord-Nord-Ouest, c'est-à-dire, qu'ils ont un sens contraire à ceux du Subbétique.

3) Les unités du flysch

Les différentes unités du flysch (unité du corridor de Boyar, nappe de l'Aljibe) forment le terme structural le plus élevé. Elles sont quelquefois dans une situation plus complexe, mais il semble que cela résulte d'une phase tectonique posthume, après la mise en place des unités. Ces derniers

mouvements se traduisent par des failles en général verticales ou des chevauchements limités.

V. POSITION PALÉOGÉOGRAPHIQUE DES SÉRIES DES DIFFÉRENTES UNITÉS

Pour M. Blumenthal les unités sont dans leur position paléogéographique relative originelle; le Subbétique et le Pénibétique correspondent à un parautochtone, et les écaïlles de Majales et du Fresnillo se rattachent respectivement à l'une et l'autre de ces unités. Pour P. Hoppener (1964), les écaïlles forment la transition entre le Subbétique et le Pénibétique. Pour P. Hoppe (1965), les écaïlles forment la frange septentrionale du Pénibétique, et représentent le passage aux faciès de l'unité de Paterna qui se serait sédimentée plus au Nord. Quant au Subbétique, P. Hoppe le fait passer par-dessus le Pénibétique de sorte que sa patrie devrait être recherchée au Sud de ce domaine.

Il est quelquefois tentant de donner une origine méridionale à l'ensemble de la nappe subbétique, mais outre le fait que l'on ne trouve jamais de Subbétique en klippes sur le Pénibétique, sauf peut-être près de Cañete la Real, c'est-à-dire, près du contact Pénibétique-Subbétique (P. Hoppe, 1965), cette disposition serait l'inverse de ce qui apparaît plus à l'Ouest dans une zone où les rapports entre unités ne sont pas discutables (1).

Quant à l'origine des écaïlles, il faut la chercher plus au Sud. Si les deux domaines subbétique et pénibétique sont à leur place relative (bien que rapprochés tectoniquement) et s'il y a tout de même une opposition de faciès entre les deux ensembles, on peut cependant concevoir un passage du Pénibétique au Subbétique avec des différences dues au fait qu'une série se trouvait dans un sillon plus profond (Subbétique) que l'autre et pouvait se placer à sa bordure Sud. D'ailleurs on peut trouver des niveaux dont les faciès ne sont pas tellement différents (certains niveaux du Jurassique comme aussi les couches rouges du Crétacé supérieur sont assez comparables). Par contre les écaïlles de Majales et du Fresnillo appartiennent à une même unité stratigraphique et tectonique dont les faciès sont très différents de ceux du Subbétique et n'ont que quelques analogies avec ceux du Pénibétique. Aussi doit-on abandonner l'idée d'un passage progressif du Subbétique au Pénibétique par l'intermédiaire des écaïlles du corridor de Boyar et leur rechercher une origine plus méridionale.

(1) Note ajoutée en cours d'impression. A ce sujet voir P. Chauve (1969). Observations à la communications de Y. Peyre. C. R. soms. M-G. F. p. 48.

La série stratigraphique des écaïlles du corridor de Boyar présente quelques caractères pénibétiques, mais aussi des caractères du Mésozoïque et du Tertiaire de certaines nappes du flysch du Campo de Gibraltar (les calcaires gréseux à débris de Microcodium et les niveaux calcaro-gréseux à grands Foraminifères de l'Eocène inférieur en particulier).

Ainsi les écaïlles du corridor de Boyar peuvent provenir d'une zone située au Sud du Pénibétique. Elles se seraient avancées avec le flysch par-dessus le Pénibétique, au moment de la mise en place des nappes. Ce n'est que par la suite, au cours de mouvements tardifs, que les écaïlles se seraient trouvées coincées sous le Pénibétique.

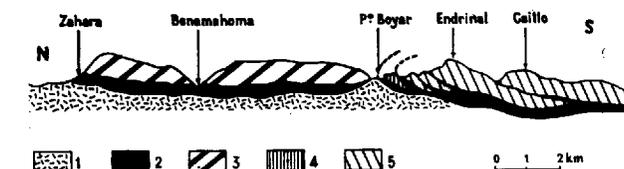


Fig. 14.— Coupe schématique du Subbétique et du Pénibétique de part et d'autre du corridor de Boyar. 1, «unité de Paterna»; 2, Trias; 3, Subbétique; 4, écaïlles de Majales et du Fresnillo; 5, Pénibétique.

VI. CONCLUSION

La structure de la Serranía de Grazalema peut alors s'expliquer d'une manière simple, si l'on considère (fig. 14):

1) que le Subbétique et les écaïlles (et sans doute une partie du Pénibétique) repose sur l'unité de Paterna

2) que les écaïlles ont été entraînées à la base des nappes du flysch depuis une zone plus méridionale (Sud du Pénibétique)

3) que des mouvements tardifs, dans lequel le Trias marno-gypsifère a joué un rôle important ont donné à la région cette structure complexe, où le Subbétique et le Pénibétique semblant s'affronter.

BIBLIOGRAPHIE

BLUMENTHAL, M. 1935. *Allure de la tectonique locale et définition du "double pli" Gaditan (Andalousie)*, «B. S. G. F.», (5), II, pp. 659-686.  
 — 1936. *Le matériel stratigraphique du "double pli" Gaditan*, «B. S. G. F.», (5), IV, pp. 511-537.  
 — 1937. *Sur l'interprétation tectonique du "double pli" Gaditan*, «B. S. G. F.», (5), V, pp. 9-25.  
 CHAUVE, P. 1961. *Sur l'extension de l'Unité de Paterna dans*

- le Nord-Ouest de la province de Cadix, «C. R. somm. S. G. F.», pp. 271-272.
- 1962. *La unidad de Paterna en el Norte de la provincia de Cádiz*, «Not. Com. Inst. Geol. y Min., España», número 67, pp. 103-108.
- 1963. *Sur la signification et l'origine de l'unité de Paterna (province de Cadix, Espagne)*, «C. R. somm. S. G. F.», pp. 83-84.
- 1965. *Découverte d'une faune du Muschelkalk dans le Trias du Corridor de Boyar (province de Cadix, Espagne)*, «C. R. Ac. Sc.», t. 260, pp. 237-239.
- 1967. *Etude géologique du Nord de la province de Cadix (Espagne méridionale)*, «Thèse. Sciences, Paris, et Inst. Geol. y Min. de España, t. LXIX.
- CHAUVE, P. et HOPPE, P. 1962. *Sur l'existence d'affleurements de l'unité de Paterna dans la région d'El Bosque-Zahara (province de Cadix, Espagne)*, «C. R. Ac. Sc.», t. 255, pp. 330-332.
- 1962. *Nouvelles données stratigraphiques et tectoniques sur le corridor de Boyar (province de Cadix, Espagne)*, «B. S. G. F.», (7), IV, pp. 303-310.
- 1963. *Nuevos datos estratigráficos y tectónicos sobre el corrimiento de Boyar (provincia de Cádiz, España)*, «Not. Com. Inst. Geol. y Min., España», núm. 72, páginas 227-238.
- et PEYRE, J. (1966). *Sur l'extension de l'unité de Paterna et du Subbétique à Jurassique marneux dans la région de la Sierra del Tablón (province de Séville, Espagne)*. C. R. somm. S. G. F., p. 227.
- DIDON, J. et DURAND DELGA, M. (1959). *Existence d'un flysch marno-gréseux du Tithonique-Neocomien au Nord de Gibraltar*. «C. R. Acad. Sc.», t. 248, pp. 2779-2781.
- (1960). *Le flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algésiras (province de Cadix)*. B. S. G. F. (7), II, pp. 352-361.
- FALLOT, P. 1948. *Les Cordillères bétiques*, «Est. geol.», IV, pp. 83-172.
- GAVALA Y LABORDE, J. 1918. *Descripción geográfica y geológica de la Serranía de Grazalema, en la provincia de Cádiz*. «Bol. Inst. Geol. y Min., España». XXXIX, pp. 1-143.
- 1924. *Mapa geológico de la provincia de Cádiz*, «Inst. Geol. y Min.», Madrid.
- HOEPPENER, R.; HOPPE, P.; MOLLAT, H.; MUCHOW, S.; DÜRR, St. et KOCKEL, F. 1964. *Über den westlichen Abschnitt der Betischen Kordillere und seine Beziehungen zum Gesamtorogen*, «Geol. Rundsch.», LIII, pp. 269-296.
- ; —; DÜRR, St. et MOLLAT, H. 1964b. *Ein Querschnitt durch die Betischen Kordillere bei Ronda (S-W, Spanien)*, «Geol. Mijl.», 43, pp. 282-298.
- HOPPE, P. 1968. *Stratigraphie und Tektonik der Berge um Grazalema (SW.-Spanien)*. «Geol. Jb.», 86, pp. 267-338, 9 fig., 1 tabl., 3 pl. et Thèse Bonn, 1965.
- MAC-PHERSON, J. (1872). *Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz*. Cádiz, 156 pp.

Recibido el 11-VII-67.

## Un hiénido de las cavernas de Pedraza de la Sierra (Segovia)

por T. J. DE TORRES PEREZHIDALGO

### RESUMEN

En este trabajo se hace un estudio de unos hiénidos encontrados en las cuevas de La Griega y de la Villa, en Pedraza de la Sierra, Segovia.

El total de restos extraídos consiste en: cuatro carníceras inferiores, dos premolares inferiores y un canino. Aunque algunos autores que han estudiado esta zona, guiándose por el hecho que consideramos trivial de encontrarse estos restos en cavernas, han dado un diagnóstico equivocado al clasificarla como *Crocota spelaea* Goldfuss. Podemos afirmar que pertenecen con seguridad a la especie *Crocota perrieri* si bien la ausencia de restos craneales no permite la distinción entre *Crocota perrieri* y *Crocota brevirrostris*.

### RESUME

Dans le present travail, on examine un gisement de hiénidés trouvés dans les grottes de La Griega et de la Puerta de la Villa à Pedraza de la Sierra, Segovia.

Les débris extraits sont: quatre carnassières inférieures, deux prémolaires inférieures et un canine. Par contre de ce que puisse suggerer le lieu des trouvailles, ne s'agit pas de restes de *Crocota spelaea*, Boul, mais de *Crocota perrieri*.

Malheureusement l'absence de débris cranéens empêche la distinction entre *Crocota perrieri* et *Crocota brevirrostris*.

Hemos recibido en distintas ocasiones piezas dentarias que han aparecido en unas excavaciones arqueológicas, que miembros de la Sección de Arqueología de la Escuela Provincial de Espeleología llevan a cabo en las cavidades denominadas «De la Griega» y «De la Puerta de la Villa», cavidades que se abren en terreno calizo, en un valle por cuyo fondo discurre el río Vadiño.

Posteriormente, estas piezas han pasado, mediante donación hecha por dicho Grupo, a formar parte de la colección de vertebrados fósiles del Museo Nacional de Geología.

Vamos ahora a describir de manera somera las cavidades en las que han tenido lugar los hallazgos.

#### La Cueva de la Griega.

Se abre en la pared del cauce del río, apareciendo a una considerable altura sobre su nivel actual de circulación.

En su interior se han encontrado grandes cantidades de restos de cerámica neolítica, aunque no

se puede actualmente estudiar su estratigrafía por haber sido objeto desde hace años de intensas remociones y excavaciones poco ordenadas. En esta cavidad ha aparecido una carníceras inferior izquierda MP-1

#### La Cueva de la Puerta de la Villa.

Como su nombre indica, se encuentra a las puertas de la Villa de Pedraza. Realmente su estratigrafía, si tal puede llamarse, es uno de los procesos más curiosos que pueden apreciarse en la sedimentología. El suelo de la caverna esta constituido por una mezcla abigarrada e incongruente de restos pertenecientes a épocas que cronológicamente tienen poca relación, así se han encontrado mezclados: Cerámica neolítica, cerámica árabe, cerámica medieval, cristales modernos, una moneda de los Reyes Católicos, otra de Felipe V, y los siguientes restos paleontológicos: Carníceras inferior derecha MP-2, Carníceras inferior derecha MP-3, Carníceras inferior derecha

MF-4, Segundo premolar inferior izquierdo MP-5, Segundo premolar inferior izquierdo MP-6, Canino inferior derecho MP-7. Ante esta relación absurda de restos, pero en la que la idea de una remoción por mano humana aparece descartada, sólo cabe hacer una hipótesis que permita justificar esta anomalía.

En un plano superior al que se encuentra la cueva, se encuentra la puerta de la Villa, e inmediatamente encima de esta boca existe un vertedero de basuras, vertedero que sin dudar podemos afirmar ha estado funcionando como tal desde la fundación de la Villa de Pedraza, y dado que en el mismo lugar se abren una serie de microdolinias, es posible que a través de algunas de ellas se produzca la entrada paulatina de estos restos, que al ir descendiendo y posteriormente asentándose, se han mezclado con la cerámica neolítica, que seguramente constituyan los únicos restos autóctonos, inicialmente, en la misma. Dada, pues, la ausencia total de estratigrafía en ambas cavidades, la diagnosis de los restos encontrados presentaba ciertas dificultades.

DIAGNOSIS

La típica especialización de los hiénidos con su dentición cortadora aparece en todas las piezas dentarias de estos yacimientos claramente indicada. En los molares inferiores se observa una característica muy importante, la ausencia de denticulo interno, lo cual nos indica que estos restos pertenecen al género *Crocuta*, y no al *Hyaena*, ya que este último posee siempre denticulo interno en los molares inferiores.

Poseen además éstos una característica muy peculiar, la presencia de un robusto talón claramente diferenciado del cíngulo, que si bien ha perdido su característica cortadora, está coronado por dos pequeñas protuberancias.

Estas características hace difícil la clasificación de estos restos como pertenecientes a la *Crocuta spelaea* Goldfuss (ver fig. 8), ya que en esta especie la carnicera inferior posee el talón reducido a una pequeña protuberancia del cíngulo.

Boule propone, basándose en esta característica, la creación de dos subgéneros dentro del género *Crocuta*:

Subgénero *Eurocrocuta*, al que pertenece la *Crocuta spelaea* Goldfuss (ver fig. 8). Así como la *Crocuta crocuta* representante viviente de la anterior, que vive en el Sur del Sahara y en el Desierto Árabe.

Subgénero *Plesiocrocuta*, que pose talón robusto y claramente diferenciado, al que pertenecen la *Crocuta perrieri* (ver fig. 9), del Pleistoceno de

Francia, la *Crocuta licenti* del Pleistoceno de China y la *Crocuta brevirrostris* del Pleistoceno de Saincelles (Francia), que posee las mismas características dentales que la *C. perrieri*, pero de distintas dimensiones craneales. Todas estas especies presentan una clara tendencia al gigantismo.

J. Viret describe así su carnicera inferior:

Longitud moderada, dilatada hacia delante, pero adelgazándose progresivamente hacia atrás hasta el talón claramente diferenciado, que conserva dos pequeñas puntas bajas.

Filogenia

Estas formas parecen derivar de la *Crocuta eximia* del Pontense.

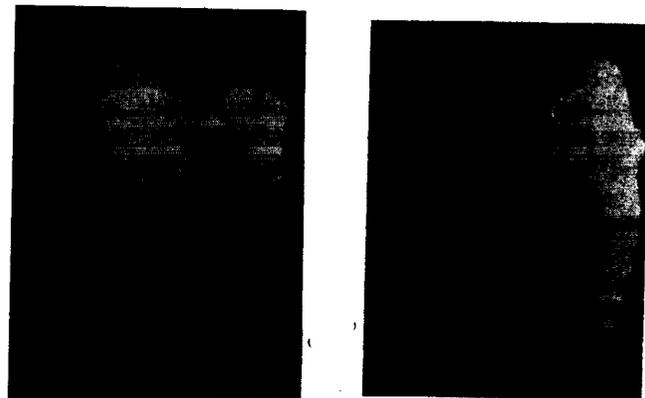
Los molares que han aparecido parecen pertenecer, sin lugar a dudas, al subgénero *Plesiocrocuta*, si bien la mayor esbeltez en cuanto a las dimensiones transversales que las anteriormente citadas *C. perrieri* y *C. brevirrostris*, las diferencia ligeramente, pero posee un suficiente número de características determinativas comunes para poder clasificarlas como *Crocuta*, cf. *perrieri*; desgraciadamente la ausencia total de restos craneales imposibilitará clasificarla como perteneciente a la variedad *perrieri* o *brevirrostris*.

Podemos atribuir la pequeña variación en la forma, a una subespecie local, pero la pobreza de los restos encontrados impide todo intento de estudio comparativo.

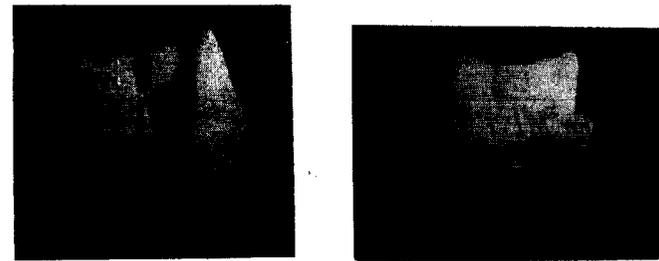
DESCRIPCIÓN Y MEDICIONES

Ejemplar MP-1

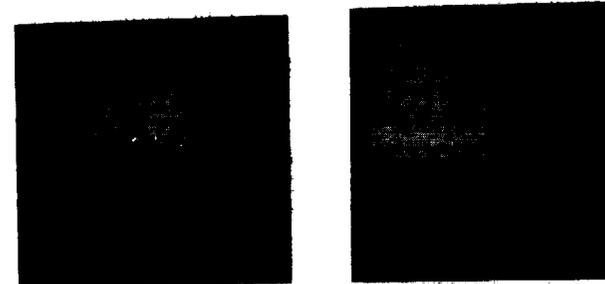
Primer molar inferior izquierdo (fig. 1).  
Longitud mesio distal, 345.  
Longitud medio distal, 345.



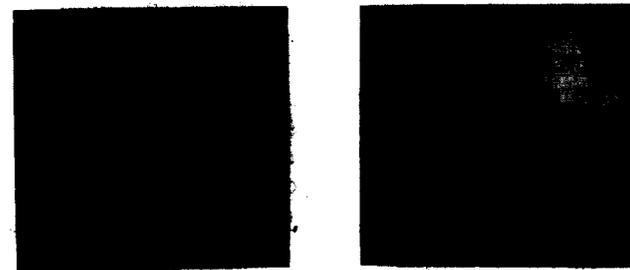
Zona lingual Fig. 1 Zona vestibular



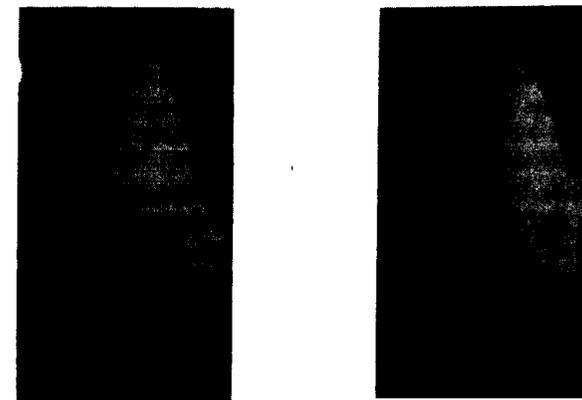
Zona lingual Fig. 2 Zona vestibular



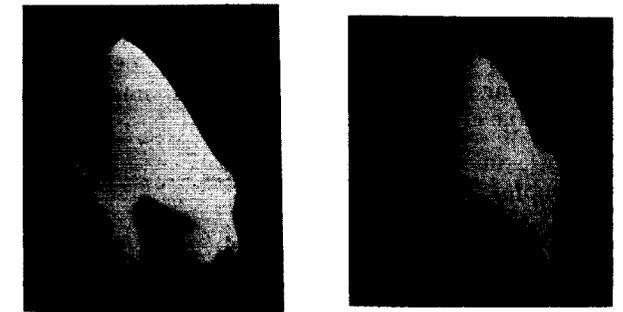
Zona lingual Fig. 3 Zona vestibular



Zona lingual Fig. 4 Zona vestibular



Zona lingual Fig. 5 Zona vestibular



Zona lingual Fig. 6 Zona vestibular

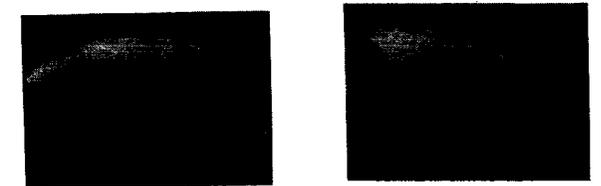


Fig. 7

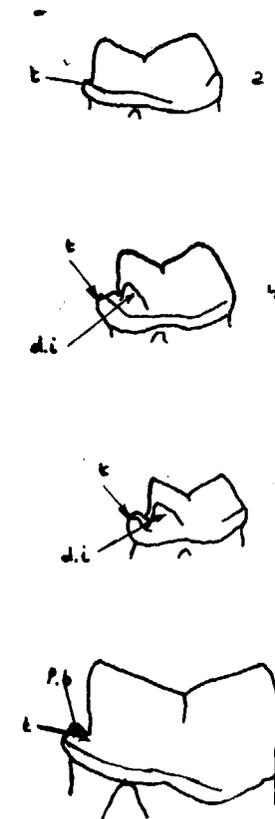
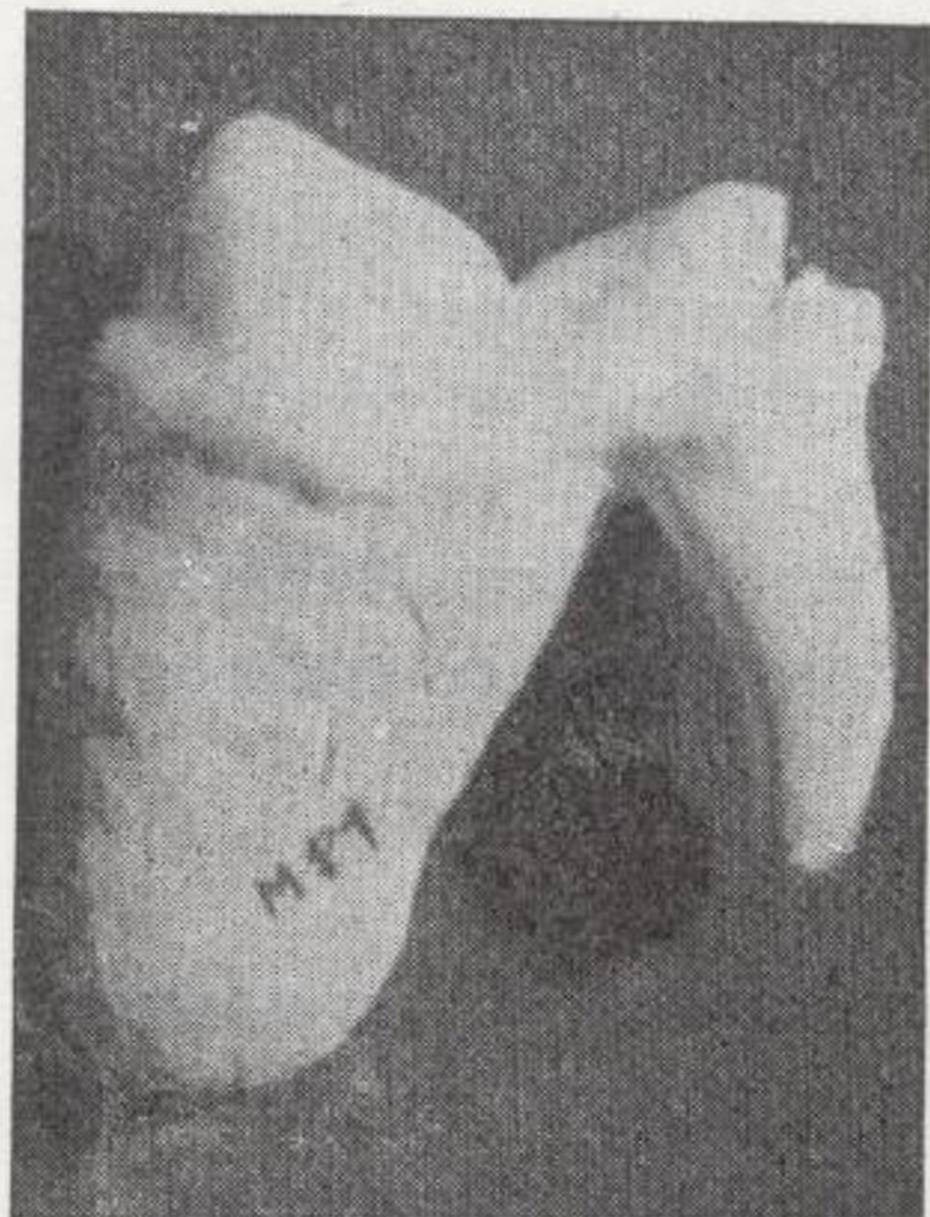


Fig. 8.—Carniceras inferiores de hiénidos tomadas de Boule. Escala aprox. 2/3:

- a *Crocuta spelaea*, Goldfuss. Véase lo reducido del talón (t) y la ausencia de denticulo interno.
- b *Hyaena brunnea*, Linn. Robusto talón (t) y presencia de denticulo interno (d.i).
- c *Hyaena striata*, Linn. Robusto talón (t) y existe denticulo interno (d.i).

Fig. 9.—Carnicera inferior de *Crocuta perrieri* tomada de Boule. Escala natural. Nótese la ausencia de denticulo interno y la presencia de un robusto talón (t) con dos pequeñas puntas (en negro) (P.b.)

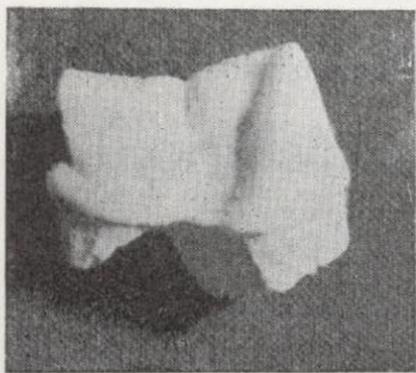


Zona lingual



Zona vestibular

Fig. 1



Zona lingual

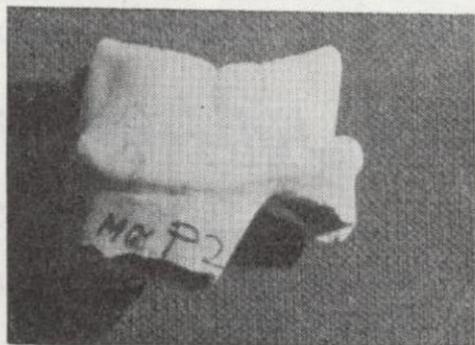
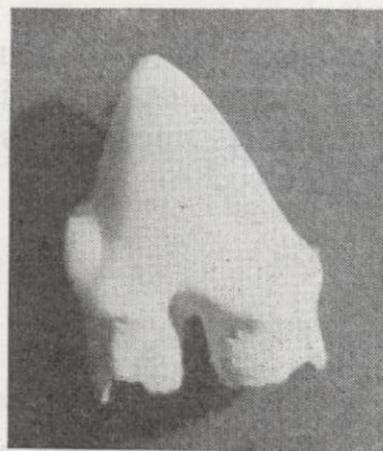


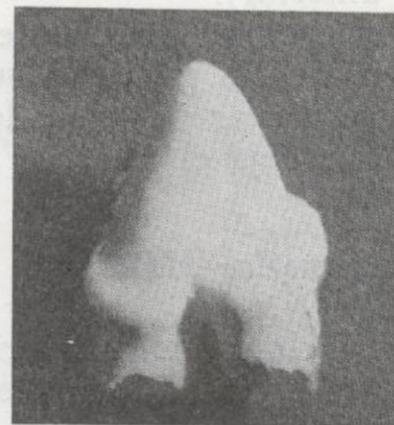
Fig. 2

Zona vestibular

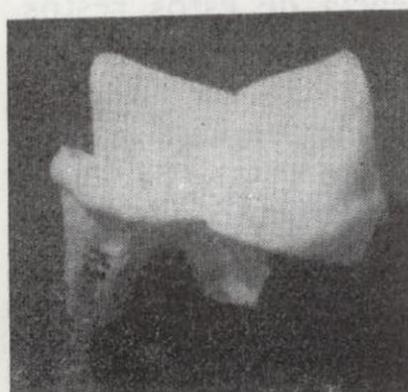


Zona lingual

Fig. 6

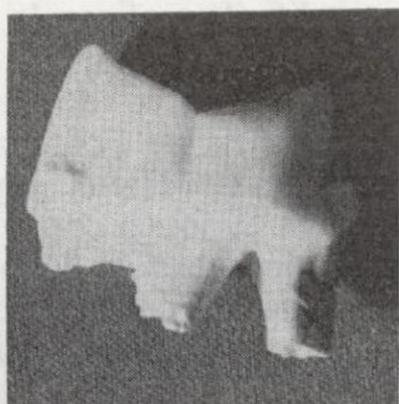


Zona vestibular



Zona lingual

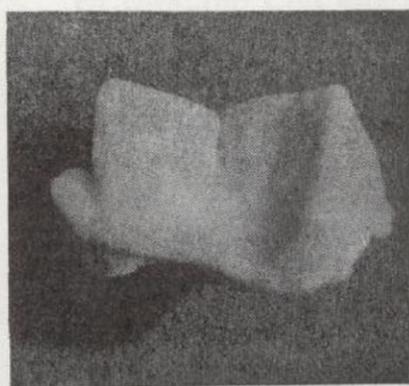
Fig. 3



Zona vestibular

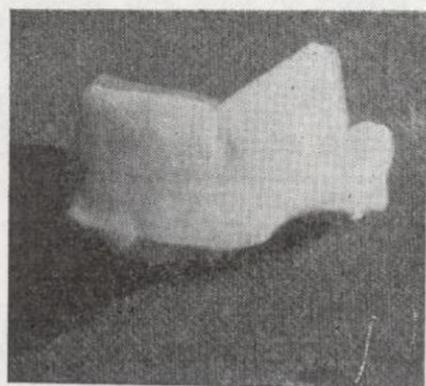


Fig. 7



Zona lingual

Fig. 4



Zona vestibular



2

Fig. 8.—Carniceras inferiores de hienidos tomadas de Boule. Escala aprox. 2/3:

*a* *Crocota spelaea*, Goldfuss. Véase lo reducido del talón (*t*) y la ausencia de denticulo interno.

*b* *Hyaena brunnea*, Linn. Robusto talón (*t*) y presencia de denticulo interno (*d.i*).

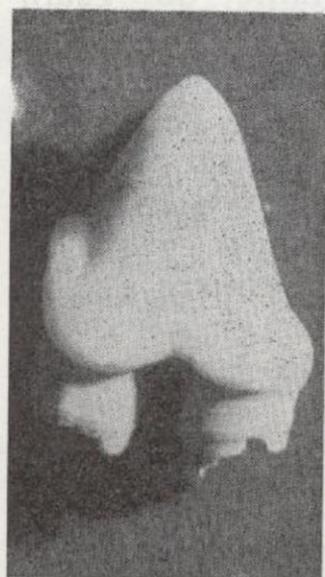


5

*c* *Hyaena striata*, Linn. Robusto talón (*t*) y existe denticulo interno (*d.i*)



c



Zona lingual

Fig. 5



Zona vestibular



Fig. 9.—Carnicera inferior de *Crocota perrieri* tomada de Boule. Escala natural. Nótese la ausencia de denticulo interno y la presencia de un robusto talón (*t*) con dos pequeñas puntas (en negro) (*P.b*.)

Longitud vestibulo lingual, 137 (en el lóbulo anterior).

Está perfectamente conservado, tanto el diente como las raíces, posee en las zonas de la región vestibular de ambos lóbulos un fortísimo desgaste, que deja el cemento al descubierto.

#### Ejemplar MP-2

Primer molar inferior derecho (fig. 2).

Longitud mesio distal, 274.

Longitud vestibulo ligual, 120 (en el lóbulo anterior).

La zona de esmalte del diente se encuentra perfectamente conservada, no presenta ningún desgaste visible, las raíces están rotas casi en su nacimiento.

#### Ejemplar MP-3

Primer molar inferior derecho (fig. 3).

Longitud mesio distal, 302.

Longitud vestibulo ligual, 124 (en el lóbulo anterior).

La zona de esmalte está perfectamente conservada, la primera raíz falta casi desde su nacimiento, la segunda está casi completa.

#### Ejemplar MP-4

Primer molar inferior derecho (fig. 4).

Longitud mesio distal, 312.

Longitud vestibulo lingual, 134 (en el lóbulo anterior).

La zona del esmalte está bien conservada, faltando las dos raíces.

#### Ejemplar MP-5

Segundo premolar inferior izquierdo (fig. 5).

Longitud mesio distal, 245.

Longitud vestibulo lingual, 180.

La región de esmalte se encuentra perfectamente conservada, faltan sin embargo las dos raíces a partir de los siete milímetros de su nacimiento.

#### Ejemplar MP-6

Segundo premolar inferior izquierdo (fig. 6).

Longitud mesio distal, 230.

Longitud vestibulo lingual, 160.

Se presenta magníficamente conservado en la región del esmalte, aunque faltan las dos raíces.

#### Ejemplar MP-7

Canino inferior derecho (fig. 7).

Sección elíptica en la zona final del esmalte.

Diámetro máximo, 163.

Diámetro mínimo, 130.

Está bastante incompleto en la zona de la raíz.

Con los datos hasta ahora descritos, resulta bastante difícil explicar la presencia de estos restos en estas cavidades, ya que si bien al ser citados por D. Timoteo de Antonio y Gil en su libro «Monografía de Pedraza de la Sierra», cita la presencia de la «Hiena expelea», en estas cavidades podemos suponer con total fundamento que estos restos que fueron depositados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, pero que desgraciadamente no han podido ser localizados, pertenecen a la *Crocota cf. perrieri* que acabamos de describir, animal que vivió en el Pleistoceno inferior, y que sin lugar a dudas no puede ser coetáneo con ninguno de los restos hallados, como tampoco lo sería la *Crocota spelaea*, que vivió en el Pleistoceno medio, pero cuya presencia allí podría quedar justificada por razones de «habitat». No obstante, un afortunado hallazgo nos ha permitido resolver este problema, creemos de forma satisfactoria. En un nivel idéntico al que se alza la Villa de Pedraza, y en ambas márgenes del cañón por el que corre el río, se han encontrado restos de terrazas cuaternarias antiguas, que aunque intensamente denudadas por la erosión, conservan una estratigrafía lo suficientemente clara como para poder resolver el problema.

En ellas, para confirmar nuestra teoría, se ha encontrado un premolar superior de *Crocota perrieri* y un metacarpiano de elefante, que están ahora en estudio.

Por tanto, podemos concluir, si bien con la reserva que el caso merece, que la presencia de los restos en las cavidades citadas es meramente accidental, que su entrada en las mismas ocurrió en época muy posterior a la muerte del animal, y que el transporte de estos restos, en el primero de los casos pudo ser un arrastre por las aguas que denudaban la ladera, y en el segundo, las microdinas.

Recibido el 2-11-68.

## Correlación estratigráfica de los sondeos perforados en el Sahara español

por el Departamento de Investigaciones Petrolíferas de AUXINI (1)

#### RESUMEN :

La investigación petrolífera en el Sahara español comenzó en 1960, tras la promulgación de la ley de 26 de diciembre de 1958, sobre el «Régimen Jurídico de Investigación y Explotación de los Hidrocarburos y del Decreto del 12 de junio de 1959, «Reglamento para aplicación de la Ley sobre Régimen de la Investigación y Explotación de los Hidrocarburos».

En el período 1960-66 se han desarrollado en el territorio programas considerables de prospección, que han cubierto la mayor parte de las dos cuencas sedimentarias existentes: La Cuenca Paleozoica de Tindouf y la Cuenca Mesozoica y Terciaria de El Aaiún. Se han perforado 68 sondeos (48 en la Cuenca de El Aaiún y 20 en la Cuenca de Tindouf), con un total de 111.542 metros.

El presente trabajo pretende ser una síntesis en la que se resume la información más interesante sobre los sondeos en cuestión. Con este fin se presenta una serie de tablas con los datos conocidos de los sondeos perforados hasta la fecha. Asimismo, se han preparado diversos cortes en los que se efectúa la correlación estratigráfica de los sondeos más significativos. Los techos de las diversas formaciones encontradas se basan en determinaciones paleontológicas y en correlaciones de perfiles eléctricos.

#### SUMMARY :

Active oil exploration in the Spanish Sahara dates from 1960, after the Hydrocarbon Law (26 December 1958) and the Rules for Application of the Hydrocarbon Law (12 June 1959) were issued.

Considerable exploration efforts were carried out in most of the two sedimentary basins (El Aaiún and Tindouf) from 1960 to 1966, 68 wells were drilled (48 in the El Aaiún Basin, 20 in the Tindouf Basin), totaling 111,542 m.

This paper intends to summarize the most important data on the wells drilled in the Spanish Sahara. Nine tables and nine correlation charts are attached to this report. Formation tops have been established by micropaleontology and electric log correlations.

#### RESUME :

L'investigation pétrolière du Sahara Espagnol a commencé en 1960, après la promulgation par le Gouvernement de la Loi des Hydrocarbures du 26 Décembre 1958 et du Règlement d'Application pour la Loi des Hydrocarbures du 12 Juin 1959.

(1) AUXINI, filial del Instituto Nacional de Industria, ha recopilado y sintetizado los datos procedentes de las recientes investigaciones petrolíferas en el Sahara español. La documentación utilizada proviene de las compañías asociadas al INI, a saber: AMOSPAIN, VALDEBRO, PAN-AMERICAN, e IPESA, de los intercambios de información de

estas compañías con otras empresas y, finalmente, del Servicio de Hidrocarburos del Ministerio de Industria. Se ha hecho pleno uso de los Archivos de Investigación Petrolífera de AUXINI y, muy en particular, de los informes y correlaciones de sondeos de R. Querol (AMOSPAIN).

Dans la période 1960-66 on a développé dans ce territoire, des programmes considérables de prospection, couvrant la plupart des deux bassins sédimentaires existants: le Bassin Paleozoïque de Tindouf et le Bassin Mésozoïque et Tertiaire d'El Aaiún. On y a exécuté 68 sondages (48 dans le Bassin de El Aaiún, 20 dans le Bassin Tindouf) avec un total de 111.542 metres perfores.

Le présent travail prétend être une synthèse dans laquelle on fait un résumé des données les plus importantes des sondages en question. Dans ce but on y présente une série de tableaux comprenant tous les sondages perforés jusqu'à ce jour et on y a dessiné diverses lignes de corrélation stratigraphique de chacun des deux bassins. Les limites des formations ont été fixés par des déterminations micropaléontologiques et corrélation des registres électriques.

INTRODUCCIÓN

La campaña petrolífera del Sahara español, iniciada en el año 1960, fue acogida por las compañías con extraordinario interés, ya que se trataba de extensas áreas sedimentarias, con series marinas cuyo estudio de posibilidades petrolíferas estaba prácticamente por hacer. Solamente existían estudios generales de Geología superficial, pero que no habían sido realizados con fines petrolíferos propiamente dichos. Un total de doce empresas obtuvieron Permisos de Investigación que cubrieron la mayor parte de las zonas sedimentarias.

Durante los seis años de vigencia de los Permisos se desarrollaron estudios muy intensos de Geología y de Geofísica, lo que, unido a los sondeos perforados, ha permitido obtener un conocimiento muy completo de las características sedimentarias y estructurales de aquel territorio y, en consecuencia, se puede emitir hoy un juicio muy certero de las posibilidades petrolíferas del mismo.

Desde el punto de vista petrolífero los resultados obtenidos deben calificarse, desafortunadamente, como negativos, ya que solamente hubo indicios de hidrocarburos en algunos sondeos, sin que ninguno llegara a ser comercial. Esto, unido a la escasez de estructuras interesantes, ha motivado la renuncia de la casi totalidad de los Permisos de Investigación.

No creemos que con la pasada campaña se haya dado fin a la investigación petrolífera del Sahara español y pensando en una posible reactivación (actualmente han salido a concurso nuevos Permisos), hemos confeccionado este trabajo de recopilación que deseáramos fuese de utilidad para futuros sondeos.

1. RESUMEN GEOLÓGICO

Se distinguen en el Sahara español las cuatro unidades geológicas siguientes: Precambriano, Cuenca de Tindouf, Cuenca de El Aaiún, y Zona Central Plegada. (ver mapa geológico).

1.1. Precambriano

El Precambriano aflora en extensas áreas del territorio español (regiones del Yetti y del Tiris)

y se continúa más ampliamente por Mauritania. El Precambriano del Sahara español ha sido objeto de un reciente trabajo de A. Arribas (en prensa).

En el flanco Sur de la Cuenca de Tindouf (región del Yetti) el Precambriano está formado por granitos de variada composición (granitos calcoalcalinos con biotita, apáticos con muscovita, granodioritas y granitos con egrina). En la zona meridional del Sahara español (Tiris) sólo una gran unidad metamórfica, la Serie de Auhairit (Arribas, 1960) ha podido ser definida hasta el momento. Esta serie comprende formaciones unas veces de origen ígneo y otras sedimentario que han sufrido un metamorfismo catazonal o mesozonal en los que son frecuentes los fenómenos de migmatización.

1.2. Cuenca de Tindouf

La Cuenca de Tindouf es una amplia depresión del Escudo Precambriano rellena de sedimentos paleozoicos. Ocupa buena parte del extremo nor-oriental del territorio español, pero su mayor desarrollo, tanto superficial como vertical, lo alcanza en Marruecos y en Argelia. Está limitada, al Sur, por el Escudo Precambriano, y al Norte, por las montañas del Anti-Atlas de Marruecos. Esta alineación montañosa tiene allí una dirección Este-Nordeste, pero al entrar en zona española se curva hacia el Sur, tomando una dirección sensiblemente meridiana, constituyendo el borde occidental de la cuenca. Aquella cordillera desaparece, pues, como tal, bien por haber quedado sepultada bajo sedimentos post-paleozoicos, o bien por haber sufrido un fuerte arrasamiento erosivo que la ha convertido en penillanura, como puede observarse al Oeste de Semara. La cuenca es asimétrica y alargada. En su parte más ancha su eje se sitúa en Marruecos y en Argelia con una dirección general Este-Oeste. Al pasar a territorio español el eje sufre la inflexión hacia el Sur, pasando por las proximidades de Semara y tomando también una dirección sensiblemente meridiana. El flanco Sur es estructuralmente muy simple, consistente en un monoclinual que buza suavemente hacia el Norte. La parte de cuenca comprendida en el Sahara es-

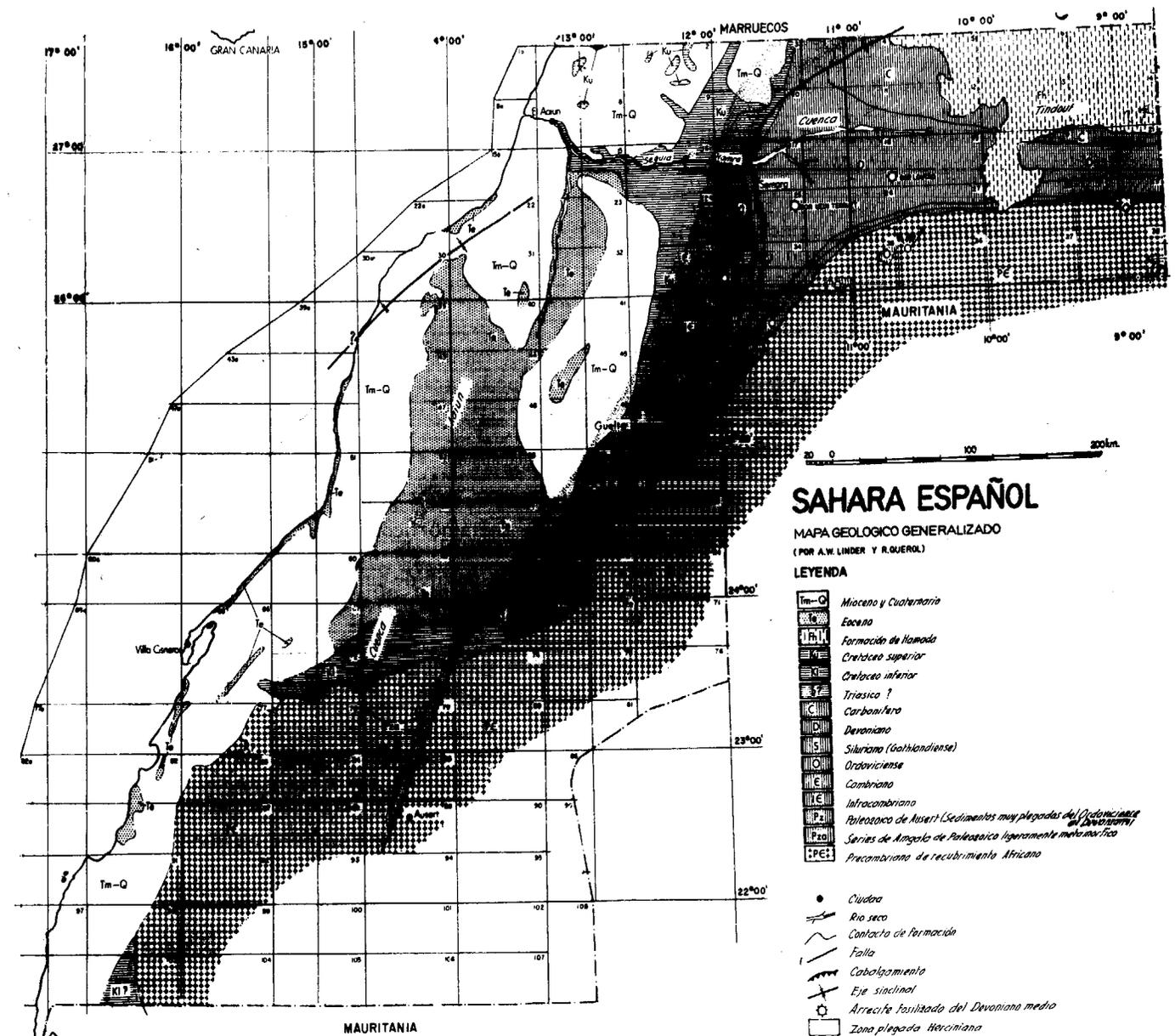


Fig. 1 a.

pañol cae dentro de este flanco Sur. El flanco Norte tiene buzamientos bastante más fuertes y es estructuralmente mucho más complejo. La serie sedimentaria empieza en el flanco Sur con el Ordoviziano y se continúa hasta el Carbonífero. En el extremo Noreste del territorio existe una gran mancha de terrenos post-paleozoicos de edad incierta, pero que posiblemente comprende sedimentos que van del Cretáceo Inferior al Terciario. Es la denominada formación de HAMADA.

1.3. Cuenca del Aaiún

La Cuenca del Aaiún ocupa la porción occidental del territorio español. Está limitada al Este por la que hemos denominado zona Central Plegada, y al Oeste por el Océano Atlántico. La anchura máxima medida en tierra firme es de unos 155 kilómetros y la alcanza a la altura de Cabo Bojador en la parte central del territorio. El límite de la cuenca hacia el mar puede colocarse a la profun-

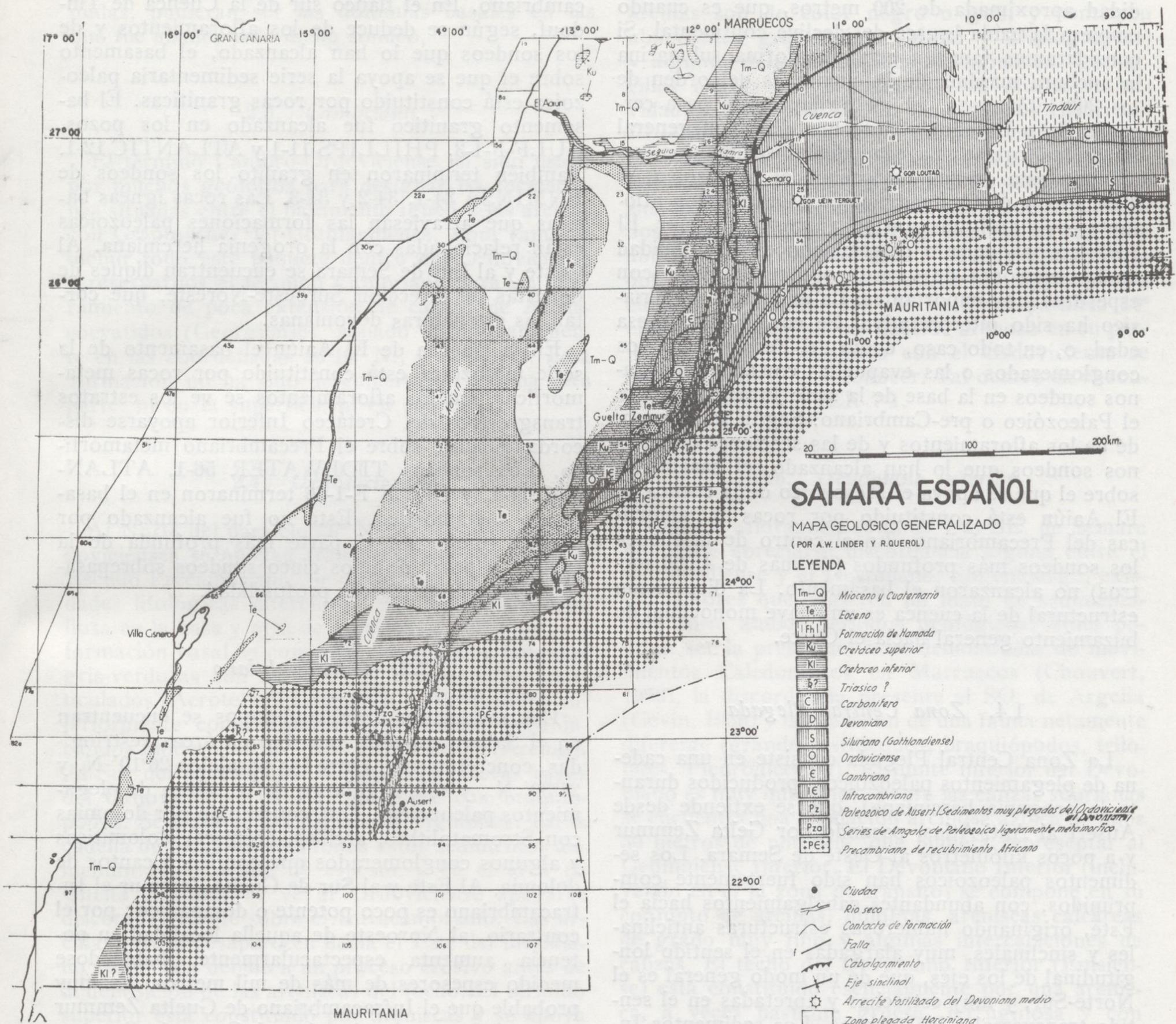


Fig. 1 a.

pañol cae dentro de este flanco Sur. El flanco Norte tiene buzamientos bastante más fuertes y es estructuralmente mucho más complejo. La serie sedimentaria empieza en el flanco Sur con el Ordoviciense y se continúa hasta el Carbonífero. En el extremo Noreste del territorio existe una gran mancha de terrenos post-paleozoicos de edad incierta, pero que posiblemente comprende sedimentos que van del Cretáceo Inferior al Terciario. Es la denominada formación de HAMADA.

### 1.3. Cuenca del Aaiún

La Cuenca del Aaiún ocupa la porción occidental del territorio español. Está limitada al Este por la que hemos denominado zona Central Plegada, y al Oeste por el Océano Atlántico. La anchura máxima medida en tierra firme es de unos 155 kilómetros y la alcanza a la altura de Cabo Bojador en la parte central del territorio. El límite de la cuenca hacia el mar puede colocarse a la profun-

didada aproximada de 200 metros, que es cuando empieza la caída brusca del declive continental. Si consideramos también esta plataforma submarina la anchura máxima de la cuenca es del orden de los 200 kilómetros. El eje de la cuenca pasa cerca de Cabo Bojador y tiene una dirección general Suroeste-Noreste. La edad de los sedimentos que rellenan esta cuenca comprende el Mesozoico, el Terciario y el Cuaternario. Los sedimentos aflorantes más antiguos son del Cretáceo Inferior. El Jurásico ha quedado determinado en profundidad en las secciones de varios sondeos, a veces con espesores muy importantes. La existencia del Triásico ha sido interpretativa. Se consideran de esa edad, o, en todo caso, como del Permo-Trías, los conglomerados o las evaporitas cortadas en algunos sondeos en la base de la serie Jurásica y sobre el Paleozoico o pre-Cambriano. Según se desprende de los afloramientos y de las secciones de algunos sondeos que lo han alcanzado, el basamento sobre el que se apoya el Mesozoico de la cuenca de El Aaiún está constituido por rocas metamórficas del Precambriano. En el centro de la cuenca los sondeos más profundos (de más de 4.000 metros) no alcanzaron el basamento. La disposición estructural de la cuenca es un suave monoclinial de buzamiento general hacia el Oeste.

#### 1.4. Zona Central Plegada

La Zona Central Plegada consiste en una cadena de plegamientos paleozoicos (producidos durante la orogenia hercíniana), que se extiende desde Ausert al Anti-Atlas, pasando por Gelta Zemmur y a pocos kilómetros al Oeste de Semara. Los sedimentos paleozoicos han sido fuertemente comprimidos, con abundantes cabalgamientos hacia el Este, originando numerosas estructuras anticlinales y sinclinales, muy alargadas en el sentido longitudinal de los ejes, que de un modo general es el Norte-Sur, y muy estrechas y apretadas en el sentido transversal a los mismos. Los sedimentos Infracambrianos y Ordovicienses son muy potentes en esta zona plegada, en oposición a lo que sucede en los afloramientos de la Cuenca de Tindouf, donde tienen una potencia reducida o no existente. Esta cadena plegada separa a las dos cuencas sedimentarias, de tectónica muy suave, descritas más arriba.

### 2. ESTRATIGRAFÍA

#### 2.1. Rocas ígneas y metamórficas

Las rocas ígneas y metamórficas son las componentes, como ya se ha dicho, del Escudo Pre-

cambriano. En el flanco sur de la Cuenca de Tindouf, según se deduce de los afloramientos y de los sondeos que lo han alcanzado, el basamento sobre el que se apoya la serie sedimentaria paleozoica está constituido por rocas graníticas. El basamento granítico fue alcanzado en los pozos, GULF-F-1-3, PHILLIPS 11-1 y ATLANTIC 12-1. También terminaron en granito los sondeos de ENMINSA 34-1, 34-2 y 34-3. Las rocas ígneas básicas que atraviesan las formaciones paleozoicas están relacionadas con la orogenia hercíniana. Al Oeste y al Sur de Semara se encuentran diques de doleritas de dirección Suroeste-Noreste, que cortan las estructuras devonianas.

En la Cuenca de El Aaiún el basamento de la serie mesozoica está constituido por rocas metamórficas. En los afloramientos se ve los estratos transgresivos del Cretáceo Inferior apoyarse discordantemente sobre el Precambriano metamórfico. Los sondeos TIDEWATER 56-1, ATLANTIC 77-1, y GULF E-1-66 terminaron en el basamento metamórfico. Este no fue alcanzado por ningún sondeo en la parte más profunda de la cuenca, a pesar de unos cinco sondeos sobrepasaron los 4.000 metros de profundidad.

#### 2.2. Infracambriano

Los sedimentos Infracambrianos se encuentran en el Sahara español, tan sólo en áreas restringidas, concretamente, entre los paralelos 26°10' N. y 24°30' N., y sólo a lo largo de la cadena de plegamientos paleozoicos. Está constituido por dolomías con Stromatolithes, arcillas, areniscas dolomíticas y algunos conglomerados que contienen cantos de dolomía. Al Este y al Sur de Guelta Zemmur el Infracambriano es poco potente o desaparece; por el contrario, al Noroeste de aquella localidad su potencia aumenta espectacularmente, habiéndose medido espesores de más de mil metros. Es muy probable que el Infracambriano de Guelta Zemmur se continúe en el subsuelo, al Oeste de Semara, para reaparecer otra vez en el Anti-Atlas Occidental, con potencias considerables. Los sedimentos de esta edad pudieron muy bien haberse depositado en la Cuenca de Tindouf. Si ello fue así, dichos sedimentos fueron arrasados por la erosión antes de la deposición del Ordoviciense. No se ha encontrado, en efecto, Infracambriano ni en los afloramientos del flanco Sur de la Cuenca de Tindouf, ni en los sondeos perforados en la misma.

El límite occidental de las formaciones infracambrianas puede situarse en la zona de charnela, de la Cuenca de El Aaiún. Solamente un sondeo de la misma, el AMOSPAIN A-1-41 pudiera haber cortado el Infracambriano. De esa edad, aunque con

dudas, pudieran ser las dolomías basales en las que fue abandonado dicho sondeo.

#### 2.3. Cambriano

El término Cambro-Ordoviciense ha sido usado por muchos geólogos para designar las formaciones situadas entre el basamento ígneo y las arcillas con Graptolithes del Gothlandiense. Aquí vamos a incluir todo este paquete dentro del Ordoviciense y reservarnos el término Cambriano para un afloramiento de poca extensión de calizas de Archaeocyatidos (Georgiense), situado aproximadamente en las coordenadas 26°10' N., y 12°10' O. Esta formación no ha sido descubierta en alguna otra parte, ni en la superficie ni en sondeos.

#### 2.4. Ordoviciense

Al Norte del paralelo 26° N. las formaciones ordovicienses se apoyan transgresivamente sobre el Escudo Precambriano. Se distinguen en él dos unidades litológicas diferentes: una formación arcillosa en la base y otra de areniscas en el techo. La formación basal se compone de arcillas y limolitas gris-verdosas con un nivel de braquiópodos inarticulados (Acrotelle y Lingulella), considerados anteriormente como Cambro-Ordoviciense, pero incluidos modernamente en el Ordoviciense (Arenig). Al Sur del paralelo 26° N. aparecen nuevas capas del Ordoviciense, bajo el horizonte con braquiópodos. Se trata de areniscas con Tiguillites. En la cadena de plegamientos todos estos sedimentos aumentan rápidamente de espesor y en el área de Guelta Zemmur se ve al Ordoviciense apoyarse discordantemente sobre el Infracambriano. Las arcillas verdes desaparecen hacia el Este del meridiano 10°40' W., debido a un proceso erosivo antes de la deposición de las areniscas del techo. El término superior está constituido por areniscas y se apoya con manifiesta discordancia erosiva, bien sobre el basamento granítico, bien sobre la formación de arcillas verdes descritas anteriormente. Estas areniscas del Ordoviciense Superior (Caradoc?) son, en conjunto, de grano muy fino a conglomerático, con estratificación entrecruzada y con algunas pasadas cuarácicas. A veces son un poco ferruginosas. Se presentan en bancos gruesos.

#### 2.5. Gothlandiense

Es discordante sobre los pisos inferiores. Se compone en los afloramientos de dos términos: uno arcilloso en la base y otro calizo al techo. Las

arcillas son de color negro o gris, y contienen abundantes graptolites (Mono y Diplograptus) y algunos delgados niveles ferruginosos. Las arcillas negras son bituminosas, de mucha resistividad, y características en los registros eléctricos. El término superior se compone de calizas negras o azuladas, muy fétidas al corte, con intercalaciones arcillosas y un delgado nivel de yeso. Las calizas no se han encontrado en los sondeos perforados en el centro de la cuenca. Los fósiles son muy abundantes. Podemos citar: Monograptus Prionon, Cardiola interrupta, Orthoceras, Syphocrimus elegans, Crinoides, etc. Al Este del paralelo 10° el Gothlandiense parece hacerse arenoso en su parte inferior y el contacto con el Ordoviciense se hace más difícil de reconocer. Tal ocurre en el sondeo de TIDEWATER 7-1.

#### 2.6. Devoniano Inferior

En los afloramientos al S. y al SE. de Semara no puede apreciarse discordancia alguna entre el Gothlandiense y el Devoniano. Sin embargo, existen factores que sugieren un hiato de sedimentación entre ambos períodos geológicos. Tales podrían ser la presencia, bien demostrada, de movimientos Caledonianos en Marruecos (Chouvert, 1952), la discordancia presente al SO. de Argelia (Gevin, 1958) y la aparición de una fauna netamente diferente (grandes ostrácodos, braquiópodos, trilobites, Pleurodictyum). El límite inferior del Devoniano es muy impreciso. Sobre las calizas silurianas se encuentra una formación arcillosa azoica de unos 50 metros de potencia, que pudiera representar al Gedinnense Inferior. El Devoniano Inferior (incluyendo en él la zona de tránsito) se compone en su conjunto de arcillas, limolitas, areniscas calcáreas de grado muy fino y algunas intercalaciones de calizas. El techo del Devoniano Inferior (Emsiense) está constituido esencialmente por una arenisca, a veces bastante gruesa, ferruginosa y con estratificación entrecruzada. Esta arenisca es un nivel muy continuo en toda la cuenca y produce una deflexión muy característica en los registros de potencial espontáneo de los sondeos.

#### 2.7. Devoniano Medio

Puede apreciarse una ligera discordancia erosiva entre el Devoniano Medio y el Inferior. A las areniscas del Emsiense le siguen una alternancia de arcillas y niveles areniscos en la base y una alternancia de arcillas y margas al techo con numerosos fósiles (Phacops, Crinoides, Braquiópodos, Políperos, etc), pertenecientes al Eifeliense. El lí-

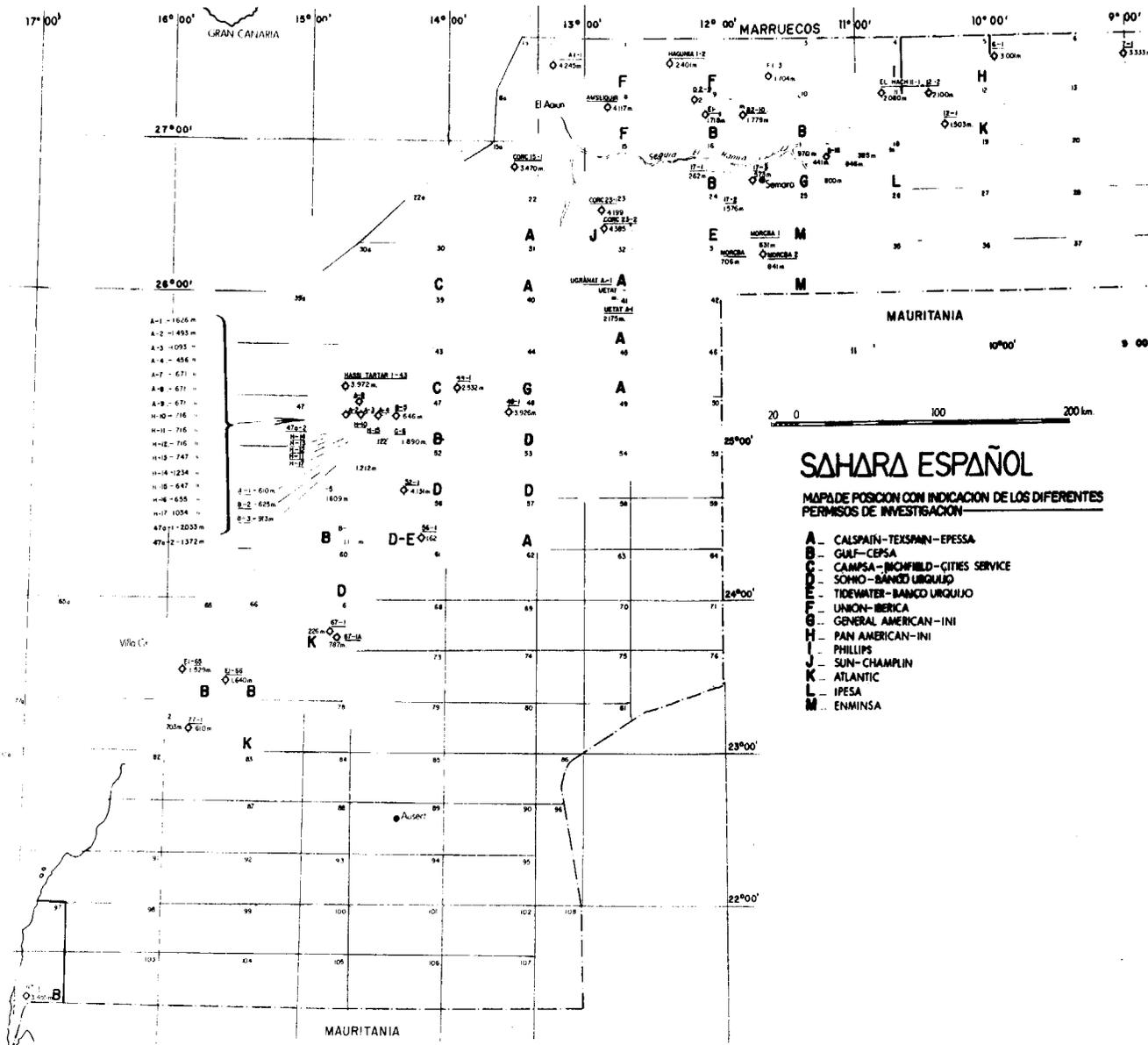


Fig. 1 b.

mite inferior del Givetiense está caracterizado por un nivel de goniatites (Wernoceras Cripsiformis). El Givetiense está constituido por niveles de arcillas y margas con intercalaciones de bancos calizos. La macrofauna es extraordinariamente abundante (braquiópodos, trilobites, calceolas, corales, ostrácodos, crinoideos, briozoarios, etc.), y los desarrollos arrecifales del tipo biostromal y biohermal son muy corrientes. Los arrecifes biohermales del Devoniano Medio (GOR UEIN TERGUET y GOR LOUTAD) destacan mucho en el terreno. La mayor parte son aproximadamente circulares, con

un diámetro de 500 a 1.500 metros. Los arrecifes biohermales se presentan, tanto localmente como a escala regional, en alineaciones de dirección ENE-OSO. No se han encontrado arrecifes biohermales en los sondeos de la Cuenca de Tindouf, a pesar de que la prospección petrolífera se orientó en buena parte en su búsqueda.

2.8. Devoniano Superior

El Devoniano Superior (Frasiense) está compuesto de arcillas y limolitas con algunas interca-

CUENCA DEL AAJUN

CUENCA DEL AAJUN

NOMBRE	DEBAT A-1-32	USPAT A-1-41	USPAT A-2-41	44-1	48-1	52-1	56-1	A-2-47	A-3-47
D-5-51	GULF	24° 40' 16" N 14° 53' 11" W	51	1.609	1.962				
3-6-51	GULF	24° 25' 48" N 14° 45' 19" W	51	1.188	1.962				
E-1-66	GULF	23° 30' 00" N 15° 32' 07" W	66	1.640	1.962				
67-A1	ATLANTIC	23° 47' 23" N 14° 47' 57" W	67	787	1.961				
77-1	ATLANTIC	23° 12' 02" N 15° 49' 00" W	77	132	610	1.961			
77-2	ATLANTIC	23° 12' 08" N 16° 01' 53" W	77	65	2.703	1.963			
97-1	GULF	21° 25' 10" N 16° 55' 34" W	97	8	3.455	1.963			
PROFUNDIDAD TOTAL EN METROS									
FECHA									
EDAD DE LAS FORMACIONES									
Quaternario-Joergense									
Eoceno									
Cretáceo Superior									
Cretáceo Inferior									
Jurásico									
Triásico?									
Permiano									

Tabla VII

## CUENCA DE TINDOUF

NOMBRE	7-1-3		6-1		7-1		8-2-10		EL BACH 11-1		12-1		12-2		SEMABA 17-1		SEMABA 17-2		SEMABA 17-3	
COMPANIA	GULF		PAR - AMERICAN		TELEWATER		GULF		PHILLIPS		ATLANTIC		ATLANTIC		VALDEBRO		VALDEBRO		VALDEBRO	
COORDENADAS	27° 22' 41" N 11° 36' 12" W		27° 31' 38" N 09° 57' 34" W		27° 34' 11" N 09° 00' 06" W		27° 10' 07" N 11° 45' 58" W		27° 17' 19" N 10° 51' 27" W		27° 05' 42" N 10° 21' 07" W		27° 16' 29" N 10° 27' 06" W		26° 47' 51" N 11° 50' 30" W		26° 42' 21" N 11° 45' 35" W		26° 43' 15" N 11° 45' 34" W	
CUADRICULA	3		6		7		10		31		32		12		17		17		17	
CUADRÍCULA DE LA MESA ROTACIONAL DE LOS SUBS RIYBIS DE LA MESA ROTACIONAL DE LOS SUBS RIYBIS	325		495		466		296		111		329		518		152		192		175	
PROFUNDIDAD TOTAL EN METROS	1.704		3.001		3.333		1.779		2.080		1.503		2.100		262		1.576		573	
FECHA	1.961		1.963		1.962-63		1.960		1.962-63		1.962		1.962		1.962		1.962-63		1.963	
EDAD DE LAS FORMACIONES	Precretácico Cretácico inferior Paleoceno Neoceno		Precretácico Cretácico inferior Paleoceno Neoceno		Precretácico Cretácico inferior Paleoceno Neoceno															
Cretácico Inferior (Banda)	Superficie		Superficie		Superficie															
Carbonifera	-		178 - 317 1002		92 - 374 1473		-		-		-		-		-		-		-	
Devoniano Superior	-		1.180 - 685 577		1.565 - 1099 543		262 + 34 488		Superficie		Superficie		366 - 492 597		-		-		-	
Devoniano Medio	198 - 427 303		1.757 - 3262 473		2.108 - 1642 455		750 - 454 450		768 - 417 434		378 - 45 414		969 - 445 418		-		Superficie		Superficie	
Devoniano Inferior	581 - 426 304		2.230 - 1735 397		2.562 - 2097 317		1.200 - 940 350		1.200 - 851 323		792 - 463 255		1.351 - 463 323		Superficie > 262		490 - 498 670		542 - 367 731	
Ordoviciano	965 - 640 275		2.621 - 2126 369		2.880 - 2414 453		1.550 - 1254 229		1.525 - 1174 268		1.047 - 718 297		1.704 - 186 321		-		1.160 - 968 400		-	
Ordoviciano	1.240 - 495 833		2.990 - 2495 > 11		-		1.779 - 1483 > 1		1.787 - 1436 187		1.344 - 1015 146		2.016 - 1498 > 84		-		1.960 - 1368 > 16		-	
Basamento	1.673 - 308 (Granito)		-		-		-		2.074 - 1723 (Granito)		1.490 - 1161 (Granito)		Correlación discontinua		-		Potencialmente grandes tablas o bloques de basamento y derivación del rumbo		-	

Tabla I

## CUENCA DE TINDOUF

NOMBRE	A - 18			B - 18			C - 18			D - 18			E - 18			F - 18			G - 18			MORCHA 34-1			MORCHA 34-2			MORCHA 34-3		
COMPANIA	IPRESA			IPRESA																										
COORDENADAS	26° 51' 42" N 11° 17' 36" W			26° 50' 42" N 11° 17' 15" W			26° 43' 34" N 11° 12' 03" W			26° 40' 02" N 11° 10' 36" W			26° 57' 11" N 11° 03' 31" W			26° 53' 06" N 11° 00' 32" W			26° 56' 01" N 10° 56' 40" W			26° 16' 00" N 11° 35' 00" W			26° 16' 00" N 11° 30' 00" W			26° 11' 00" N 11° 30' 30" W		
CUADRICULA	18			18			18			18			18			18			18			18			18			18		
CUADRÍCULA DE LA MESA ROTACIONAL DE LOS SUBS RIYBIS DE LA MESA ROTACIONAL DE LOS SUBS RIYBIS	163			162			161			162			161			162			161			162			161			162		
PROFUNDIDAD TOTAL EN METROS	970			441			800			846			553			395			413			631			841			200 aprox.		
FECHA	1.964			1.966			1.966			1.966-67			1.967			1.966-67			1.967			1.965			1.965			1.965		
EDAD DE LAS FORMACIONES	Precretácico Cretácico inferior Paleoceno Neoceno																													
Cretácico Inferior (Banda)	Superficie			Superficie																										
Carbonifera	-			-			-			-			-			-			-			-			-			-		
Devoniano Superior	Superficie			Superficie			Superficie			Superficie			1.1 + 300 413			Superficie			Superficie			Superficie			Superficie					
Devoniano Medio	?			Superficie			Superficie			Superficie			?			Superficie			Superficie			Superficie			Superficie					
Devoniano Inferior	487 - 304			413 - 271 8			312 - 115			359 - 117			54 - 31 119			319 - 103 2 6			418 - 200 > 5			349 - 124			397 - 208			370 - 170		
Ordoviciano	?			?			?			?			?			?			?			?			?			?		
Ordoviciano	966 - 403 > 4			7			7			7			7			7			7			7			7			7		
Basamento	1.673 - 308 (Granito)			-			-			-			-			-			-			-			-			-		

Tabla II

## CUENCA DEL AAIUN

NOMBRE	IADRA 1-1			IADRA 1-2			ANGELIER 1-3			D 2-9			E 1-9			A 1-10			ORO 15-1			ORO 23-1			ORO 23-2			BASIS TARDAR 1-43					
COMPANIA	IDRON			IDRON			IDRON			GULF			GULF			GULF			SHADWIN			CHAMPLIN			CHAMPLIN			HICPLED					
COORDENADAS	27° 28' 55" N 13° 12' 47" W			27° 31' 38" N 12° 21' 30" W			27° 42' 24" N 12° 49' 47" W			27° 14' 55" N 12° 02' 30" W			27° 09' 34" N 12° 04' 39" W			27° 11' 16" N 11° 52' 20" W			26° 49' 43" N 13° 29' 54" W			26° 34' 10" N 12° 32' 29" W			26° 27' 36" N 12° 51' 00" W			25° 24' 40" N 14° 43' 30" W					
CUADRICULA	1			2			8			9			9			10			15			23			23			43					
CUADRÍCULA DE LA MESA ROTACIONAL DE LOS SUBS RIYBIS DE LA MESA ROTACIONAL DE LOS SUBS RIYBIS	12			224			112			283			388			330			14			179			205			200 aprox.					
PROFUNDIDAD TOTAL EN METROS	4.245			2.401			4.117			2.064			1.718			551			3.470			4.199			4.365			3.972					
FECHA	1.961			1.962			1.961-62			1.961			1.960-61			1.960			1.962			1.962			1.962-63			1.961-62					
EDAD DE LAS FORMACIONES	Precretácico Cretácico inferior Paleoceno Neoceno																																
Quaternario y Neogeno	Superficie			Superficie																													
Socono	Falta			Superficie			Superficie			Superficie			268 - 190 851																				
Cretácico Superior	Falta			Falta			Falta			Superficie			Superficie			Superficie			162 - 148 774			190 - 11 645			250 - 45 599			1123 - 1053 590					
Cretácico Inferior	1090 - 1078 1617			391 - 167 1551			487 - 375 1422			138 - 145 547			Superficie			Superficie			112 4268 441			936 - 422 2334			835 - 456 1253			849 - 644 1466			1573 - 1603 2299		
Jurásico	2707 - 4695 1538			1942 - 718 459			2145 - 2033 1972			1085 - 800 435			Basamento en continuidad con Trifásico			Falta			3270 - 236 2200			2688 - 1908 211			1917 - 712 2193			1278 - 1603 2299					
Trifásico?	-			-			-			-			-			-			-			-			-			-			-		
Basamento	-			-			-			-			-			-			-			-			-			-			-		

Tabla III

## CUENCA DEL AAIUN

NOMBRE	OGBANAT A-1-32			UNZAT A-1-41			UNZAT A-2-41			44 - 1			48 - 1			52 - 1			56 - 1			A - 2 - 47			A - 3 - 47					
COMPANIA	AMOSPAIN			AMOSPAIN			AMOSPAIN			I.N.I.			TELEWATER			TELEWATER			TELEWATER			GULF			GULF					
COORDENADAS	26° 00' 10" N 13° 06' 31" W			25° 55' 31" N 12° 52' 27" W			25° 57' 30" N 12° 54' 02" W			25° 23' 10" N 13° 57' 16" W			25° 13' 00" N 13° 35' 00" W			24° 43' 06" N 14° 18' 37" W			24° 31' 50" N 14° 10' 01" W			25° 12' 33" N 14° 43' 30" W			25° 12' 33" N 14° 43' 30" W					
CUADRICULA	32			41			41			44			48			52			56			47			47					
CUADRÍCULA DE LA MESA ROTACIONAL DE LOS SUBS RIYBIS DE LA MESA ROTACIONAL DE LOS SUBS RIYBIS	201			257			242			178			254			188			152			-			-					
PROFUNDIDAD TOTAL EN METROS	3.609			1.882			2.175			2.532			3.926			4.131			1.620			1.493			1.093					
FECHA	1.962			1.963			1.964			1.964			1.962			1.962			1.961-62			1.961			1.961					
EDAD DE LAS FORMACIONES	Precretácico Cretácico inferior Paleoceno Neoceno																													
Quaternario y Neogeno	Superficie																													
Socono	Superficie			Superficie			Superficie			246 - 593 714			Superficie			218 - 30 641			Superficie			Superficie			-					
Cretácico Superior	345 - 144 493			193 464 385			215 430 410			960 - 782 303			531 - 277 399			812 - 671 385			400 - 148 280			-			-					
Cretácico Inferior	838 - 637 1723			578 - 321 839			625 - 380 1029			1260 - 1024 272			920 - 666 306			1244 - 1060 887			680 - 428 610			-			-					
Jurásico	1961 - 1760 228			1417 - 1160 272			1650 - 1495 348			-			-			-			-			Falta o sea, continencia			-			-		
Trifásico?	-			-			-			-			-			-			-			-			-			-		
Basamento	-			-			-			-			-			-			-			1600 - 1340 (Infra-cambriano)			-			-		

Tabla IV

## CUENCA DEL AAIUN

NOMBRE	A - 4 - 47			B - 5 - 47			C - 6 - 47			A - 7 - 47			A - 8 - 47			A - 9 - 47			B - 10 - 47			B - 11 - 47			B - 12 - 47			B - 13 - 47		
COMPANIA	GULF																													
COORDENADAS	25° 12' 33" N 14° 31' 37" W			25° 12' 33" N 14° 25' 32" W			25° 01' 26" N 14° 21' 32" W			25° 18' 00" N 14° 37' 00" W			25° 18' 00" N 14° 38' 32" W			25° 18' 00" N 14° 40' 15" W			25° 09' 30" N 14° 42' 00" W			25° 07' 10" N 14° 42' 09" W			25° 07' 10" N 14° 45' 05" W			25° 07' 10" N 14° 46' 40" W		
CUADRICULA	47																													

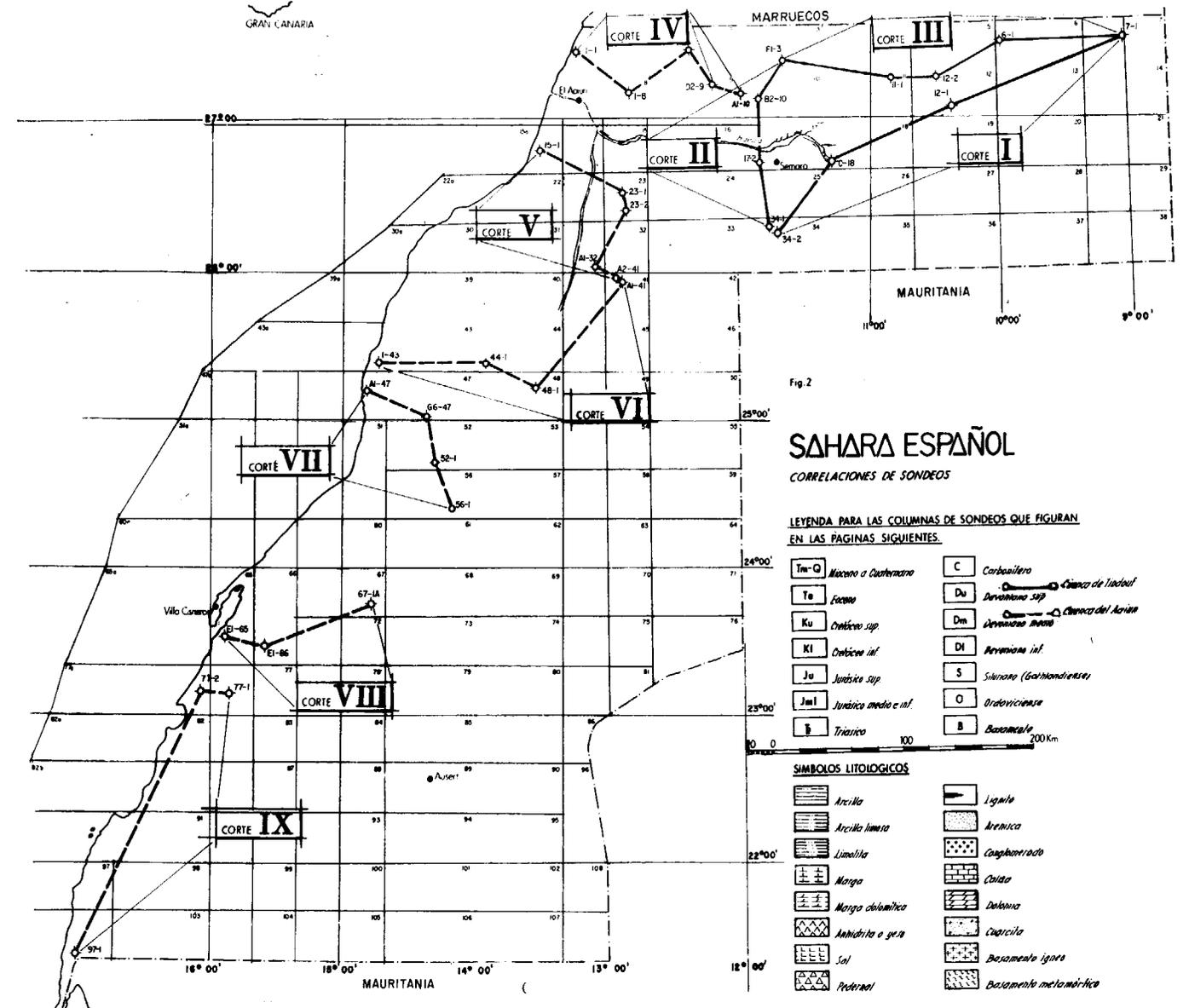


Fig. 2

laciones delgadas de areniscas y calizas. Existen niveles muy fosilíferos (*Spirifer Verneuilli* y *Tentaculites*). Se encuentran a menudo huellas de fucoides, pistas de gusanos y ripple-marks, que indican sedimentación en mares muy someros.

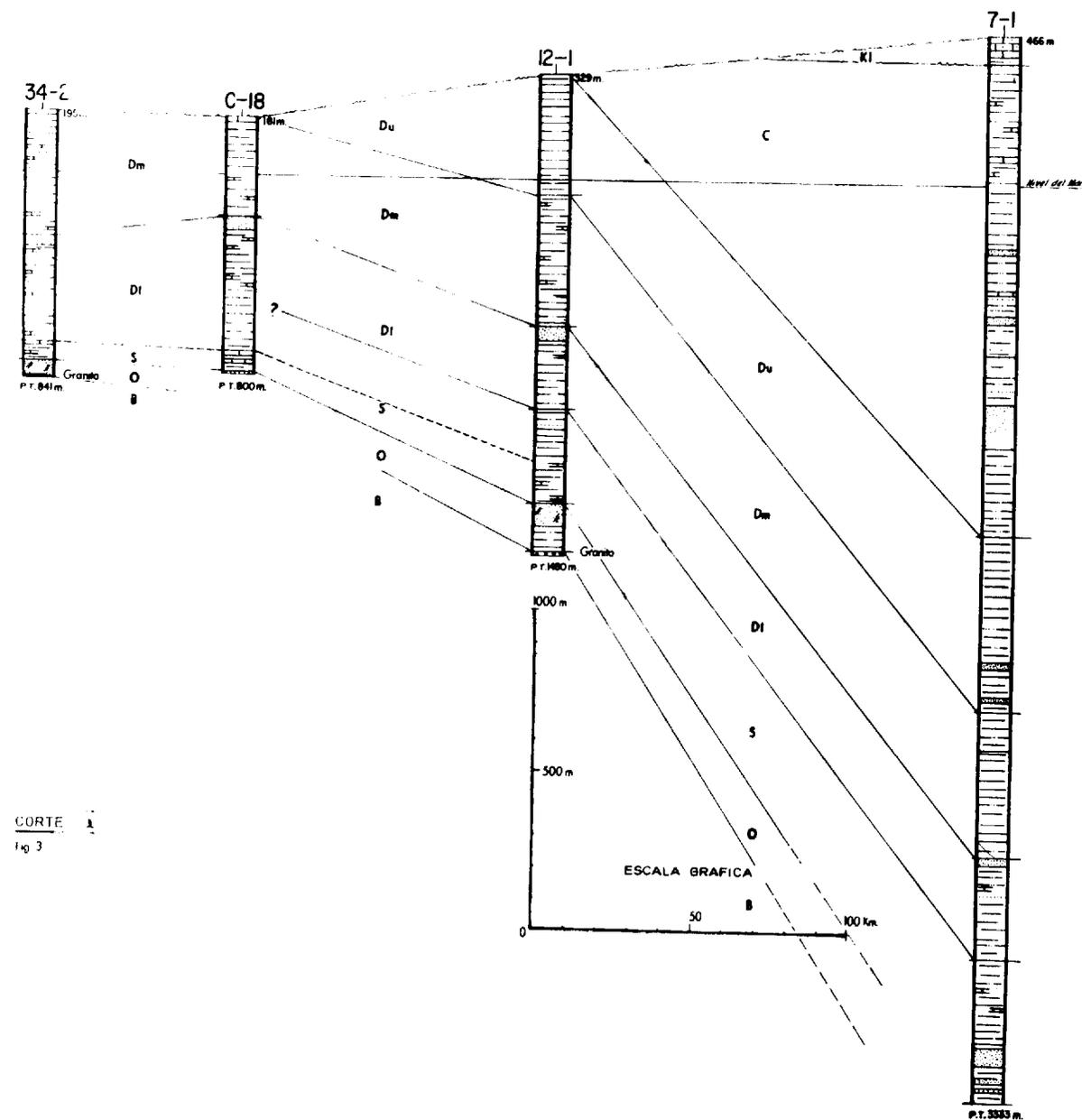
2.9. Carbonífero

El contacto del Carbonífero con el Devoniano Superior es dudoso porque estos sedimentos son poco fosilíferos en la parte occidental de la Cuenca de Tindouf. En los afloramientos, las capas infe-

riores del Carbonífero son limolitas y areniscas de grano fino, mientras que más arriba predominan las areniscas de color marrón. Los sondeos 6-1 y 7-1 cortaron arcillas con algunos niveles calizos por encima de dichas areniscas. Los sedimentos post-paleozoicos de la Hamada del Draa cubren discordantemente estas areniscas.

2.10. Triásico

No se puede demostrar la presencia de sedimentos Triásicos en la Cuenca de El Aaiún. Sin em-



CORTE I  
Fig. 3

bargo, es probable que sean de esta edad dos formaciones encontradas en diversos sondeos bajo el Jurásico marino fosilífero y sobre el basamento pre-Cambriano o Paleozoico. La más moderna de estas formaciones es evaporítica y contiene anhidritas y yesos en los sondeos D2-9 (Gulf) y 23-2 (Champlin). Asimismo varias estructuras en la plataforma continental pudieran deber su origen a evaporitas del Triásico. La formación más antigua está constituida por un conglomerado poligénico de cantos gruesos, que recubre directamente el basamento (sondeos A1-41, A2-41 de Amospain,

D2-9 y E1-9 de Gulf, así como probablemente los conglomerados basales del sondeo 56-1 de Tidewater).

2.11. *Jurásico Inferior y Medio*

Es de tendencia transgresiva y solamente es conocido con certeza al Norte del paralelo 25°40' N. Al Sur del mismo, si ha sido alcanzado por los sondeos no, se ha podido diferenciar del Cretáceo Inferior detrítico. Tal es el caso de los sondeos

de TIDEWATER 48-1 y 52-1, cuya parte más profunda (sedimentos clásticos continentales con frecuente anhidrita) quizás pertenezca al Jurásico y no al Cretáceo Inferior. Se ha tomado como techo del Jurásico Medio e Inferior la base de la zona con Pseudocyclamina jaccardi. Su litología se compone de una alternancia de facies evaporíticas continentales con facies marinas, predominando siempre en la parte alta los sedimentos marinos.

2.12. *Jurásico Superior*

El Jurásico Superior marino está constituido por calizas arcillosas. Se ha dividido este piso en dos tramos definidos por la presencia de los foraminíferos Pseudocyclamina jaccardi (tramo inferior) y la Iberina lusitánica (tramo superior).

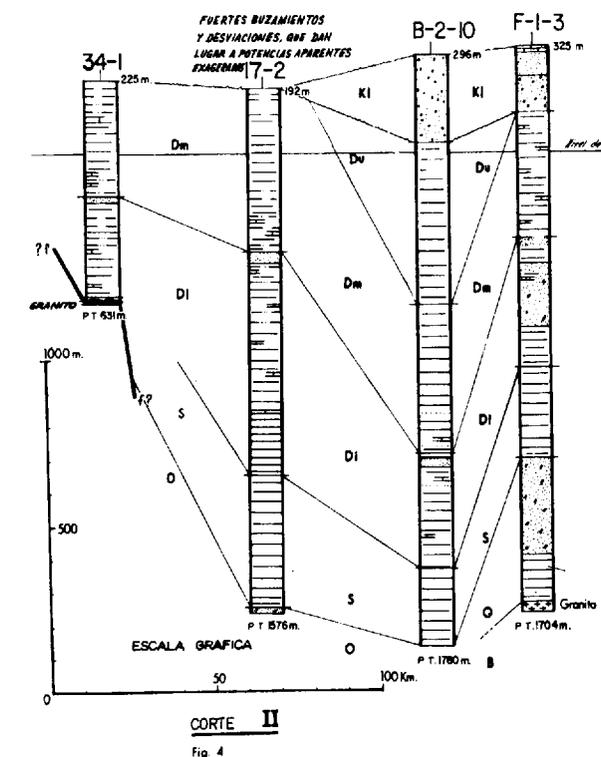
2.13. *Cretáceo Inferior*

Se le ha subdividido en dos tramos: Cretáceo Inferior Antiguo (Neocomiense?) y Cretáceo Inferior Moderno (Aptense-Albense?). En el Neocomiense se inicia una regresión general y las facies francamente marinas sólo se mantienen en el extremo NW. de la Cuenca (facies arcilloso-carbonatadas de los sondeos 1-1 de UNION y 15-1 de CHAMPLIN). Se ha tomado como base del Neocomiense las capas más altas con Ibérica Lusitánica a partir de las cuales las facies se hacen progresivamente más litorales y continentales hacia arriba y los sedimentos se componen esencialmente de arcillas abigarradas, areniscas, algunas dolomías y frecuentes intercalaciones de delgadas capas de lignito. La base del Albo-Aptense se ha situado en una discordancia deducida de la sísmica de reflexión y de los registros eléctricos. En los registros eléctricos de casi todos los sondeos se aprecia un fuerte cambio en la salinidad de las aguas contenidas en el Cretáceo Inferior (salinidades bajas en la parte superior y altas en la inferior). En el Albo-Aptense se alcanza el máximo de la regresión, y en él predominan los sedimentos clásticos gruesos (fuertes espesores de arenas arcósicas). Tan sólo se encuentran sedimentos marinos a litorales en el sondeo 15-1 de CHAMPLIN.

2.14. *Cretáceo Superior*

El Cretáceo Superior es marino y transgresivo. Se compone de dos unidades. En la base se encuentra la formación arcillosa-dolomítica de Anech y en el techo las arcillas y limonitas de la formación de Gaada, ricas en hidrocarburos, pero sin permeabilidad. El Cretáceo Superior marino con-

tiene abundantes foraminíferos, especialmente Globotruncana. Hacia el Sur el Cretáceo Superior ha desaparecido por erosión antes de la deposición del Terciario, o bien se confunde con el Cretáceo In-



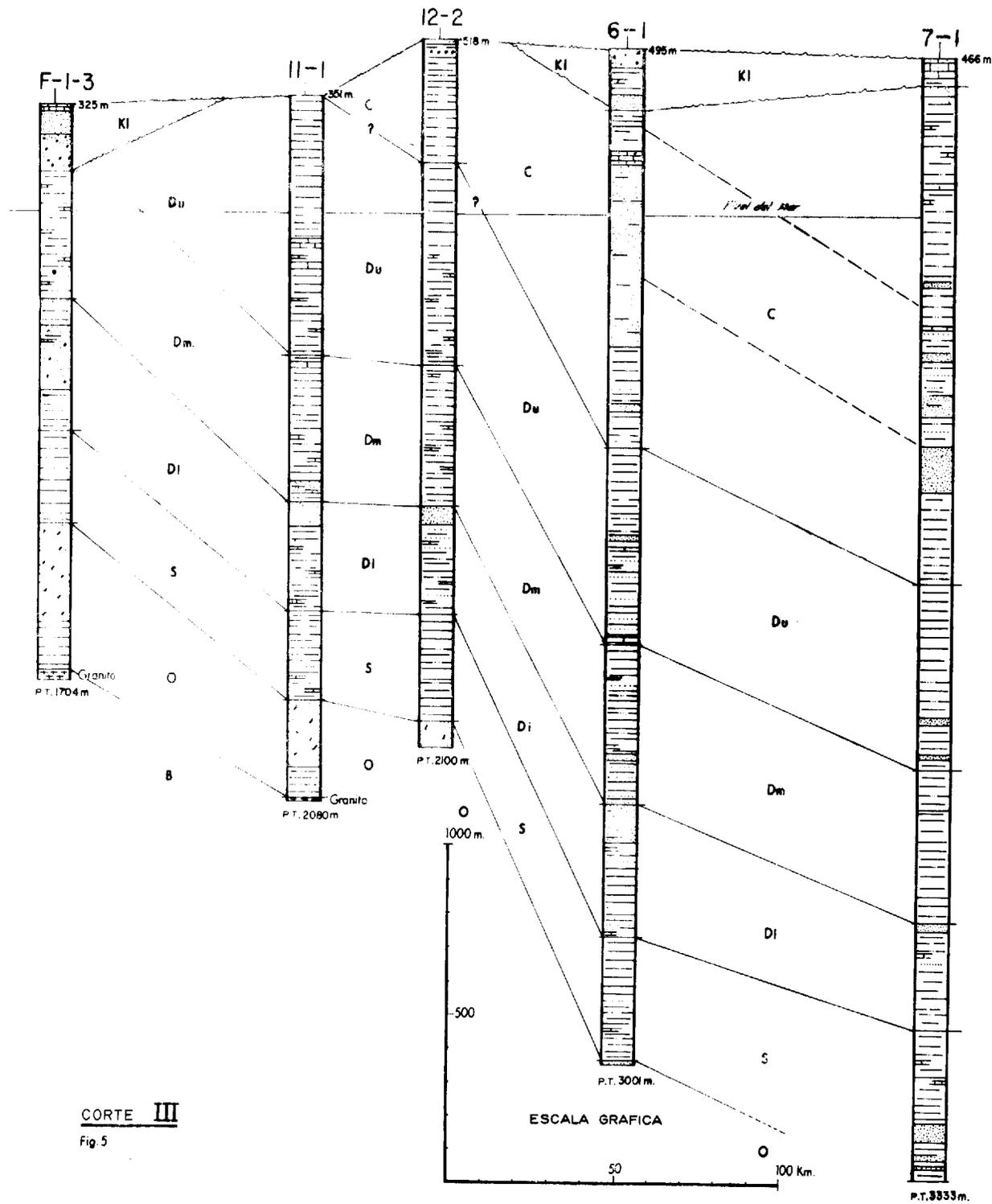
ferior por tener facies arenosas idénticas (Sondeos 97-1, E-1-65, E-1-66 de GULF, y 77-1, 77-2 y 67-1A de ATLANTIC).

2.15. *Paleoceno-Eoceno*

Se inicia este período con la formación de Yebel-lat, esencialmente arenosa y discordante sobre el Cretáceo Superior. Hacia el SE, las areniscas de Yebel-lat descansan sobre el Cretáceo Inferior. Lateralmente y hacia arriba, las areniscas de Yebel-lat pasan a la formación de Itguí margosa, a menudo silicea, con frecuentes intercalaciones de sílex negro. Contiene abundantes indicios de hidrocarburos pero carece de permeabilidad. Al Norte y al Oeste de la cuenca, la formación de Itguí reposa en discordancia sobre el Cretáceo Superior. Su base contiene ricos yacimientos de fosfatos actualmente en vías de explotación. Este período termina con la formación arenosa de Aridal.

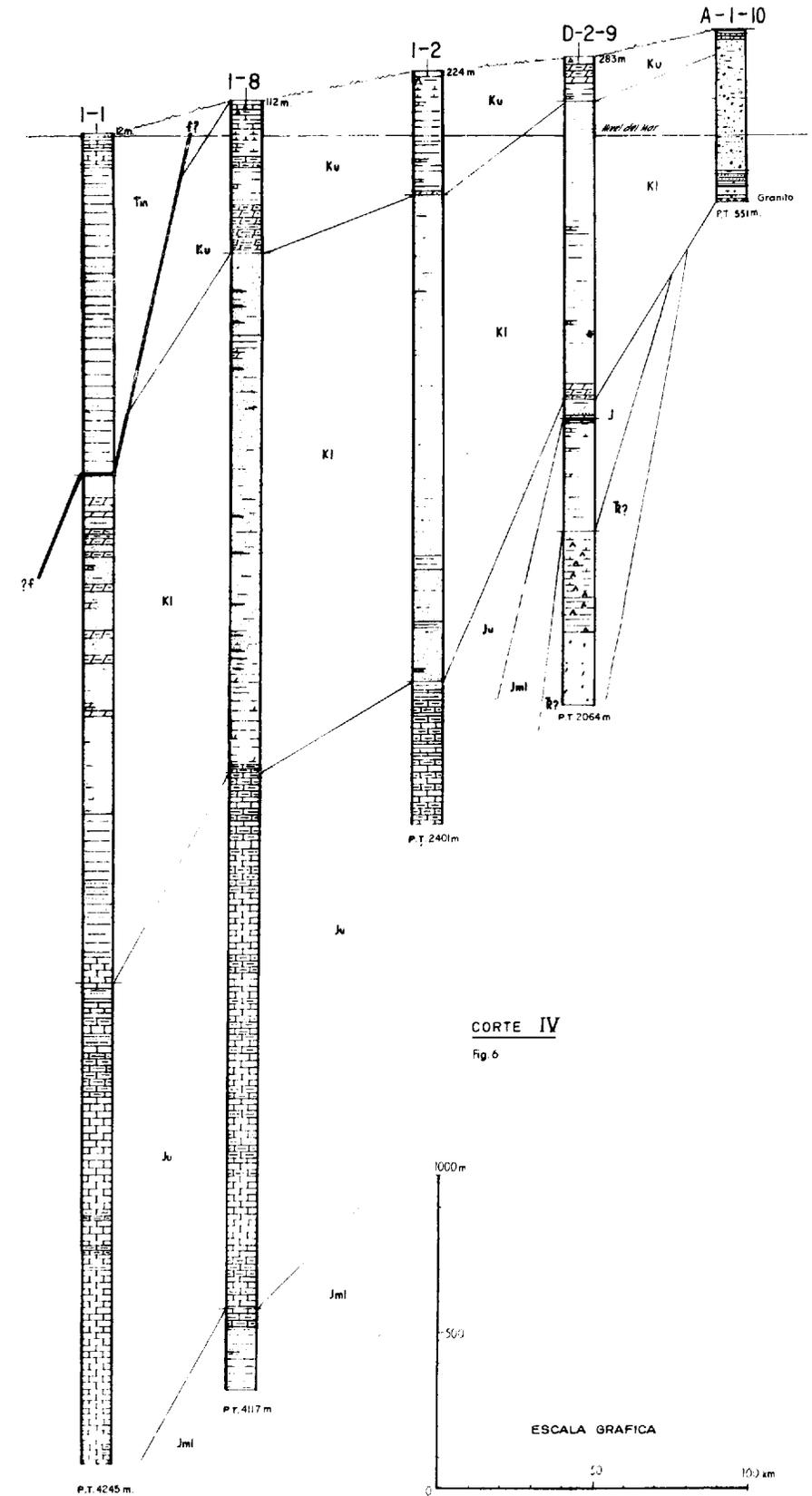
2.16. *Mioceno y Cuaternario*

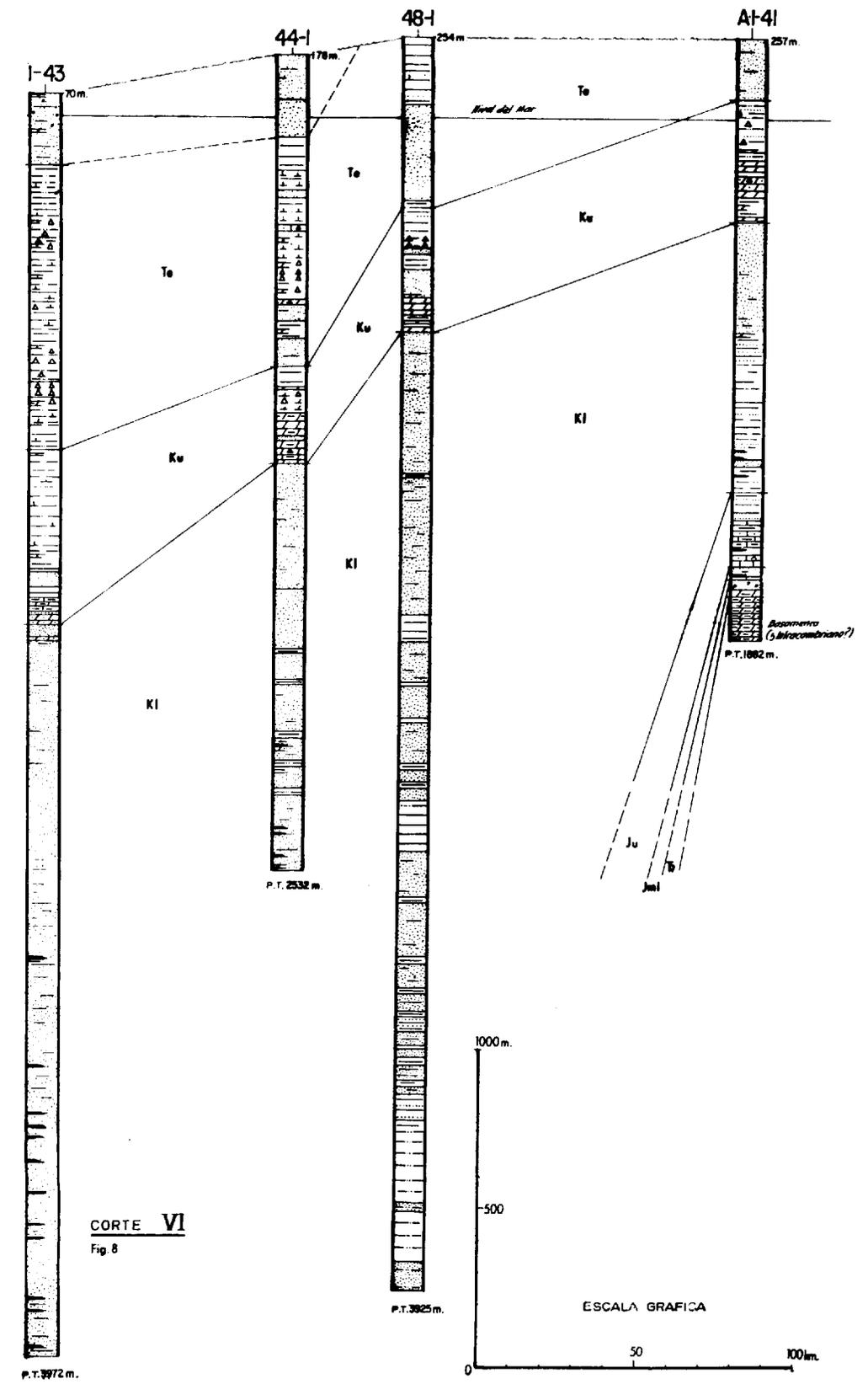
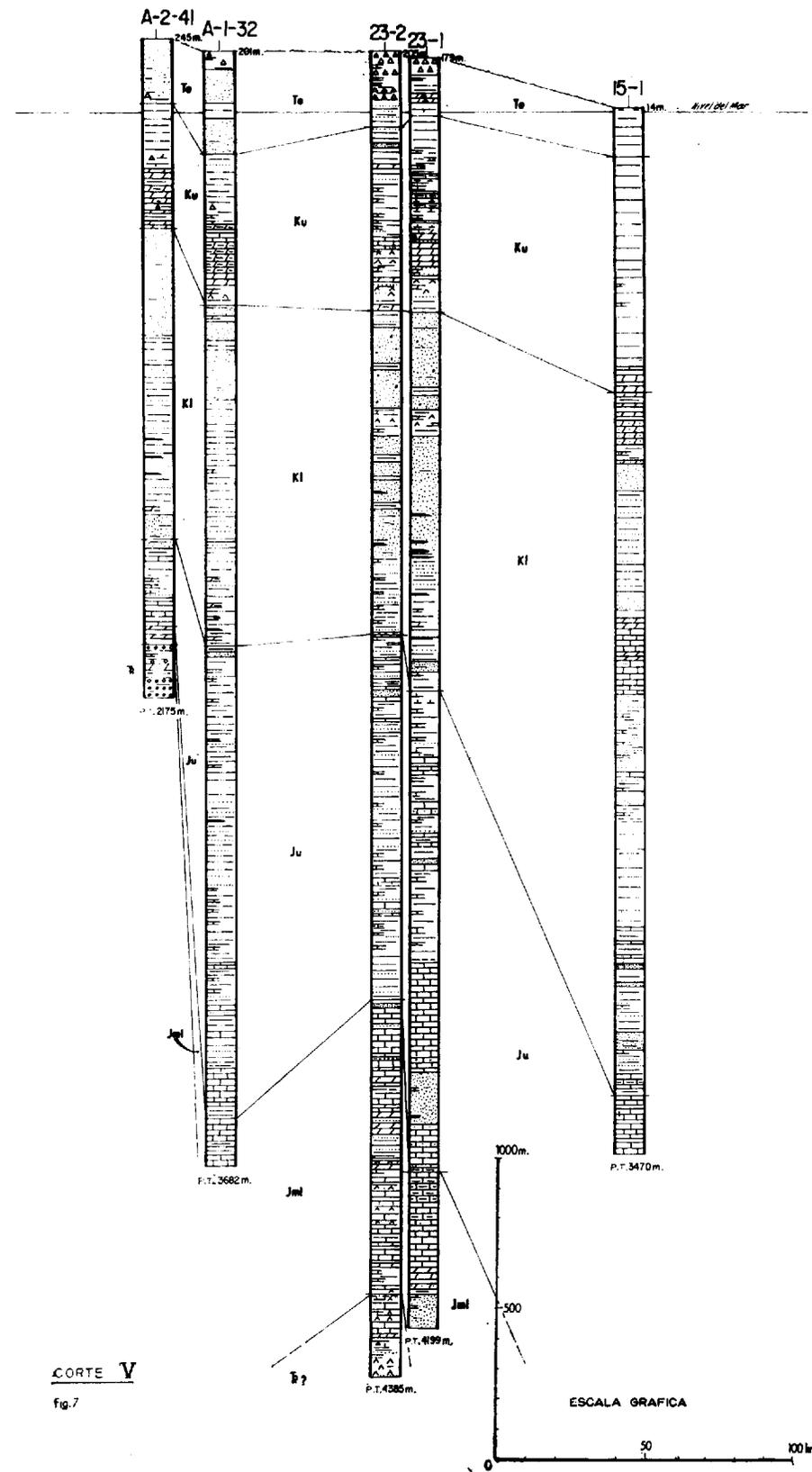
Estos terrenos, poco espesos y litorales, reposan en discordancia sobre el Cretáceo o el Terciario



Inferior. En la parte Noroeste de la cuenca, el Mioceno Superior y el Plioceno colman una profunda fosa de más de 1.000 metros desarrollada a expensas de una importante flexura subsidente.

Esta cuenca mio-pliocena solamente ha sido cortada por el sondeo Daora 1-1 de UNION. Los terrenos atravesados son esencialmente arcillosos, pero hacia la base contienen horizontes arenosos,

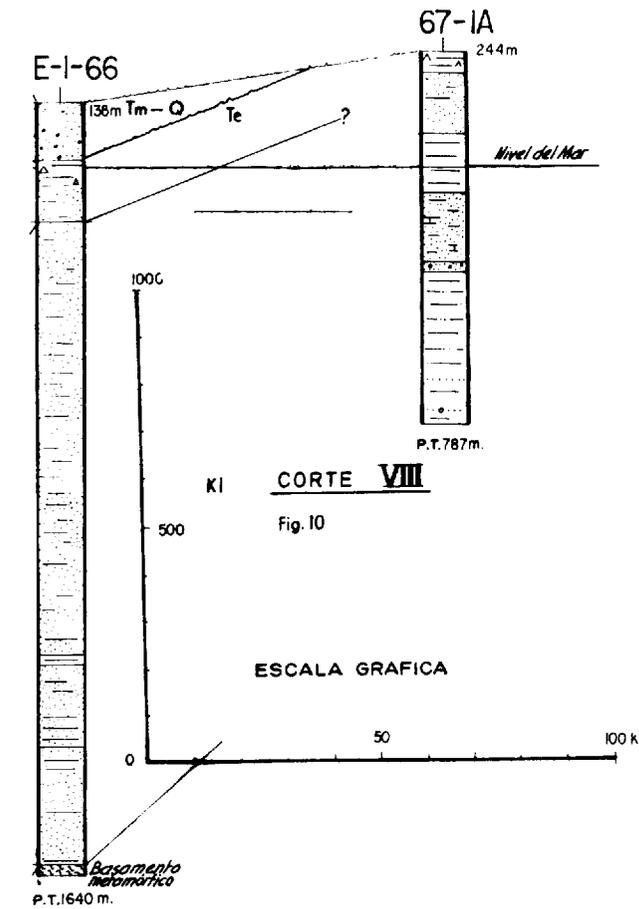
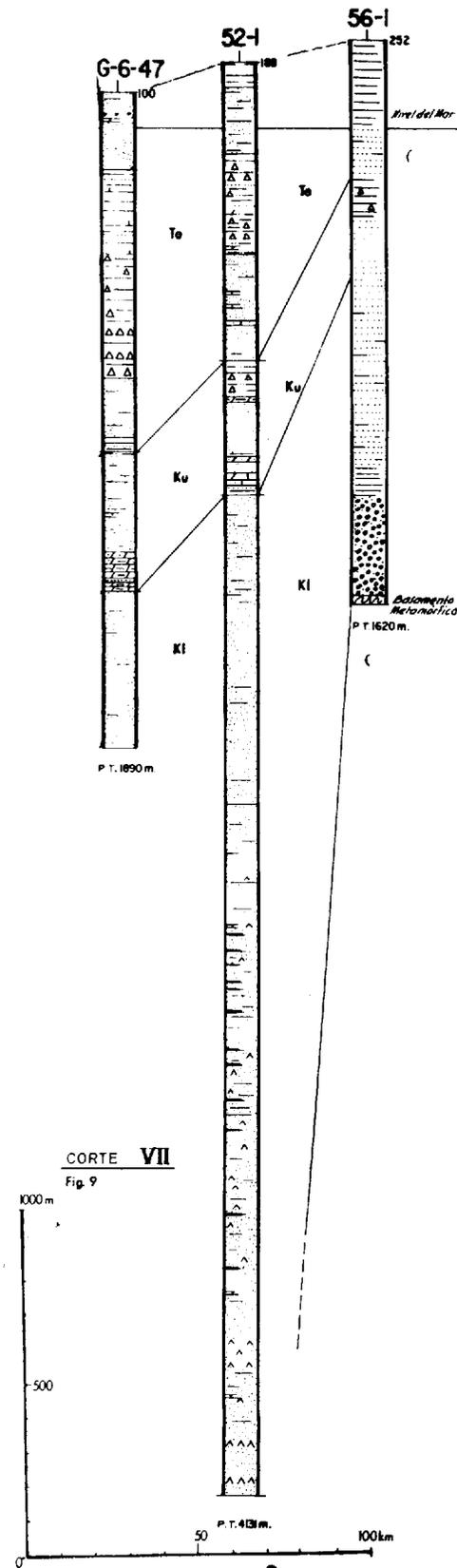




porosos y permeables. En el referido sondeo faltan el Paleoceno, Cretáceo Superior y la parte alta del Cretáceo Inferior, lo que puede atribuirse a la presencia de una falla o de una discordancia.

3. CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LOS SONDEOS

Las figuras 1 y 2 son mapas de situación: de sondeos, de concesiones y de las líneas cortes seleccionadas para las correlaciones estratigráficas de los sondeos. Cada una de las figuras restantes (3 a 11),

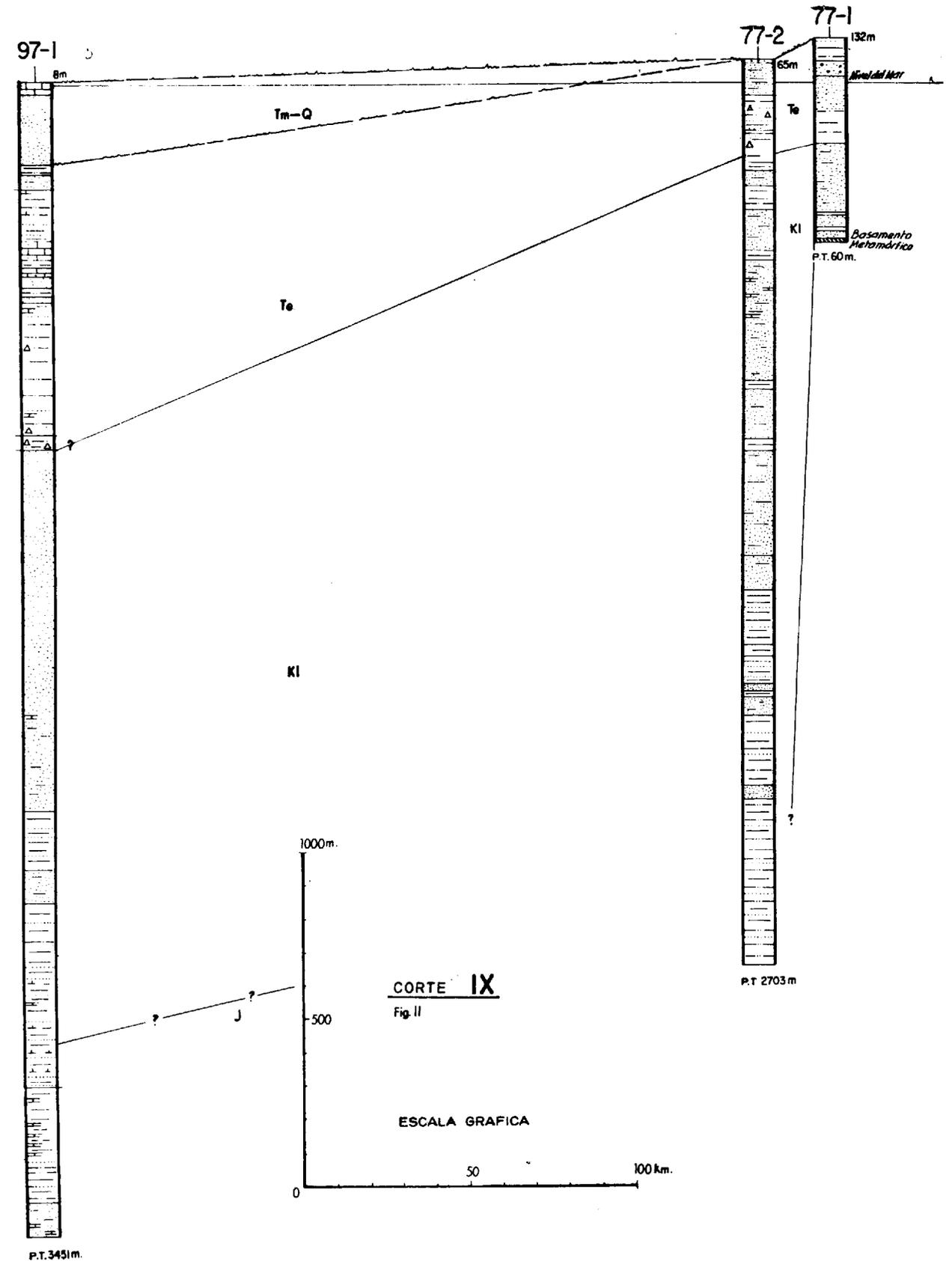


corresponden a uno de los cortes citados en los que, junto con las columnas litológicas de los sondeos que la integran, se han dibujado los enlaces de los techos de los diversos periodos geológicos.

3.1. Correlaciones estratigráficas en la Cuenca de Tindouf

(Figuras 3, 4, y 5)

Del análisis de los Cortes I, II, y III se deduce:  
a) Existe un hundimiento general y progresivo



de la cuenca hacia el Norte y hacia el Noreste. En el Corte II, la parte más profunda de la cuenca corresponde a los sondeos centrales (sondeo 17-2 y B-2-10).

b) Todas las formaciones paleozoicas, con excepción del Carbonífero, aumentan de espesor tanto hacia el Oeste como hacia el Norte. El Carbonífero aumenta de potencia hacia el Norte.

c) El Ordoviciense conserva sus dos niveles típicos a todo lo largo de la cuenca: en el techo areniscas y cuarcitas y en la base arcillas y limonitas. El espesor máximo atravesado fue de 433 metros en el sondeo F-1-3. El Gothlandiense tiene en general facies calcárea y arcillosa. Hacia el Noreste (sondeo 7-1), parece cambiar lateralmente a facies arenosas. Sus espesores varían de 21 metros en el sondeo 34-1 a más de 453 metros en el 7-1. El Devoniano Inferior tiene una facies similar en todos los sondeos, siendo de resaltar la continuidad del tramo superior (arenisca del Emsiense) aunque con espesores variables. La potencia media del Devoniano Inferior está comprendida entre los 300 y 400 metros. El espesor de 670 metros atravesado en 17-2 no debe ser considerado como espesor real debido a la gran desviación del sondeo y los fuertes buzamientos de las capas. La potencia del Devoniano Medio varía de 320 a 512 metros. Su facies es más o menos uniforme y hay que destacar la ausencia de arrefices en los sondeos perforados. El Devoniano Superior está erosionado en algunos sondeos. Los espesores atravesados van de 375 a 550 metros. Su facies es arcilloso-limolítica con algunas intercalaciones de calizas y areniscas. El Carbonífero solamente está presente en los sondeos 12-2, 6-1 y 7-1, siendo los espesores atravesados de 366, 1.002 y 1.470 metros respectivamente. Su facies es arenoso-arcillosa, la diferencia de potencias se debe al proceso erosivo anterior a la sedimentación de la formación de Hamada del Draa del Cretáceo Inferior.

### 3.2. Correlaciones estratigráficas en la Cuenca de El Aaiún

(Figuras 6, 7, 8, 9, 10 y 11.)

Del análisis de las citadas figuras (Cortes IV a IX) podemos destacar lo siguiente:

La cuenca experimenta un hundimiento general hacia el Noroeste. El basamento solamente ha sido alcanzado en algunos sondeos marginales del borde oriental de la cuenca. ¿Este basamento pertenece al Precambriano metamórfico (sondeos E-1-66, 77-1 y 56-1) o al Infracambriano? (sondeo A-1-41).

La serie mesozoica empieza con una formación detrítico-evaporítica que interpretativamente se le ha considerado del Triásico (sondeos A-1-41, D-2-9 y 23-2).

El Jurásico marino se ha cortado en la parte Norte de la Cuenca, concretamente en los sondeos situados al Norte del paralelo 25°40' N. Al Sur del citado paralelo no se ha podido datar paleontológicamente el Jurásico. Es muy probable que tenga una facies detrítico-continental en las zonas meridionales que hacen imposible su distinción del Cretáceo Inferior. Los espesores del Jurásico aumentan considerablemente hacia el Norte y hacia el Oeste. El Jurásico Superior pasa de 67 metros en D-2-9 a más de 1.715 metros en Daora -1-1. El Jurásico Medio e Inferior varía entre 36 metros en A-1-41 y 978 metros en 23-2. Las facies litorales del Jurásico, se encuentran en los sondeos más orientales.

Sobre el Jurásico se apoya una potente formación continental atribuida al Cretáceo Inferior. En la parte Norte de la Cuenca (Cortes IV y V) el Cretáceo Inferior aumenta rápidamente de espesor hacia el Oeste (de 950 metros, cortados en D-2-9, se pasa a 2.330 metros en 15-1). Los máximos espesores de la formación continental se encuentran en la parte Sur de la Cuenca (3.006 m. en 48-1), pero como se dijo anteriormente, es posible que parte de ella sea del Jurásico.

No se ha cortado el Cretáceo Superior marino en los sondeos situados al Sur del paralelo 24°40' N. En los sondeos más septentrionales (Corte IV) el Cretáceo Superior aflora en superficie con la excepción del Daora 1-1 en el que, el Mioceno se apoya directamente sobre el Cretáceo Inferior. Los espesores aumentan hacia el Norte y hacia el Oeste, siendo el máximo espesor atravesado de 770 metros en 15-1. En general, la facies es arcilloso-dolomítica predominando las arcillas en 15-1.

El Paleoceno-Eoceno se apoya sobre el Cretáceo Superior (parte central y Norte de la Cuenca) o sobre el Cretáceo Inferior (sondeos de la parte Sur). Comienza con una facies arenosa que pasa lateralmente y hacia arriba a una formación margoso-silíceo con frecuentes intercalaciones de sílex. La parte alta del Paleoceno-Eoceno vuelve a ser arenosa y representa el principio de una regresión que culminaría con la total emersión de la Cuenca de El Aaiún. La potencia aumenta hacia el Oeste.

El Mioceno-Cuaternario es por lo general poco potente y de facies litoral con la excepción del sondeo Daora 1-1 en el que se cortó unos 1090 metros de sedimentos marinos constituidos, en su mayor parte, por arcillas con algunas intercalaciones de areniscas.

### BIBLIOGRAFÍA

- ALÍA, M. (1944): *El Cretácico Fosilífero del Sahara Septentrional Español*. «Bol. R. S. E. H. N.», 42, págs. 395-396.
- ALÍA, M. (1948): *La tectónica en arcos del Sahara Español*. «Las Ciencias», 2, pág. 335.
- ALÍA, M. (1949): *Contribución al conocimiento geomorfológico de las zonas centrales del Sahara Español*. «I. E. A.», Madrid.
- ALÍA, M. (1954): *Algunos depósitos recientes en el Precámbrico del Sahara Meridional Español*. «Bol. R. S. E. H. N.». Tomo extraordinario, pág. 43.
- ALÍA, M. (1954): *Sobre la existencia de formaciones de hamada neógena en el Sahara Meridional Español*. «Arch. I. E. A.», 29, pág. 49.
- ALÍA, M. (1960): *La tectónica del Sahara Español*. «Intern. Geol. Congr.», 21 Session, Norden, 1960, Part. 18, página 193.
- ARDEN, D. D. y REHIG, W. A. (1964): *Middle Devonian stratigraphy of northeastern Spanish Sahara*. «Bull. of the AAPG», Vol. 48, núm. 9.
- ARRIBAS, A. (1960): *El Precámbrico del Sahara Español y sus relaciones con el Precámbrico de otros países africanos*. «Intern. Geol. Congr.», 21 Session, Norden, 1960. Part 9, pág. 51 (también en «Estudios Geológicos», 1960, 16, pág. 190).
- ARRIBAS, A. (en prensa): *El Precámbrico del Sahara Español y sus relaciones con las series sedimentarias más modernas*. «Boletín del Inst. Geol. y Min. de España».
- CHOUBERT, G. (1952): *Histoire Géologique du Domaine de l'Anti-Atlas*, en «Geologie du Maroc». Monographies regionales du XIX<sup>ème</sup> Congress Geologique International. Rabat.

- GEVIN, P. (1958): *Notice Explicative des Cartes Géologiques au 500.000<sup>e</sup> Tindouf-Eglab*. «Service de la Carte Géologique de l'Algérie, Alger».
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. y HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1948): *Las costas de Ifni y del Sahara Español, rasgos fisiográficos y geológicos*. «A. C. E. M.».
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.; HERNÁNDEZ PACHECO, F.; ALÍA, M., y GUINEA, E. (1949): *El Sahara Español*. «I. E. A.», Madrid.
- QUEROL, R. (1966): *Regional Geology of the Spanish Sahara. Bassins Sédimentaires du Littoral Africain, 1er. partie: Littoral Atlantique*. «Association des Services Géologiques Africaines», Paris.
- SOUGY, J. (1962): *West African Fold Belt*. «Geol. Soc. Amer.», 73, pág. 871.
- SOUGY, J. (1964): *Les Formations Paléozoïques du Zemmour Noir*. Universidad de Dakar, Dakar.
- VIDAL, C. (1949): *Las rocas eruptivas del Sahara Español*. «Bol. R. S. E. H. N.». Tomo extraordinario, pág. 405.

INFORMES PRIVADOS DE COMPAÑÍAS PETROLÍFERAS ASOCIADAS AL INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA

- BAUER, J. (1966): *Mise au point sur le bassin cotier d'El Aaiún*. Informe de S. N. P. A.
- PAYAN, J. y SENDRIER, R. (1962): *Raport d'une Campagne Géologique au Sahara Espagnol*. Informe de IPESA.
- SAPPENFIELD, L.; W. HARLEY, W. y M. C. ALEMAN (1962): *Geology of Valdebro Blocks 17 and 44 in the Spanish Sahara*. Informe de DEMAC of Spain Inc.
- QUEROL, R. (1964): *Compilation of Activities and Results in the Spanish Sahara*. Informe de AMOSFAIN.
- REVILLA, C. E.; RUSSELL, J. N., y POLO, A. (1963): *Geología de la Cuenca de Tindouf*. Informe de PAN AMERICAN HISPANO OIL CO.

Recibido el 3-III-1968.

# Aportaciones geofísicas al conocimiento de los acuíferos existentes en las proximidades de Chiclana de la Frontera, Puerto Real y El Puerto de Santa María (Cádiz)

por F. ESTEBAN SANTISTEBAN (\*)

## RESUMEN

Se da cuenta de unas importantes disposiciones geológicas encontradas en el recubrimiento terciario y cuaternario de esta parte de la provincia de Cádiz y que han sido evidenciadas por el reconocimiento geofísico realizado. Estos trabajos corresponden a una fase de trabajo del Proyecto del Guadalquivir que realizan el Instituto Geológico y Minero de España y la F. A. O.

## ABSTRACT

We inform about a interesting geological dispositions met inside of tertiary and quaternary cover of this eastern area of Cadiz and what is discovered by geophysical works made here. This prospecting belong to Proyecto del Guadalquivir what is making by Instituto Geológico y Minero de España and F. A. O.

Este estudio se divide en dos partes, que por sus características geológicas presentan problemas muy típicos y algo diferentes entre sí.

La primera zona que aquí comentaremos se extiende desde Rota hasta las proximidades del kilómetro 631 de la carretera nacional IV de Madrid a Cádiz quedando centrado, aproximadamente, El Puerto de Santa María dentro de nuestra área de estudio. Se trata de reconocer unas formaciones cuaternaria que, por la proximidad de la Sierra de San Cristóbal, pudieran tener gran interés hidrológico.

La segunda zona estudiada tiene como centro, aproximadamente, a Chiclana de la Frontera, y las disposiciones geológicas que hay que analizar, se relacionan principalmente con todo el tramo Saheliense, que tanto desarrollo presenta en esta parte del SO. de la Península Ibérica y que tan buenos acuíferos origina allí donde las transmisibilidades de estos tramos son adecuadas.

En anteriores trabajos hemos dispuesto de algún

sondeo mecánico, con el que nuestras extrapolaciones han tenido una mayor exactitud. No disponemos hoy de estos datos, pero creemos sumamente interesantes las conclusiones de nuestros trabajos, y pueden ser tan orientativas para futuras captaciones que no hemos dudado en publicarlas pese a la relativa firmeza que han de tener tales asertos vistos desde un punto esencialmente geológico-geofísico. La zona en general no está muy reconocida, no abundando los trabajos de detalle en la misma y es lógico esperar que las actuales conclusiones sirvan de punto de partida a estos trabajos con mayor detalle que el presente.

## GEOLOGÍA

La información más concreta que disponemos de esta zona procede de los trabajos de perforación de la Comisión de Investigaciones Petrolíferas «Valdebro», en lo que se relaciona con la probable disposición del basamento paleozoico.

En el sondeo mecánico que esta Comisión realizará en 1956 en las proximidades de Bornos, se penetró en el Triás a los 580 metros de profun-

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

didad, habiéndose partido de una cota de 268 metros sobre el nivel del mar, y a 3.029 metros de profundidad todavía se continuaba en esta masa caótica de rocas triásicas.

Según este dato, es evidente que el basamento debe estar a más de 2.700 metros bajo el nivel del mar en esta zona. No puede sorprender este hecho, ya que ello supondría una pendiente del 3,75 por 100, tomando como origen el borde de la meseta meridional distante de este sondeo mecánico unos 80 kilómetros. Los sondeos mecánicos realizados por esta misma Comisión en Isla Mayor y Almonte, cortaron las formaciones hercinianas a 2.197 metros y 1.264 metros respectivamente.

Con los datos que dejamos anteriormente expuestos no se puede concluir con rigor a qué profundidad está el basamento paleozoico, pero queda bien claro que en la zona objeto de este estudio debe mostrarse con una profundidad superior a los 3.000 metros. Sobre este zócalo se amontona una masa potentísima de materiales triásicos, los cuales aparecen aflorantes en el borde oriental de esta zona y en ocasiones viene sellada por el Eoceno constituido principalmente por margas y calizas.

Los restantes pisos geológicos que se encuentran representados dentro del área que estudiamos, pueden considerarse como materiales de recubrimiento y con potencias bastante poco considerables.

Es evidente, por lo tanto, que el reconocimiento geofísico realizado pretenda localizar aquellas zonas donde estos materiales de recubrimiento sean más potentes o aquellas variaciones litológicas, dentro de un mismo piso geológico, que puedan ofrecer interés hidrológico y donde deben localizarse, por tanto, las obras de captación de agua subterránea.

Puesto que en las dos zonas que vamos a estudiar hay una preponderancia de dos pisos geológicos, el Cuaternario en la de El Puerto de Santa María y el Plioceno en la de Chiclana de la Frontera, creemos que lo más interesante, para no alargar demasiado este comentario, será tratar aquí de las características de uno y otro piso.

## Cuaternario

Es un piso de origen marino en el que se diferencian tres etapas diferentes por sus características litológicas.

El Cuaternario reciente forma los cordones litorales de dunas, algunas de las cuales han sido ya fijadas por plantaciones de pinares y almendros.

El Cuaternario medio son terrazas arenosas con predominio de materiales silíceos y arcillas de base sódica. El Cuaternario antiguo aporta a la región

una fisonomía característica, al estar principalmente constituido por playas y dunas fósiles.

Esta formación cuaternaria no es muy potente, acaso no sobrepasa los 30 metros, según se ha comprobado en los sondeos mecánicos realizados para el estudio de la cimentación de las obras de fábrica, puentes, etc., en El Puerto de Santa María y en San Fernando.

Al igual que en la zona de Chipiona, deben descansar estas formaciones sobre las albarizas del Burdigaliense.

## Plioceno

Es el piso geológico que se presenta de una manera predominante en la zona segunda por nosotros estudiada, y cuyo centro es Chiclana de la Frontera.

El tramo más importante dentro de este piso geológico lo constituyen las arenas sahelenses de un color amarillento típico. Esta mancha sahelense se prolonga hacia el N., superando extensa y ampliamente el paralelo de Jerez de la Frontera y con una discontinuidad a la altura de El Puerto de Santa María producida por la desembocadura del río Guadalete, que ha dejado al descubierto materiales más antiguos del Cretáceo o Eoceno. Este tramo ofrece un corte muy interesante en la trinchera del ferrocarril que hay pasada la estación de El Cuervo.

Estas arenas pliocenas, al N. de El Puerto de Santa María, alcanzan potencias de 62 metros y descansan sobre unos conglomerados conchíferos denominados en esta región «piedra ostionera» y de la que hay otras manifestaciones en diferentes lugares. Parece que se trata de otro tramo plioceno. Puede tener interés hidrológico, pero cuando se encuentra muy profundo se convierte en un horizonte muy cementado y en consecuencia con pocas posibilidades como acuífero.

En el Plioceno se presentan otros dos tramos superiores que carecen de interés para nosotros.

## GEOFÍSICA

### 1) Zona de El Puerto de Santa María

Se han dispuesto en total unos 28 sondeos eléctricos verticales, distribuidos en siete Secciones eléctricas, las cuales cortan principalmente el conjunto Cuaternario, intentando encontrar dentro de este horizonte variaciones de facies con posibilidades hidrológicas o contactos con pisos geológicos que tengan estas mismas posibilidades.

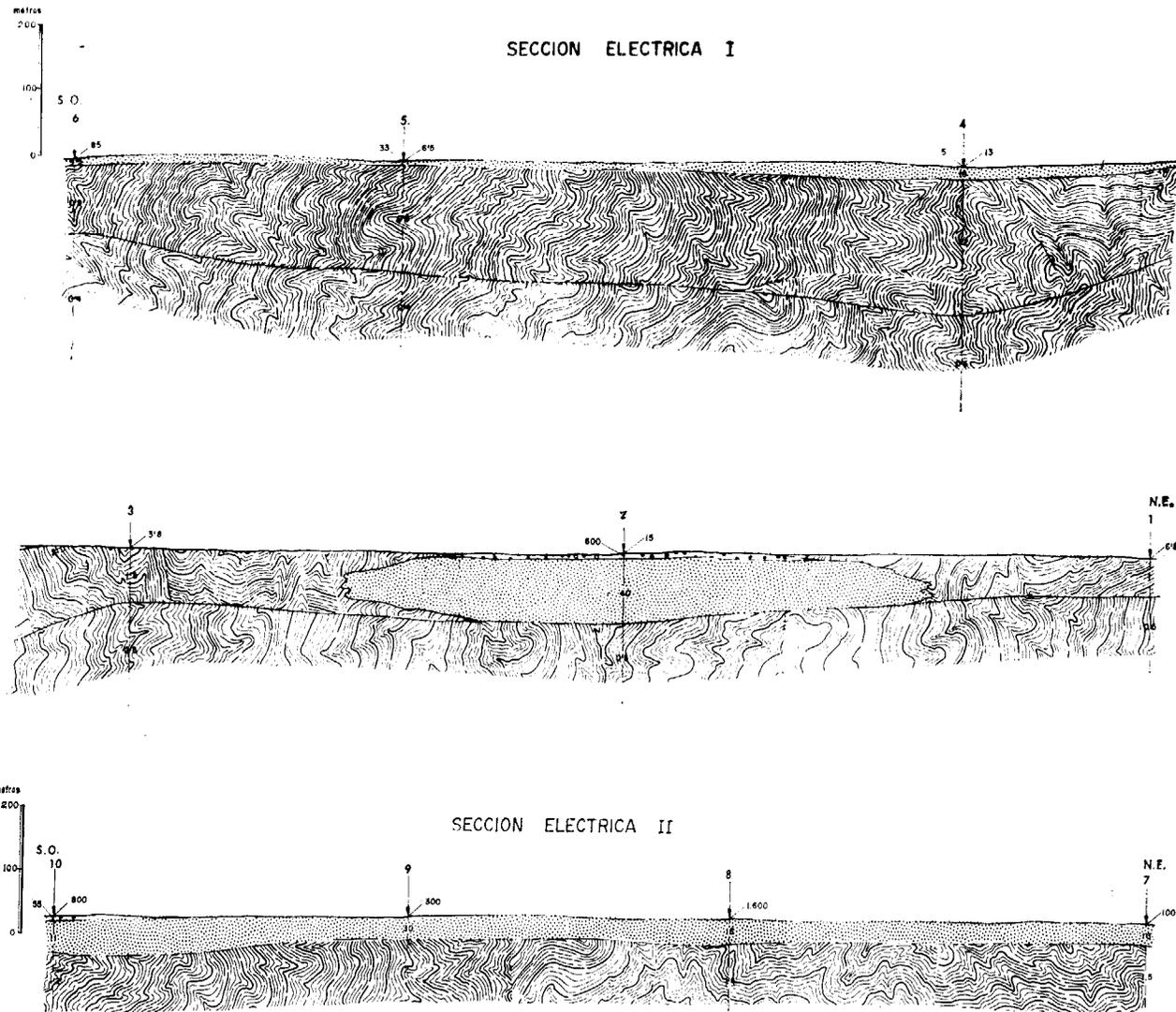
Sección eléctrica I.

Queda situada esta Sección a Poniente de Rota, finalizando el S. E. V.-6 en la carretera que va a Chipiona y a unos cuatro kilómetros de la primera de estas ciudades. El horizonte de apoyo de este conjunto, según se vio en el sondeo mecánico rea-

Secciones eléctricas II-III-IV.

Estas tres Secciones quedan próximas a El Puerto de Santa María, y es interesante el comentarlas conjuntamente por su semejante disposición.

Las tres presentan como horizonte de apoyo un tramo de bajísima resistividad y que por tanto debe



lizado en Chipiona (véase «Boletín Geológico y Minero», tomo LXXIX, fasc. IV, 1968), serán las margas grises blanquecinas burdigalienses (Albarizas) con trozos de areniscas.

En el sondeo eléctrico 4 aparece un tramo resistente que pudiera representar algún tramo de arenas o areniscas de este Cuaternario marino.

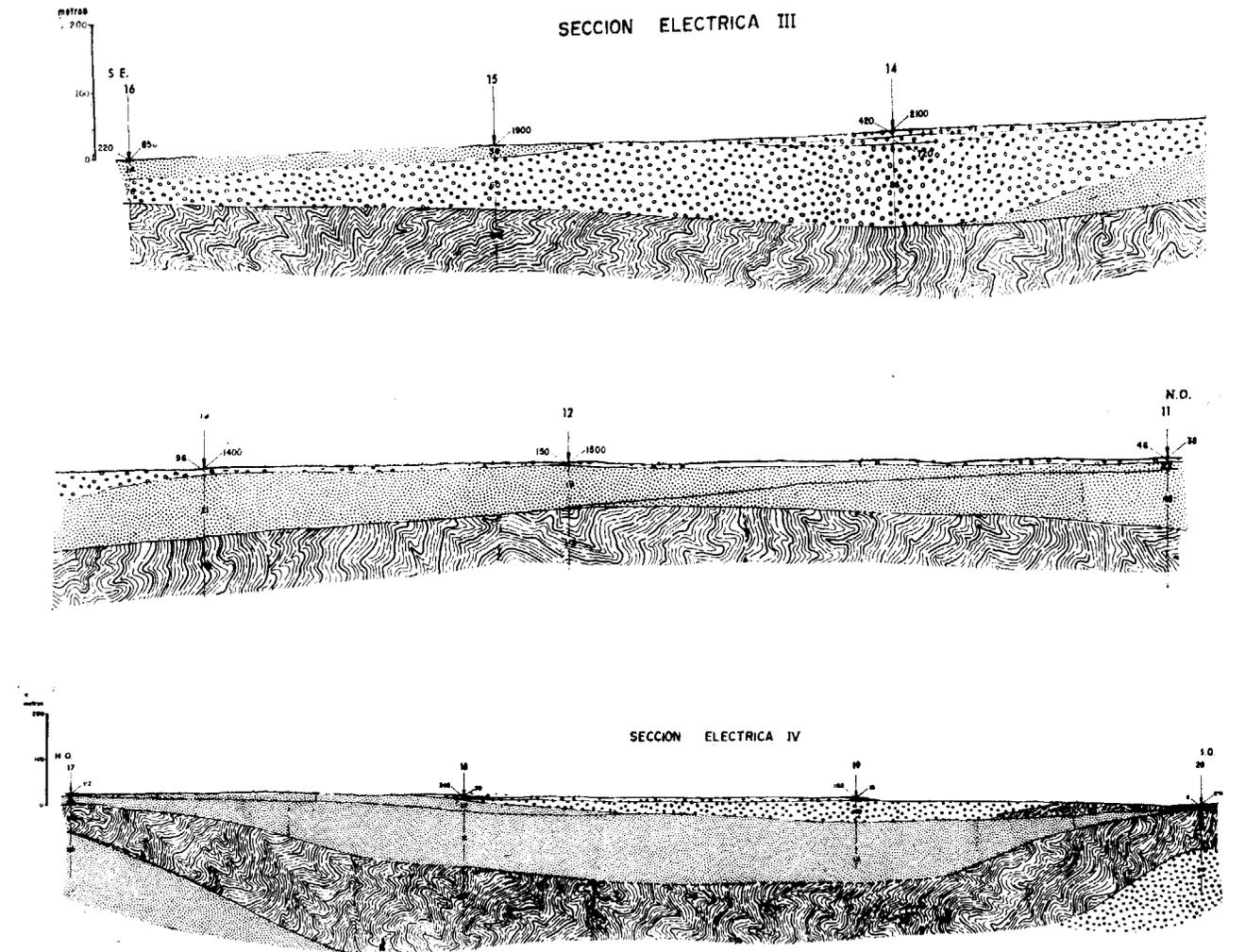
ser en buena lógica, de la misma naturaleza que el que atribuimos al de la Sección eléctrica anterior.

En la Sección eléctrica II no hay ni el más mínimo trastorno. Se ve un tramo superior que por su resistividad tendrá un carácter arenoso y se presenta con una potencia media de unos 30 metros.

En la Sección eléctrica III, se ve una serie de alternancias sub-horizontales descansando sobre el horizonte de apoyo. En el SEV-14 aparece un tramo muy próximo a la superficie con una resistividad real de 720 ohmios m<sup>2</sup>/m. Se continúa este tramo en la Sección siguiente en los sondeos eléctricos 18 y 19, con resistividades algo más bajas, pero también importantes para la zona en que estamos. En el último de estos sondeos eléctricos

Sección eléctrica V.

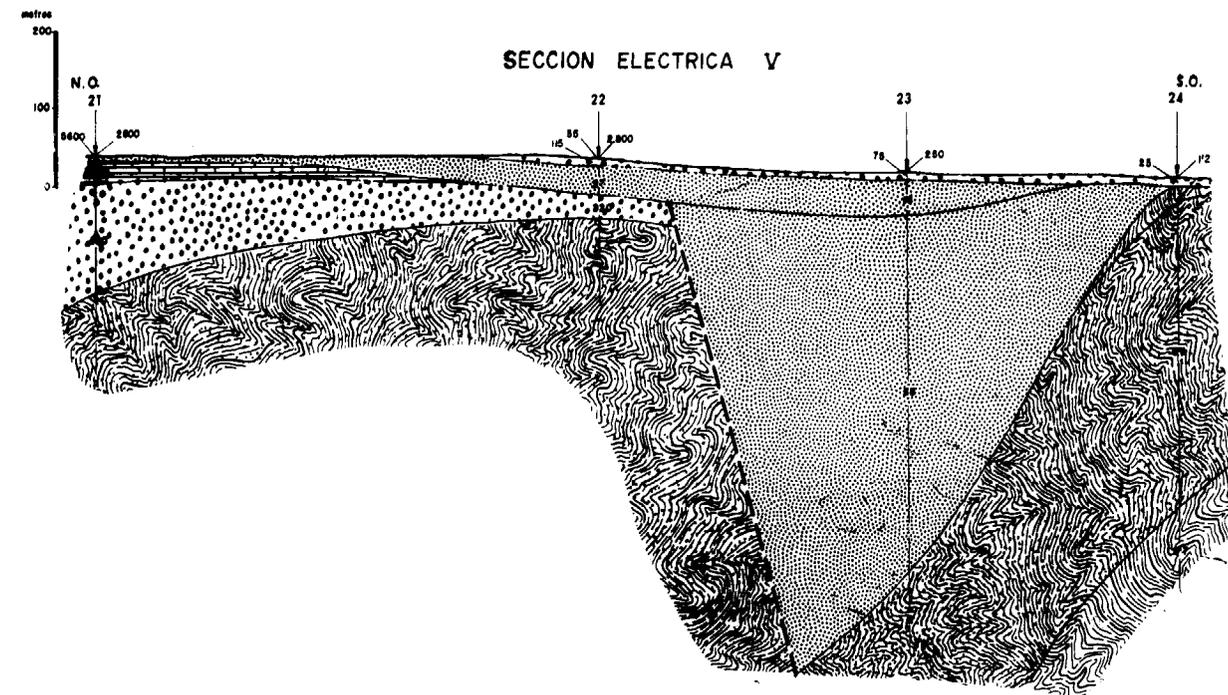
Entre los sondeos eléctricos 22 y 23 aparece un accidente que no podemos interpretar sino como una falla, pues rompe la continuidad del horizonte de apoyo, aunque también puede tratarse de algún desplome producido por la caótica disposición del Triás, y que por tanto tiene una acción muy localizada.



es donde se muestra con mayor potencia, casi unos 45 metros y, muy posiblemente, creemos que se trata de una arenisca consolidada o incluso de la «piedra ostionera» que venía dentro de las arenas pliocenas. Nos inclinamos un poco hacia esta última hipótesis porque en El Puerto de Santa María y en los alrededores hay muchos testigos de canteras donde esta piedra fue explotada.

En el SEV.-21 encontramos unas grandes resistividades hasta los 175 metros de profundidad.

Es este sondeo eléctrico una zona interesante para un sondeo mecánico, ya que la presencia del Plioceno marino hacia el N. nos inclina a suponer la presencia de tramos de arenas con restos conchíferos, que son de gran rendimiento en agua, cuando no están muy cementados. En el extremo

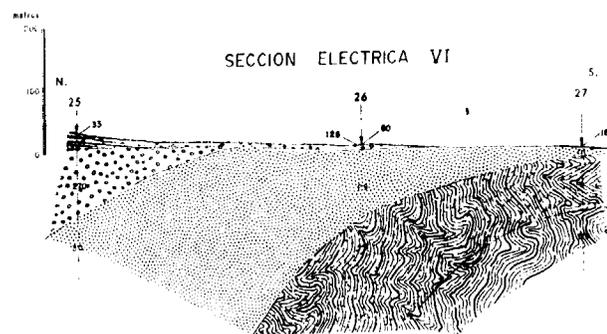


SE. parece que un afloramiento del Triás ha dado lugar a un plegamiento de los tramos superiores.

rio. El tramo arenoso con 16 ohmios  $m^2/m$ . en el SEV.-28 se acuña igualmente hacia el S. y no se presentan otros niveles de gran resistividad.

Secciones eléctricas VI y VII.

En el extremo N. de la primera Sección siguen presentándose tramos muy resistentes en concordante disposición con la Sección eléctrica V antes comentada. Con una disposición inclinada y de S.

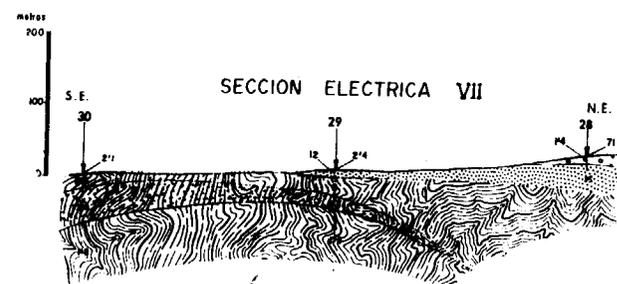


a N. podemos ver unos niveles arcillosos; a continuación, otro de carácter arenoso-margoso, y posteriormente las arenas y areniscas ya más consolidadas mencionadas al principio del comentario de esta Sección.

La Sección eléctrica VII parece que es la rama Sur del pliegue observado ya en las Secciones V y VI, no presentando ningún interés su comenta-

2) Zona de Chiclana de la Frontera

En total cubren esta zona 56 sondeos eléctricos verticales distribuidos en ocho perfiles o Secciones eléctricas. Como anteriormente apuntábamos en la introducción de este trabajo, se pretende recono-



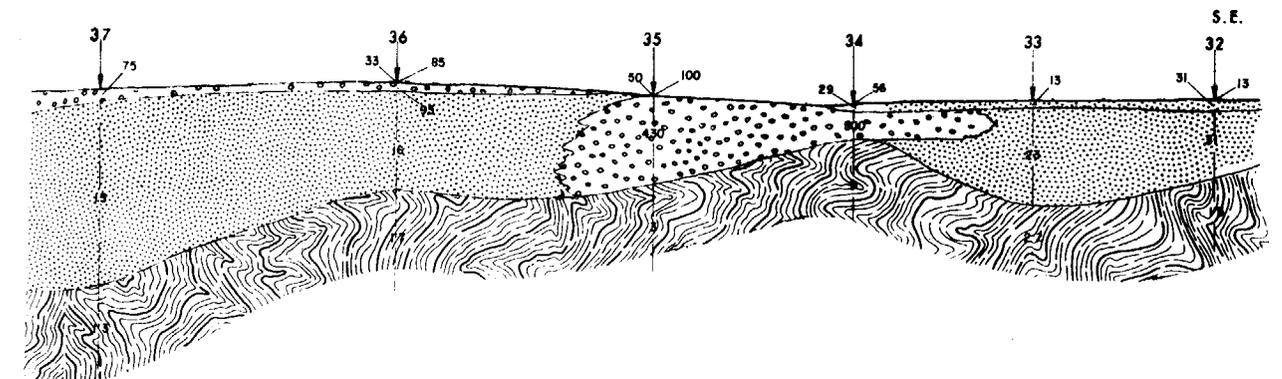
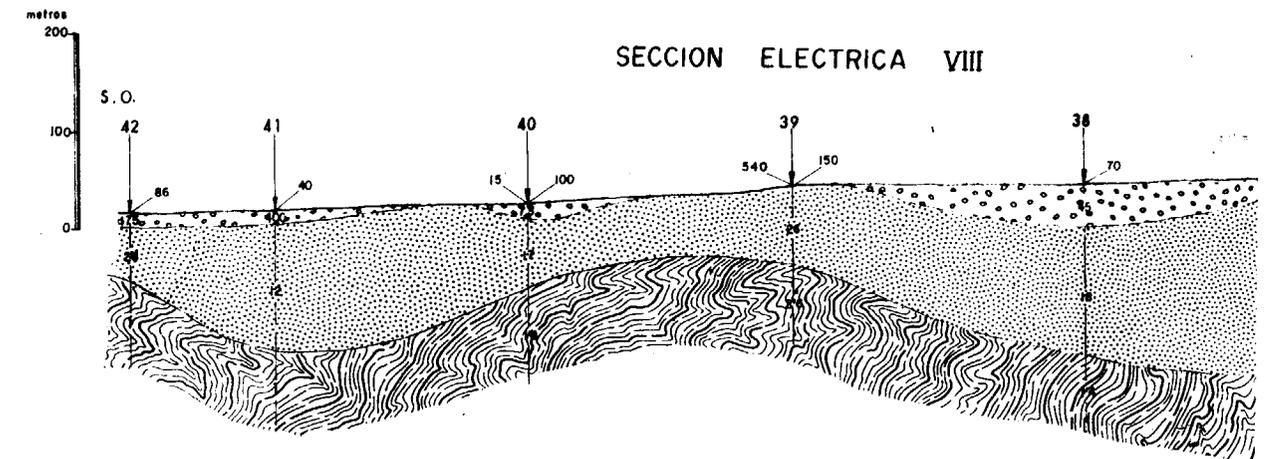
cer el espesor de las arenas sahelenses, ya que este tramo plioceno ha dado lugar a buenos acuíferos en zonas ya sondeadas dentro del programa de trabajo del Proyecto Hidrogeológico del Guadalquivir. Ya en el sondeo mecánico de Jerez de la Frontera evidenció que este tramo quedaba apoyado en las margas azules del Tortoniense, luego será lógico identificar los bajos niveles de resisti-

vidad que aquí encontremos con este nivel mioceno.

encima del horizonte de apoyo. Parece, por tanto, evidente deducir que se tratará del tramo plioceno que antes mencionamos como roca ostionera, y cuya naturaleza puede ser francamente interesante como posible acuífero. El mismo carácter debe dársele al fuerte aumento de resistividad que se observa en los sondeos eléctricos números 41 y 42. La potencia de 30 metros, aproximadamente, que

Sección eléctrica VIII.

Comprende esta Sección los sondeos eléctricos 32 a 42, ambos inclusive, y presenta un horizonte



ESCALA HORIZONTAL  
0 500 1000 metros

de apoyo de baja resistividad perfectamente identificable con las margas azules del Tortoniense.

Sobre este tramo mioceno descansa un conjunto de resistividades medias que oscila entre los 10 y 13 ohmios  $m^2/m$ ., con un seno más profundo en el SEV-37, donde el plano de separación entre las arenas sahelenses y las margas azules debe quedar a los 200 metros de profundidad.

Los sondeos eléctricos números 36 y 38 presentan este plano de separación hacia los 100 metros y 170 metros respectivamente.

En esta Sección eléctrica destaca poderosamente la atención la presencia, en los sondeos números 34 y 35, de un nivel de gran resistividad por

presenta esta formación en el SEV-35, le da a este punto un marcado y destacado interés.

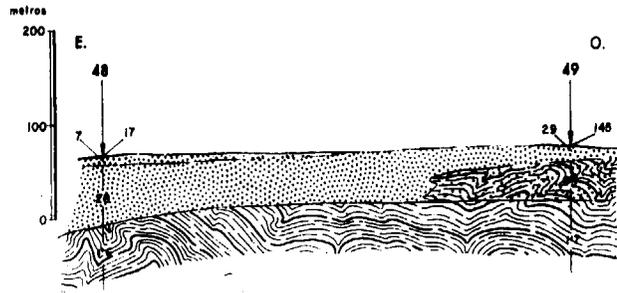
Sección eléctrica IX.

Presenta una disposición tranquila del horizonte de apoyo con profundidad del tramo de arenas más de acuerdo con otras informaciones como, por ejemplo, los sondeos que hay al N. de El Puerto de Santa María, donde se cortaron 63, de arenas sahelenses.

Sección eléctrica X.

Los sondeos eléctricos que componen este perfil son en total seis.

SECCION ELECTRICA IX



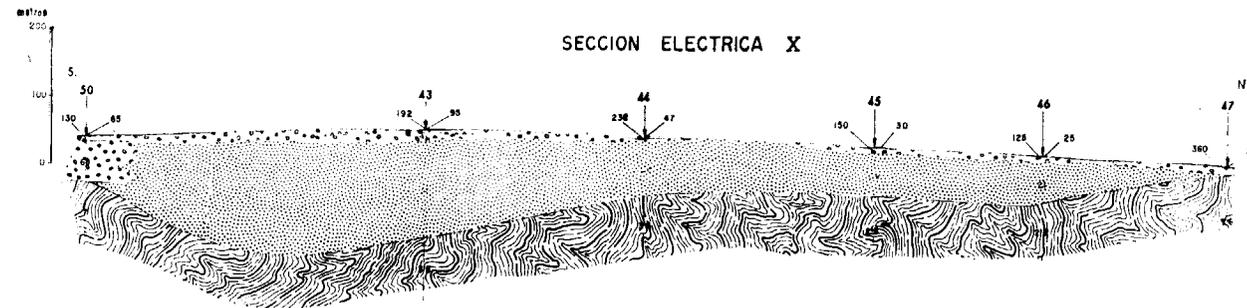
ceno y sobre ellas un tramo muy resistente que debe ser la «piedra ostionera» el otro tramo más resistente del Plioceno.

Debe destacarse aquí el hecho de que en el SVE-60 las arenas sahelienses deben llegar hasta los 85 metros de profundidad, después de atravesar ese conglomerado superior hasta los 29 de profundidad.

Sección eléctrica XII.

Esta Sección abarca desde el sondeo eléctrico número 51 al número 58 inclusive, y se sigue man-

SECCION ELECTRICA X



El horizonte de apoyo se hace más profundo hacia el Sur hasta unos 250 metros al Sur del SEV-43, con una profundidad de este tramo de baja resistividad de 160 metros aproximadamente.

Sobre este tramo conductor identificado como margas azules, descansa todo el conjunto plioceno de arenas y areniscas ya mencionado.

A partir del SEV-45 y hacia el N. se ve casi en superficie un brusco aumento de la resistividad en un tramo que no tiene una potencia media superior a los 10 metros y que pudiera ser este paquete plioceno superior, denominado «piedra ostionera».

Es interesante destacar que en el extremo septentrional de esta Sección las margas azules deben quedar muy someras, a unos 13 metros de la superficie.

teniendo con la misma uniformidad la disposición de resistividades y en consecuencia de tramos geológicos.

Las cuestiones más interesantes que aquí cabe comentar son las siguientes:

a) En el SEV-53, mayor profundidad del horizonte margoso de apoyo, lo cual establece una potencia de arenas del orden de los 137 metros.

b) En este mismo sondeo eléctrico, aparición del nivel superior plioceno de alta resistividad con una potencia de unos 15 metros.

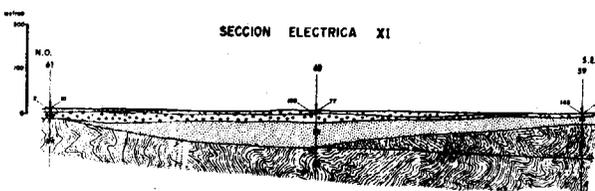
c) En los sondeos eléctricos 51 y 52, variación de facies dentro del tramo medio de resistividades que descansa inmediatamente sobre el horizonte de apoyo concordante con lo observado en el SEV-50 de la Sección X.

Sección eléctrica XIII.

Esta Sección queda situada al SO. de Chiclana de la Frontera, y muestra una disposición muy horizontal. Las resistividades del tramo que descansa sobre el horizonte de apoyo son algo más elevadas que los que ordinariamente vienen presentándose en esta zona; ello puede indicar una mayor preponderancia de elementos gruesos en estas arenas.

Sección eléctrica XIV.

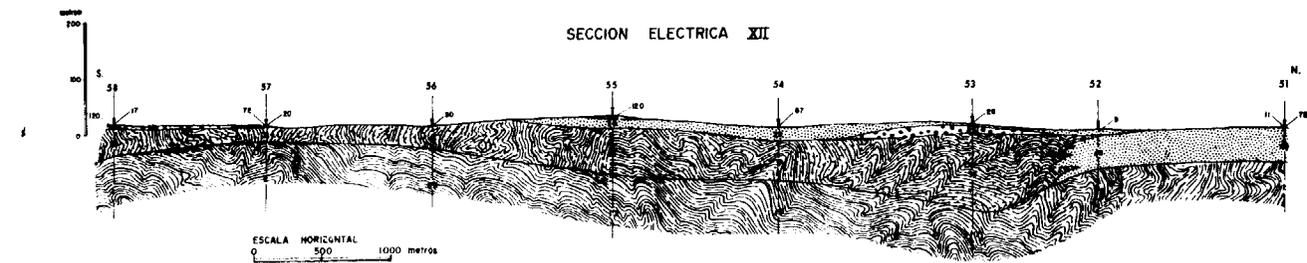
Es la más meridional de todo este estudio, y en ella persisten las características que ya venimos señalando en anteriores Secciones eléctricas.



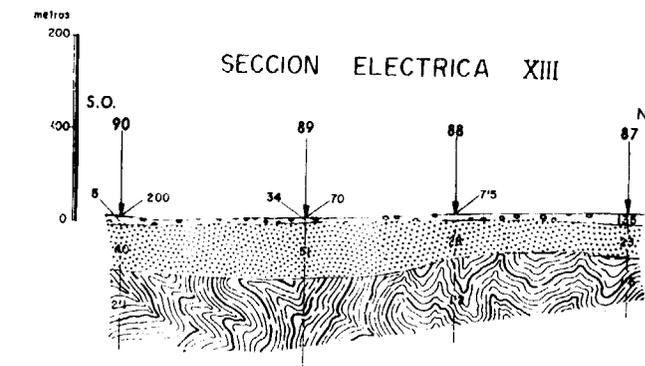
Sección eléctrica XI.

Comprende esta Sección los sondeos números 59, 60 y 61, y sigue manteniéndose la misma disposición o distribución de resistividades. También aquí, sobre un fondo conductor originado por las margas azules, vienen a descansar las arenas del Plio-

SECCION ELECTRICA XII



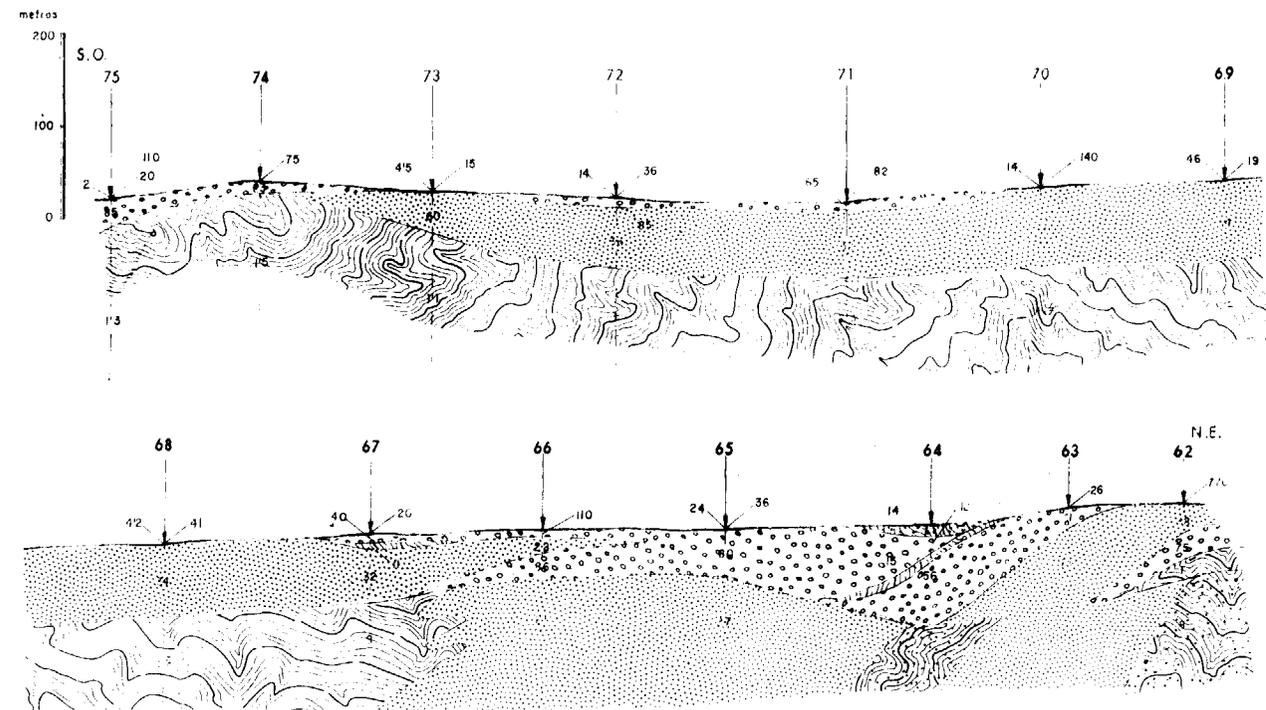
SECCION ELECTRICA XIII



El fondo de apoyo presenta una variación hacia el NE., o sea, en los sondeos eléctricos 65, 65, 64, 63 y 62. Principalmente en los dos primeros, ya que la proximidad de las areniscas del Aljibe, son las que modifican muy sensiblemente todo este extremo NE.

El tramo arenoso inmediatamente superior también presenta un nivel medio de resistividad superior al encontrado en otros sondeos más septentrionales, por lo que creemos que las circunstancias que alteran este aspecto son las mismas que ya señalamos en la Sección anterior. A partir del SEV-67 y hacia el NE. aparece una gran alteración de los niveles de resistividad, destacando claramente la presencia de una serie de elementos afectados

SECCION ELECTRICA XIV



por la proximidad del tramo del Oligoceno inferior, denominado «Areniscas del Aljibe», a la vez que las arcillas del Nummulítico que se entremezclan de una manera muy compleja.

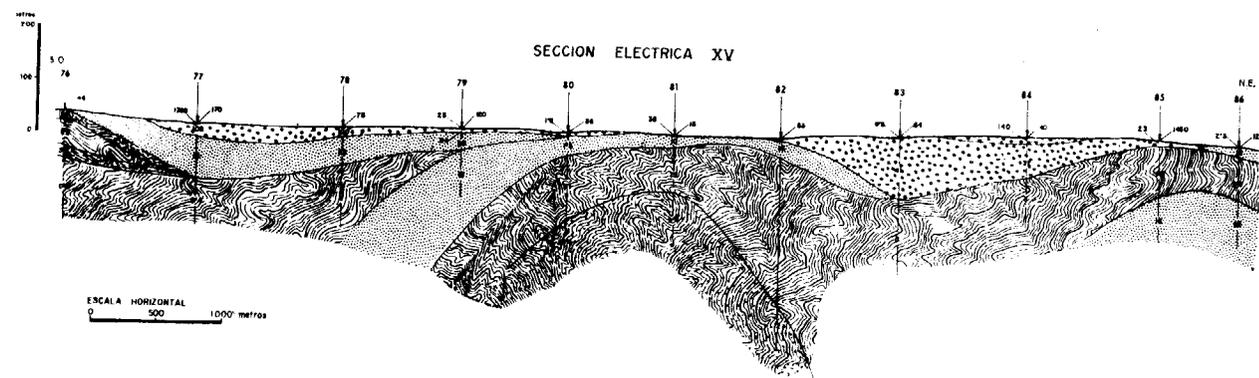
#### Sección eléctrica XV.

Comprende esta Sección eléctrica los sondeos eléctricos 76 a 86 ambos inclusive.

En la parte central de este conjunto de sondeos eléctricos aparece un afloramiento de margas azules que da una configuración característica al mismo. Nos encontramos en presencia de un pequeño diápiro originado muy probablemente por las características plásticas de los materiales extrusivos del Triás, posiblemente sales. También en el extremo NE. se ha iniciado otro movimiento semejante, pero no llegan a aflorar los materiales mio-

estudiada, y ello debido muy principalmente a los materiales arcillosos, que tan abundantemente se encuentran en esta zona. Como área de mayores posibilidades para la implantación de sondeos de captación de agua, está la marcada en el plano II con la letra A, y que nosotros interpretamos que debe ser una formación de carácter arenoso algo cementado.

No es muy riguroso el control que dan estos pocos sondeos eléctricos en una zona tan amplia, pero se esboza la presencia en el subsuelo de este tramo geológico resistente que adquiere un gran desarrollo en el punto del SEV-21. Esta variación de potencia debe ser estudiada con mayor precisión al norte de los sondeos eléctricos 21, 25 y 28, así como las posibilidades hidrogeológicas de este tramo. La potencia encontrada en el SEV-21, de 165 metros, puede alojar acuíferos interesantes.



cenos superiores, quedando recubiertos, SEV-85, por el conjunto de arenas sahelenses.

En los niveles superiores al horizonte de apoyo destaca una perfecta simetría con relación al SEV-81.

Es importante que destaquemos la existencia de las grandes potencias que adquieren los espesores del Saheliense en los sondeos eléctricos 77 y 83, donde se debe llegar al techo de las margas azules a unos 100 metros de profundidad, y que por consiguiente deben contener acuíferos interesantes.

Es interesante destacar asimismo la elevación que se produce en el extremo SO., de unos niveles de carácter arcilloso, que debe impedir en cierto modo la penetración de agua procedente del mar; debe tratarse de esta banda costera de Cuaternario marino, que a lo largo de la costa debe tener una presencia casi constante.

#### CONSIDERACIONES FINALES

##### 1) Zona de El Puerto de Santa María

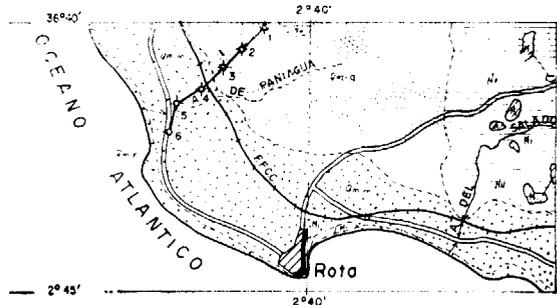
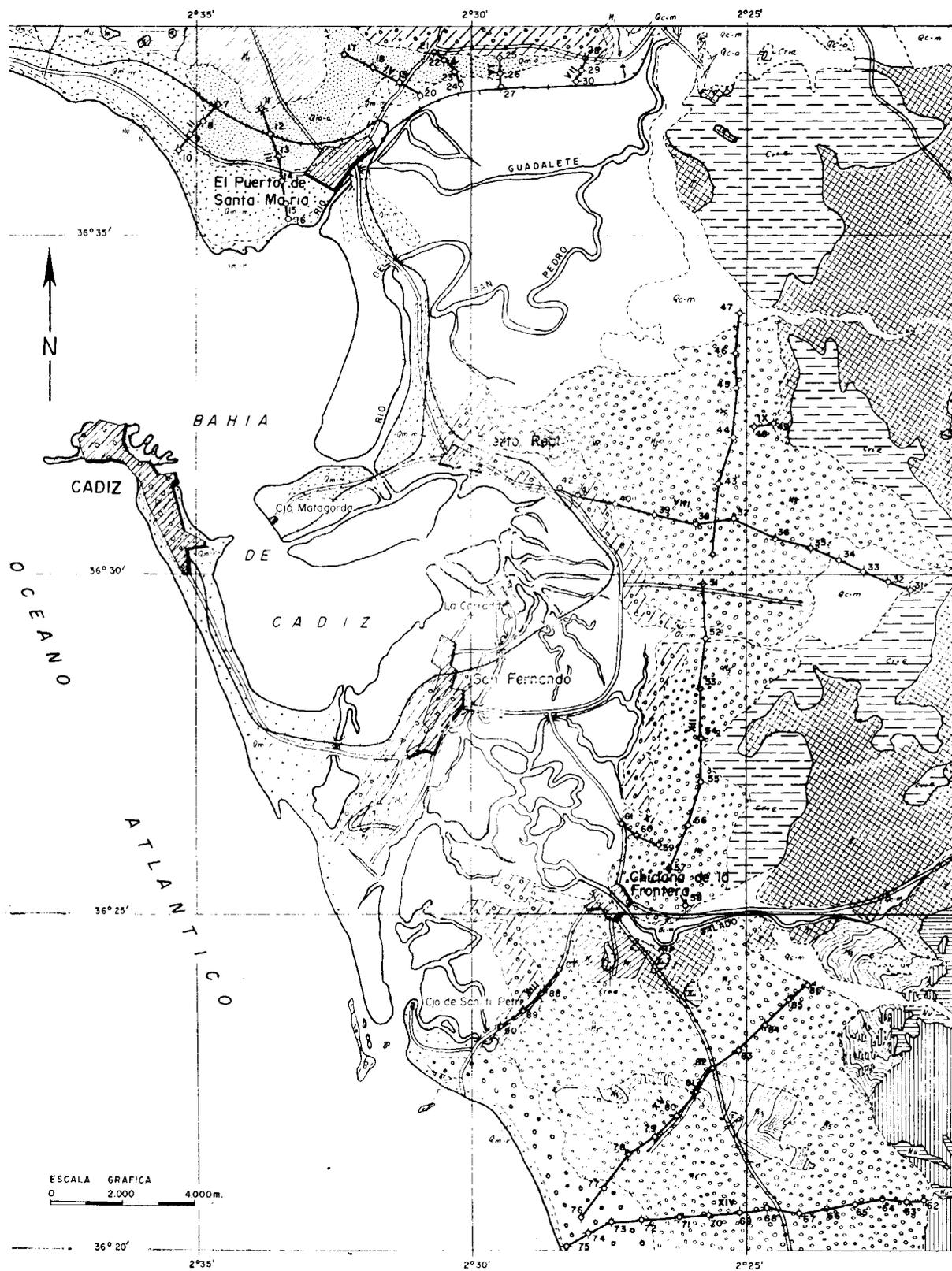
No es probable que se encuentren buenos acuíferos dentro del Cuaternario presente en esta banda

Como resumen podemos decir que estamos ante una zona de grandes posibilidades hidráulicas, pero que debe ser estudiada con mayor profusión y detalle.

##### 2) Zona de Chiclana de la Frontera

Destaca ante todo la gran fosa, zona B, que se forma de arenas sahelenses, con localización en el SEV-37 y cuya profundidad alcanza los 200 metros. La disposición y características son muy análogas a los que se encontraron en Jerez de la Frontera, y es previsible que asimismo se llegue a determinaciones de transmisividad del orden de  $4 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/seg., con lo que los caudales de agua, dada la potencia del acuífero, deben de ser muy importantes, y más en una zona situada a 3,5 kilómetros de Puerto Real. En consecuencia, no sólo desde el punto de vista de suministro de agua a Puerto Real y San Fernando, sino para fines agrícolas, este descubrimiento merece ser estudiado con gran detenimiento, estableciendo una adecuada explotación una vez que se haya hecho un sondeo

# PLANO GEOLOGICO Y DE SITUACION DE SONDEOS ELECTRICOS



## LEYENDA

### TERRENOS POST-OROGENICOS

Qc-r	CUATERNARIO CONTINENTAL RECIENTE	Qm-r	CUATERNARIO MARINO RECIENTE
Qc-m	CUATERNARIO CONTINENTAL MEDIO	Qm-m	CUATERNARIO MARINO MEDIO
Qc-a	CUATERNARIO CONTINENTAL ANTIGUO	Qm-a	CUATERNARIO MARINO ANTIGUO
Pc-o	PLIOVILLAFRANQUIENSE CONTINENTAL	Pm-o	PLIOCENO MARINO
Mf	SAHELIENSE, Arenas y areniscas	T	TORTONIENSE

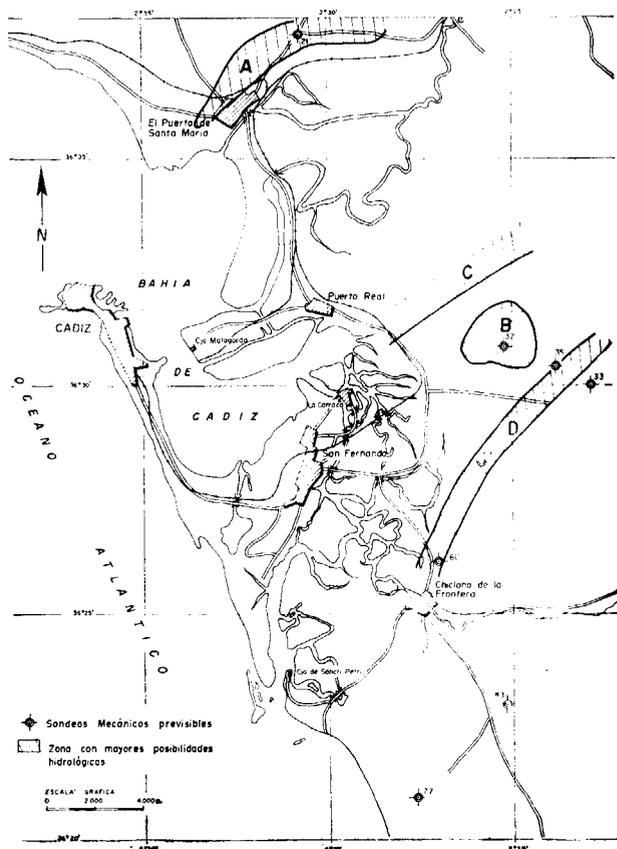
### TERRENOS SUB-BETICOS

B	BURDIGALENSE - Aibarizadas	J	JURASICO
N	NUMMULITICO	TGA	TRIASICO GERMANO-ANDALUZ
C	CRETACEO O EDCENO		

### MANTO DEL ALJIBE

A	Areniscas del Aljibe	Nu	NUMMULITICO - Arcillas de base
---	----------------------	----	--------------------------------

## PLANO DE SITUACION DE SONDEOS MECANICOS



ESCALA GRAFICA  
0 2.000 4000m.

P  
ri  
q  
c.  
S  
e  
e  
k  
n  
d  
r  
d  
t  
j

mecánico que aclare las características físicas del suelo y se haya extendido el reconocimiento de esta fosa mediante una más extensa red de sondeos eléctricos verticales.

En la zona C se destaca una lámina superficial de unos 10 a 15 metros de potencia, que pudiera tener importancia si se encuentran mayores espesores a lo largo de su desarrollo; quizá por ser tan superficial esté muy drenada, con labores de captación más o menos abundantes.

En la zona D, nos encontramos también con una lámina semejante con alta resistividad, pero con una gran potencia en los sondeos eléctricos 34 y 35, principalmente en este último; es asimismo de gran interés el SEV-33, donde se alcanzará el techo del impermeable a los 106 metros de profundidad.

Finalizamos este breve comentario señalando la importancia que evidencian los sondeos eléctricos 77 y 83, donde encontramos el techo de las mar-

gas de fondo a los 100 metros y 115 metros respectivamente, y que es previsible que aporten buenas soluciones a los sondeos mecánicos que allí se realicen, aunque deben tener cierta limitación los caudales de agua que se aforen, pues las cuencas de alimentación son pequeñas al quedar limitadas por los afloramientos triásicos al N., a lo largo del río Salado, y por la división central que produce este pequeño repliegue de las margas azules del Tortoniense que aflora en los sondeos eléctricos 81 y 82, y que quede, posiblemente, conectado con el afloramiento de este mismo horizonte al SE. de esta Sección eléctrica XV.

NOTA.—La cartografía geológica aquí utilizada ha sido realizada por los señores Chapón y Ruiz Celaá, pertenecientes al Proyecto del Guadalquivir.

Recibido: 31-V-69.

c  
I  
c  
:  
]  
c  
c  
:  
c  
:

# Determinación por difracción de Rayos X de las distintas fases del sistema "Sulfato Cálcico-H<sub>2</sub>O"

por P. SALVADOR SALVADOR (\*)

## RESUMEN.

Se describe un método para la determinación cuantitativa de las tres fases del sistema «Sulfato Cálcico-H<sub>2</sub>O» (SO<sub>4</sub>Ca, SO<sub>4</sub>Ca 2H<sub>2</sub>O y SO<sub>4</sub>Ca 1/2H<sub>2</sub>O), basado en la medida de las intensidades de difracción obtenidas a partir de un «diagrama de polvo».

Dicho método utiliza difractómetro automático, contador proporcional y sistema electrónico de registro.

Las curvas de calibrado obtenidas permiten trabajar con una precisión de ± 5 por 100.

La duración del análisis, contando el tiempo empleado en la preparación de las muestras, es de cuarenta y cinco minutos aproximadamente, y el límite de detección del orden del 1 por 100 para cada una de las tres fases estudiadas.

## ABSTRACT.

An X-Ray diffraction method to the three phases of the Calcium Sulfate-H<sub>2</sub>O system, (SO<sub>4</sub>Ca, SO<sub>4</sub>Ca 2H<sub>2</sub>O y SO<sub>4</sub>Ca 1/2H<sub>2</sub>O) has been developed.

The diffraction intensities, corrected for the absorption effect with the use of internal standard, were measured with the help of the automatic diffractometer, proportional counter and electronic register.

By drawing standard curves we get an accuracy of about ± 5 % (relative).

The study of each phase has been done in approximately 45 minutes with a sensibility of 1 %.

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de la difracción de rayos X al estudio del sistema «Sulfato Cálcico-H<sub>2</sub>O» ha puesto de manifiesto la existencia de tres fases estructuralmente diferentes: SO<sub>4</sub>Ca 2H<sub>2</sub>O; SO<sub>4</sub>Ca 1/2H<sub>2</sub>O y SO<sub>4</sub>Ca (Jung, 1925) (\*\*).

El SO<sub>4</sub>Ca 2H<sub>2</sub>O y el SO<sub>4</sub>Ca son fases que se encuentran frecuentemente en la naturaleza y que los mineralogistas conocen con los nombres de yeso natural y anhidrita. El SO<sub>4</sub>Ca 1/2H<sub>2</sub>O se encuentra raramente en su forma natural y se conoce con el nombre de basanita.

Entre las técnicas empleadas para la identifica-

ción de las tres fases del sulfato cálcico, la difracción de rayos X es una de las que más rápida y simplemente resuelven el problema, con la ventaja de ser una técnica «no destructiva». El problema se complica cuando el estudio de una muestra, bien sea de origen natural o artificial, no se limita a la identificación de las fases en ella presentes, sino que exige su determinación cuantitativa. La aplicación del análisis químico a este segundo problema, prescindiendo de la mayor o menor seguridad que pueda ofrecer, resulta demasiado lenta y laboriosa. Por otra parte, el «recuento puntual» que puede realizarse sobre una preparación delgada de la muestra con ayuda del microscopio petrográfico, aparte de la dificultad inherente en la preparación de la muestra, ofrece el inconveniente de poseer escasa representatividad.

El uso de la intensidad de los picos de difracción obtenidos a partir de un diagrama de polvo, fue sugerido por Hall en 1919, como instrumento para

la medida cuantitativa de los minerales presentes en cualquier muestra.

En 1936, Clark y Reynolds realizan un esquema para el análisis cuantitativo de los minerales presentes en el polvo ambiente de las minas, basado en la proporcionalidad existente entre las intensidades de los picos de difracción correspondientes a una especie mineral pura, y su respectiva concentración en la muestra. Ellos mismos introducen el uso de patrones internos con el fin de corregir el efecto que sobre las intensidades de difracción posee el coeficiente másico de absorción de la muestra. La corrección del «efecto de matriz» permite la confección de curvas de calibrado, utilizables independientemente del tipo de matriz que componga la muestra.

Estos y posteriores trabajos dieron un considerable ímpetu al análisis cuantitativo por difracción de rayos X, pero realmente, hasta 1945, en que comenzó a utilizarse el contador Geiger para detectar la radiación difractada, las medidas de intensidad no podían considerarse suficientemente rápidas y precisas como para que este nuevo método analítico entrara en competencia con los ya clásicos.

Klug y Alexander (1954), realizan un estudio detallado de la técnica y demuestran que en la mayoría de los casos el análisis cuantitativo de especies minerales presentes en una muestra puede efectuarse con una apreciación de ± 5 por 100. Posteriores trabajos (Alexanian, 1955; Diebold et al, 1963; Bradshaw, 1967) reafirman la rapidez y precisión de esta técnica, así como la difusión de su empleo.

## TÉCNICA EXPERIMENTAL

### Preparación de muestras

Uno de los factores que más influyen sobre la reproducibilidad de los resultados, por afectar directamente a las intensidades de difracción, es la marcada tendencia que los cristales de determinadas sustancias poseen a orientarse según ciertos planos cristalográficos. En nuestro caso, dada la peculiar textura que caracteriza las cristalizaciones del yeso natural y la anhidrita, se ha presentado orientación preferente según los planos (020) y (121) del primero y (002) y (020) del segundo.

La forma práctica de resolver este problema es mezclar la muestra con una sustancia inerte, de bajo coeficiente másico de absorción, que actúe como agente desorientador. En nuestro caso se ha utilizado con tal fin araldita D(Cy-230)Ciba. La mezcla se realiza con la muestra reducida a polvo a fin de conseguir que los cristales queden recu-

biertos de una fina película de araldita que destruya su hábito a la orientación.

Otros factores que hay que controlar a la hora de preparar las muestras, si se desea obtener resultados precisos y reproducibles, son: el tamaño de grano, la homogeneidad y el montaje de la muestra en el difractómetro. Todos ellos han sido tenidos en cuenta al proceder de la siguiente forma:

Inicialmente las muestras son porfirizadas en mortero de hierro y pasadas por un tamiz de 15 mallas DIN. Posteriormente son molidas más finamente, durante media hora, en un molino de bolas (tipo persuasión), análogo al diseñado por Triviño et al (1964); esta última molienda se realiza en húmedo utilizando acetona anhidra, líquido completamente inerte para el tipo de muestras utilizadas. Se consigue así un tamaño de partícula superior a 5 μm e inferior a 15 μm, tamaño óptimo para obtener máximas intensidades de difracción (Klug y Alexander, 1954), y evitar al mismo tiempo la orientación de los cristales.

Las muestras son mezcladas homogéneamente con el patrón interno (fluorita), previamente porfirizado en idénticas condiciones, en la proporción 4:1. La homogeneización se efectúa manualmente en mortero de ágata, utilizando nuevamente acetona anhidra. En estas condiciones las muestras son mezcladas con araldita en la proporción 1:2. La mezcla se realiza en moldes plásticos con objeto de que una vez que la araldita se haya endurecido, la pastilla formada pueda separarse fácilmente del molde.

La muestra en forma de pastilla es nuevamente porfirizada y montada en el difractómetro siguiendo el método descrito por Triviño et al (1964), el cual utiliza portamuestras plano giratorio con el fin de destruir la orientación preferente que pudiera quedar todavía en la muestra.

### Preparación de patrones

Los patrones utilizados para la construcción de las curvas de calibrado se preparan a partir de muestras naturales de yeso y anhidrita; los patrones de yeso hemihidrato se obtienen a partir de yeso natural por calcinación a 150° C durante tres horas (Cano y Chatelain, 1958). La pureza de cada una de las muestras utilizadas en la confección de los patrones es controlada por medio de diagramas de difracción.

Como diluyente se utiliza sílice amorfa (Clark et al, 1954), sustancia de bajo coeficiente másico de absorción y libre de espectro de difracción, con lo que se evita cualquier posible interferencia.

Como patrón interno se ha elegido fluorita (F<sub>2</sub>Ca) por poseer las siguientes características: 1)

(\*) Laboratorio de Rayos X. Instituto Geológico y Minero de España (Madrid).

(\*\*) X-ray powder data card (A. S. T. M.), núms. 6-0047, 2-0675 y 6-0226.

Su espectro (Swanson y Tatge, 1951)\*, se caracteriza por un escaso número de picos de difracción, que no interfieren con los picos de las tres fases del sulfato cálcico utilizados en el análisis. 2) Es de origen hidrotermal y por consiguiente raras veces se encuentra presente en yacimientos de sulfato cálcico. 3) Es fácil de conseguir perfectamente cristalizado.

se sustraen de las intensidades de los picos. Las intensidades se miden por triplicado en escala relativa (la misma para picos y fondo).

Una vez corregidas de fondo las intensidades de los picos (altura del máximo), se dividen éstas por la intensidad del máximo correspondiente al espaciado 1,94 Å de F<sub>2</sub>Ca utilizado como patrón (tabla 1). Representando gráficamente dicho co-

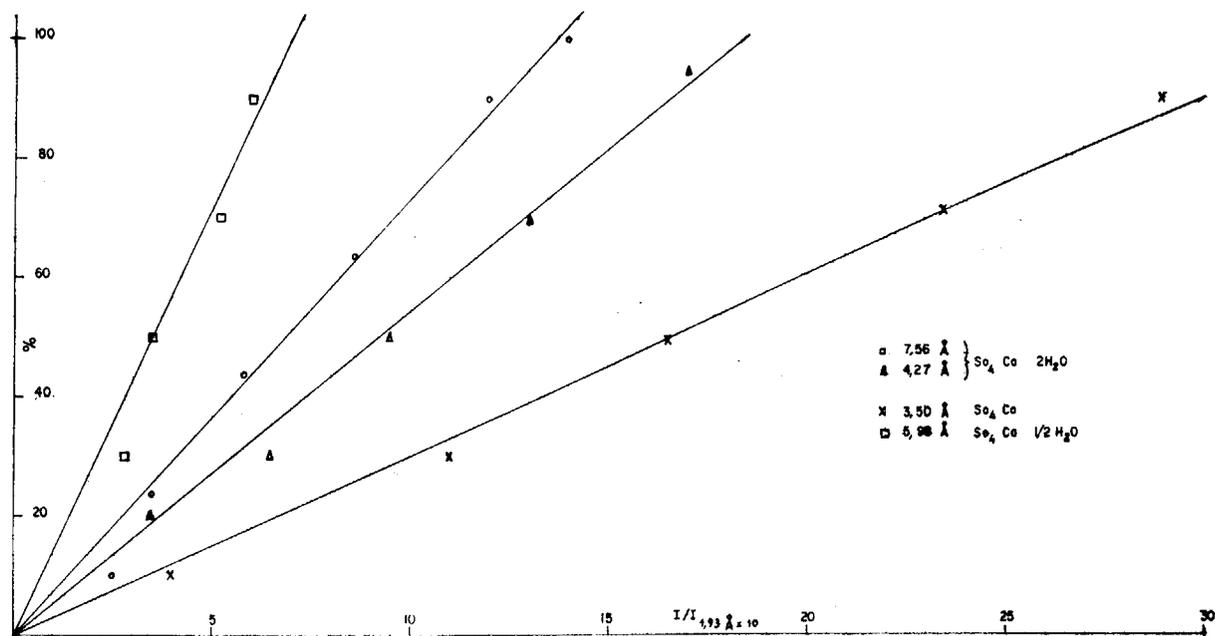


Figura 1.—Curvas de Calibrado.

Condiciones de trabajo y confección de curvas de calibrado

Se ha utilizado difractómetro automático Philips con generador PW 1.010 y goniómetro 1.050. La radiación difractada es recogida por un contador proporcional y transmitida, a través de un amplificador lineal, a un registrador gráfico.

Usando anticátodo de Cu (36 KV x 28 mA), filtro de Ni, rendijas de divergencia, recepción y «anti-scatter» de 1°, 0,2° y 1° respectivamente, velocidad de la carta registradora de 50 mm/h., constante de tiempo 4 s. y factor de escala 1 x 16, se consiguen intensidades de fondo del orden de 15 divisiones de la carta y picos de difracción cuya intensidad no sobrepasa nunca los límites de ésta.

En la tabla 1 se indican las posiciones angulares correspondientes a los máximos utilizados, junto con sus correspondientes espaciados reticulares. Igualmente se indican las posiciones angulares utilizadas en las medidas de intensidades de fondo,

(\*) X-ray powder data card (A. S. T. M.), núm. 4-0864.

TABLA 1  
Espaciados y posiciones angulares de picos y fondo

	Plano	Espaciado (Å)	Posición angular (Grados 2θ)	
			Pico	Fondo
SO <sub>4</sub> Ca · 2H <sub>2</sub> O	0 2 0	7,56	11,70	13,00 10,50
	1 2 1	4,27	20,80	22,00 19,00
SO <sub>4</sub> Ca · 1/2H <sub>2</sub> O	1 0 0	5,98	14,75	15,20 14,00
SO <sub>4</sub> Ca	0 0 2	3,50	25,50	26,20 24,50
F <sub>2</sub> Ca	2 2 0	1,94	47,10	48,00 46,00

cientemente frente a las concentraciones, expresadas en tantos por cientos, se obtienen las cuatro curvas de calibrado representadas en la figura 1. Las correspondientes a la anhidrita (SO<sub>4</sub>Ca) y al yeso hemihidrato (SO<sub>4</sub>Ca · 1/2H<sub>2</sub>O), han sido

construidas a partir de las intensidades difractadas por los planos (002) del primero y (100) del segundo. En el caso del yeso natural se han construido dos curvas de calibrado, las correspondientes a los planos (020) y (121), pues a pesar de haberse tomado todas las precauciones posibles para evitar la orientación preferente de los cristales según ambos planos, existen casos en los que ésta no queda totalmente destruida; cuando esto ocurre, el aumento de intensidad que afecta a uno de los planos (normalmente al 121), viene necesariamente acompañado de una disminución proporcional de la intensidad del otro plano, con lo cual dicho efecto puede ser fácilmente corregido.

CARACTERÍSTICAS DEL ANÁLISIS

Duración.

Contando el tiempo utilizado en la preparación de la muestra puede valorarse en cuarenta y cinco minutos el tiempo necesario para obtener el porcentaje de cada una de las tres fases del sulfato cálcico presentes en cualquier muestra.

Precisión.

La bondad de este método de análisis queda reflejada en la perfecta linealidad que presentan las curvas de calibrado de la figura 1. A partir de ella se deduce que en los casos más desfavorables las «desviaciones estándar» no son superiores al 5 %.

En ciertos casos en que interesa obtener información adicional cualitativa acerca del resto de las especies minerales que integran la muestra, se consigue ésta fácilmente, explorando la muestra a una velocidad angular relativamente lenta (1/2° 2θ/min.), entre 6° y 48° (2θ). Esto supone un aumento de la duración del análisis de unos treinta minutos aproximadamente.

Sensibilidad.

El límite de detección del método es del orden del 1 por 100 para cada una de las tres fases estudiadas.

REFERENCIAS

ALEXANIAN, C. L. (1955): *Analyse quantitative des minéraux dans les roches par la diffraction des Rayos X.* «Rev. Inst. Franc. Petrole», 10, 115.  
BRADSHAW, P. M. (1967): *Measurement of the modal composition of a granitic rock powder by point-counting, infrared spectroscopy, and X-Ray diffraction.* «Min. Mag.», 36, 94.  
CANO, R., y CHATELAIN, R. (1958): *Sur les produits de deshydratation du gypse.* «Bull. Soc. Franc. Miner. Crist.», 86, 10.  
CLARK, G. L., y REYNOLD, D. H. (1936): *Quantitative analysis of mine dusts; an X-Ray diffraction method.* «Ind. and Eng. Chem. Anal. Ed.», 8, 1; 39.  
CLARK, G. L.; LORANGER, W. F., y BODNAR, S. J. (1954): *X-Ray analysis of foundry dusts for quartz and iron in relation to silicosis and siderosis.* «Anal. Chem.», 26, 1413.  
DIEBOLD, F. E.; LEMISH, J. y HILTROP, C. L. (1963): «*Journal Soc. Petrol.*», 33, 124.  
JUNG, H. (1925): *Röntgenographische Untersuchungen an den Entwässerungsprodukten des Gypses.* «Z. Anorg. all Chem. Detsch.», 142, 73.  
KLUG, H. P., y ALEXANDER, L. E. (1954): *X-Ray Diffraction Procedures.* «John Wiley and Sons», págs. 428 y 290.  
SWANSON y TATGE (1951): «*J. C. Fel. Reports N. B. S.*».  
TRIVIÑO, F.; SAGRERA, J. L., y CALLEJA J. (1964): *La preparación de muestras para análisis por rayos X.* I) Fluorescencia. II) Difracción. *Materiales de construcción, últimos avances* (I. E. T. C. C.), núm. 113.

Recibido 8 VIII 68.

# INFORMACION

## Noticias

### ECONOMIA

#### PRODUCCION BRUTA EN ESPAÑA

	Millones de pesetas	
	(Avance) 1968	1967
Construcción ... ..	83.974	78.274
Maquinaria, incluidos medios de transporte.	79.443	75.421
Metalurgia, siderurgia y productos metálicos.	64.561	61.135
Química ... ..	48.506	44.643
Electricidad, gas y agua ... ..	32.570	29.640
Materia de construcción ... ..	28.056	25.925
Varios ... ..	13.958	13.720
Extracción de carbón ... ..	9.436	9.284
Extracción de minerales ... ..	8.212	7.373

#### PRODUCCIONES BASICAS EN ESPAÑA (1967-1968)

PRODUCTO	Unidad	Año 1967 (Cifras revisadas)	Año 1968 (Cifras provisio- nales)
<b>Extractivas:</b>			
Hulla ... ..	Miles de Tm.	9.595	9.600
Antracita ... ..	»	2.769	2.800
Lignito ... ..	»	2.686	2.730
Mineral de hierro ... ..	»	5.085	6.040
Piritas (hierro y ferroco- brizas) ... ..	»	2.391	2.500
<b>Energía:</b>			
Energía eléctrica (1) ... ..	GWh	40.637	45.720
Crudos petrolíferos destila- dos (2) ... ..	Miles de Tm.	20.759	26.800
<b>Metálicas básicas:</b>			
Lingote de hierro ... ..	Miles de Tm.	2.687	2.750
Acero ... ..	»	4.512	5.050

Laminados (netos) ... ..	»	4.036	4.375
Coque metalúrgico ... ..	»	2.767	3.300
Aluminio (3) ... ..	Tm.	85.032	96.600
Cinc ... ..	»	70.407	76.900
Cobre electrolítico y refina- do (4) ... ..	»	77.412	87.630
Plomo ... ..	»	52.560	61.225

#### Productos químicos:

Abonos nitrogenados (conte- nido de N) ... ..	Tm.	400.569	469.350
Superfosfato de cal ... ..	Miles de Tm.	1.579	1.450
Potasa cáustica (contenido K <sub>2</sub> O) ... ..	Tm.	454.426	505.325
Acido sulfúrico (100 por 100). Miles de Tm.		1.796	2.125
Sosa cáustica ... ..	Tm.	173.341	201.250
Carbonato sódico ... ..	»	245.474	259.225
Carburo de calcio ... ..	»	184.001	197.425

#### Materiales de construcción

Cementos artificiales ... ..	Miles de Tm.	13.137	14.600
------------------------------	--------------	--------	--------

### AUGE NORTEAMERICANO EN EL SECTOR SIDERURGICO

El volumen de la cartera de pedidos y el incremento de la producción de acero reflejan un sorprendente auge de este sector industrial en EE. UU.

Los principales consorcios norteamericanos del acero informan que sus factorías trabajan actualmente según un ritmo equivalente al 90 por 100 de su capacidad total de producción de acero.

- (1) Incluida la producción de UNESA + INI + resto.
- (2) Incluidos los crudos tratados por CEPSA en régimen de maquila.
- (3) Incluido el de segunda fusión.
- (4) Incluido el afino procedente de chatarra.

En los círculos de la industria del acero se achaca este auge a las restricciones voluntarias fijadas a sus exportaciones por los países de la Comunidad Europea del Hierro y el Acero y por las acerías del Japón, lo que ha dado lugar y que los consumidores se abastezcan en mayor proporción de las firmas productoras de acero de EE. UU.

### REVISTAS CIENTIFICAS

#### SEMINARIOS DE ESTRATIGRAFIA

Una nueva revista mensual con la denominación de «Seminarios de estratigrafía», apareció editada por el Departamento de dicho nombre de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid.

Los artículos que aparecen en la misma, son: El Cretácico de la Cuenca de Oviedo, por R. Rincón; el estudio del Cámbrico visto por autores extranjeros, por J. Gómez de Llarena; Notas sobre la estratigrafía del Paleozoico entre los ríos Porma y Bernesga (León), por L. Vilas Minondo.

Hasta la fecha han aparecido los números de enero y febrero del corriente año. Deseamos a dicha revista continúe con el mismo entusiasmo que se ha iniciado.

#### REVISTA ESPAÑOLA DE MICROPALAEONTOLOGIA

Entre las revistas de lengua española hace tiempo se notaba la falta de una revista de micropaleontología, necesidad satisfecha gracias a la iniciativa de la Empresa Nacional «Adaro», de hacerse cargo de la publicación de la Revista Española de Micropaleontología.

Esta revista cuatrimestral es un fruto más del laboratorio de micropaleontología, creado en 1955, y tan acertadamente dirigido por el Profesor Perconig.

De excelente presentación y con buenas aportaciones, se inicia esta revista a la que deseamos amplia difusión y toda clase de éxitos.

#### BIBLIOGRAFIA GEOLOGICO ESPAÑOLA DE 1966

Bibliografía Geológica Española de 1966.

En el número del Acta Geológica Hispánica, editada por el Instituto Nacional de Geología, correspondiente a los meses de noviembre y diciembre de 1968, se continúa la labor iniciada referente a la publicación de la Bibliografía Geológica Española. Con esta nueva aportación quedan ya publicados los años 1964-65 y 66.

### REUNIONES CIENTIFICAS

#### COLOQUIO SOBRE ESTRATIGRAFIA DEL NEOGENO

Organizado por la Sociedad Húngara de Geología, se celebrará en Budapest, del 4 al 8 de septiembre, un coloquio sobre la estratigrafía del Neógeno.

Los temas de la reunión serán los siguientes: Estratigrafía y paleogeografía del Neógeno de Paratethys. Correlación micropaleontológica. Límites superior e inferior del Mioceno.

Como final del coloquio se celebrará una excursión por el Neógeno húngaro (Budapest-Salgótarján-Eger-Várpalota-Balatonfüred-Pécs).

#### CONGRESO EUROPEO SOBRE EL ESPACIO COSMICO

Tuvo lugar en noviembre del 1968 el Tercer Congreso Europeo sobre el espacio cósmico en Bad Godesberg, en las proximidades de Bonn. Doce países europeos participaron en el Congreso. Se acordó el siguiente comunicado: primero, la creación de una Organización europea unitaria para objetos del espacio cósmico científicos, satélites de tipo comercial y proyectiles portadores, en que se fundirán las tres organizaciones existentes, la ELDO, ESRO y CETS; segundo, la continuación del programa científico de la ESRO, cuyos gastos se cifran hasta finales de 1971 en cerca de 172 millones de dólares. Para el desarrollo de un satélite de navegación y transmisiones se ha hecho el correspondiente encargo a la ESRO; tercero, el montaje de una capacidad europea, independiente de cohetes portadores; continuación del actual programa de la ELDO para la construcción de un cohete europeo hasta la conclusión feliz; elaboración de un programa de desarrollo ulterior.

#### REUNION EXTRAORDINARIA DE LA SOCIEDAD GEOLOGICA DE FRANCIA

Del 11 al 18 de septiembre de 1967, se celebró una reunión extraordinaria de la Sociedad Geológica de Francia, cuyo tema era «Los Pirineos hasta Asturias». Recopilación de las discusiones tenidas en aquel entonces en el fascículo 9.º de la Compte Rendu de la Sesión de la Sociedad Geológica de Francia de 1967, que acaba de aparecer. En dicho fascículo vemos una introducción seguida de una serie de trabajos que se refieren al Pirineo: de Hendaya a Castro Urdiales; De Castro Urdiales a Santander, por Ramales y Espinosa de los Monteros; De Santander al borde Sur de el macizo asturiano, hasta Reinosa; Reinosa; De Reinosa a Villarcayo, por Aguilar de Campoo y Santa Cruz del Tozo; De Villarcayo a Vitoria; De Vitoria a Pamplona; Pamplona; De Pamplona a Hendaya.

#### SIMPOSIUM SOBRE GEODESIA DE LAS MINAS

Del 26 al 30 de agosto de 1969, se celebrará en Praga un simposio científico internacional sobre la geodesia en las minas, la geología de las minas y la geometría de los yacimientos. Los temas a tratar se agrupan en los cinco capítulos siguientes: 1.º Nuevos métodos de trabajo en la técnica

de la geodesia en las minas; 2.º Geología de las minas y Geometría de los yacimientos; 3.º Influencia del vaciado y protección de la superficie en los trabajos mineros; 4.º Documentación relativa a la geodesia de las minas y a la geología, cartografía y reproducción de cartas y planos; 5.º Ciencias conexas con la geodesia de las minas, la geología de las minas y la geometría de los yacimientos.

Simultáneamente con el Simposium habrá tres exposiciones que se denominarán: Exposición de la historia de la geodesia de las minas en Checoslovaquia; Exposición Internacional de las casas científicas de comercio y Exposición Internacional de las organizaciones científicas y profesionales.

Simultáneamente habrá un coloquio sobre los métodos geofísicos y la geología de las minas y la prospección mecánica de las rocas, presiones de los terrenos y explotación de terrenos, fortificación subterránea, fundación de construcciones, así como todos los problemas que se presenten de Geología aplicada.

#### ASAMBLEA GENERAL DE LA AISPIT/AIGA

Del 1 al 12 de septiembre de 1969 se celebrará en Madrid una Asamblea General conjunta de las Asociaciones de Sismología y Física del Interior de la Tierra y de Geomagnetismo y Aeronomía.

Los temas de la primera serán: Magnitudes. Los problemas geotérmicos. Trabajos científicos generales.

Los temas de la segunda serán: Variación secular geomagnética (incluida la variación secular arqueomagnética y sus inversiones). Proceso de ionización aeronómica con aurora y luminescencia del aire. Comparación del comportamiento de la magnetosfera con observaciones sobre tierra y nuevos indicios de actividad geofísica.

Organizados por las Comisiones especializadas se tratarán los siguientes temas: Las Técnicas de digitalización de las observaciones geomagnéticas. El archivo magnético mundial. El campo geomagnético internacional de referencia. Los métodos de representación del campo magnético terrestre y su variación secular. La medida de las magnitudes extremadamente débiles de las rocas sedimentarias. La variación secular geomagnética. Los estudios geofísicos sobre la evolución del interior profundo de la tierra. Inestabilidades en la Magnetosfera. Las variaciones diurnas. Los campos eléctricos en la Magnetosfera. Modelos de campos de radiación alrededor de la tierra. La interacción de la Luna y los planetas con el viento solar. La estructura de la composición global de la Termosfera. Los procesos eléctricos y los problemas de la Estratosfera superior y de la Mesosfera.

Conjuntamente se organizan los siguientes simposios: Anomalía de la conductividad y problemas conexos. Crestas oceánicas y otras regiones raras. Deducciones de la física del estado sólido aplicado a la tierra. Problemas planetarios. Problemas del núcleo terrestre. Mecanismo de los temblores de tierra.

## VARIOS

### FUTURO DE ALEACIONES METÁLICAS ESPECIALES

Un gran futuro espera a las aleaciones especiales, un grupo que incluye metales como el titanio, berilio, volframio, níquel, cobalto y otros. El crecimiento de este grupo de metales ha sido en el orden de 10 por 100 anual, lo que podría representar 2.500 millones de dólares para 1975. La venta actual de estas aleaciones, conocidas por su resistencia elevada al calor, es de unos 1.200 millones. Se cree que el uso aumentará fuertemente en industrias como las de metalistería, aeroespacial y nuclear. También se abrirán nuevos mercados en las industrias automotriz y elaboradora de productos químicos.

Otro buen mercado para carburos de volframio cementados son las herramientas cortantes y piezas resistentes al desgaste. El molibdeno TZM (aleación Mo-Ti-Zr) se usa siempre más en la fundición inyectada a presión, y también se está generalizando el uso de piezas postizas de molibdeno en la fundición de hierro y latón. En el campo nuclear, la demanda por aleaciones especiales ha tenido un aumento anual de 21 por 100 para construcción de reactores.

### PRODUCCION DE SAL POR EVAPORACION

Al igual que en España, en Guerrero Negro (México), y ahora también en Long Island, cerca de Nueva York, y en las Islas Bahamas, se usa el calor solar y la fuerza del viento para producir grandes cantidades de sal con una pureza de 99,8 por 100. En México, la Exportadora de Sal ha construido lagunas artificiales que cubren 1.200 ha., y se llenan de agua de mar para evaporación ulterior. En las Bahamas, la Diamond Crystal Salt Co. tiene instalaciones que cubren 9.600 ha. con 13 lagunas de cristalización.

En las Bahamas se ha aplicado el método solar por etapas graduales. El agua de mar pasa por una serie de estanques grandes antes de entrar en las lagunas de cristalización. Una vez ha ocurrido la evaporación, entra en función una máquina parecida a un arado rotatorio para la nieve. Esta recoge la capa superior de sal, de 4 pulgadas, a razón de 400 toneladas por hora, y deposita esta sal en remolques de descarga por el fondo. La sal se descarga en tolvas, y de allí pasa a unos tambores rotatorios donde se pulveriza, y a las lavadoras por rocío. Finalmente pasa a las máquinas centrifugas para eliminar el agua y las impurezas.

### REPARACION DE TUBOS POR RECALCADO EXPLOSIVO

Un nuevo método para reparar tubos que se vale de un cartucho de explosivo y sella o rompe tubos en segundos, ha sido desarrollado por la Administración Aeronáutica y Espacial de los Estados Unidos. Aún cuando el sistema está

previsto para aplicaciones espaciales, también podrá aplicarse en industrias donde es necesario hacer reparaciones inmediatas. El sistema emplea un manguito ordinario que se coloca alrededor de la unión o ruptura en un tubo, y tiene una herramienta parecida a una pistola. La herramienta incorpora una cavidad anular que ajusta apretadamente alrededor del manguito exterior. Basta entonces detonar el cartucho en el interior de la cavidad, lo que produce la deformación del manguito, recalándolo en el tubo.

### EL PETROLEO EN COLOMBIA

La producción de crudos en Colombia sufrió una nueva baja en 1968. La exploración no dio los resultados esperados. Si el Gobierno no está dispuesto a conceder nuevos incentivos, no sería imposible que el país se vea obligado a importar crudo en diez años.

El consumo local ha aumentado en años recientes, de 66.700 barriles por día en 1965 hasta más de 80.000 barriles en 1968, mientras la producción sufrió una baja de 210.000 a 173.500 barriles. El Gobierno había previsto para 1968 una producción de 260.000 barriles, de los que 50.000 procederían de los yacimientos en la región meridional del río Putumayo, explorados por la Texaco-Gulf. Debido a problemas encontrados en la construcción del oleoducto transandino hasta la costa, no puede esperarse que esta última fuente producirá petróleo hasta mediados de año.

Entretanto, los programas de exploración se han paralizado debido a disputas entre el Ministerio de Minas y las compañías petrolíferas, que no están dispuestas a aceptar el rendimiento sumamente reducido en la venta de crudo al mercado local.

### PLANTA DE GAS LICUADO EN ARGELIA

En Skikda (Argelia), la compañía francesa de ingenieros Technip erigirá una gran planta de gas natural licuado, de 70 millones de metros cúbicos por día. Representa una inversión de 142 millones de dólares, una de las mayores jamás realizadas en el campo de la Petroquímica. La planta, explotada por la Société Mixte Algérienne de Gaz (Somilgaz), será la mayor del mundo, según informa Technip. Utilizará el método de licuación desarrollado por la TEAL, subsidiaria común de Technip y L'Air Liquide, y que se conoce como el «proceso autorrefrigerado de cascada». En este proceso, un solo fluido refrigerado produce la licuación del gas.

### PLANTA PETROQUIMICA EN BRASIL

Un importante complejo petroquímico será erigido por la empresa brasileña Petroquímica União, cerca de São Paulo, con un costo total de 61,5 millones de dólares. Prevista

para puesta en servicio a principios de 1971, será una planta básica de olefinas y aromáticos.

El complejo estará ubicado en la sección industrial de Capuava, cerca de Santo André, a 80 km. de São Paulo, y 60 km. del puerto de Santos.

El proyecto especifica siete unidades con las siguientes capacidades:

- Fraccionamiento de nafta, 25.000 barriles por día;
- Pirólisis de la nafta para olefinas, 230.000 toneladas/año de etileno; 150.000 toneladas/año de otras olefinas;
- Hidrotratamiento pirolítico de gasolina, 3.500 barriles/día;
- Reformador catalítico, 8.500 barriles/día;
- Extracción de aromáticos, 7.300 barriles/día;
- Extracción de aromáticos, 7.300 barriles/día;
- Fraccionamiento y tratamiento de aromáticos, 8.000 barriles/día;
- Instalaciones de hidrodeshidratación y auxiliares, 1.500 barriles/día.

Inicialmente, la planta utilizará crudos de Bahía para la producción de etileno, propileno, benceno, tolueno, ortoxileno y otros aromáticos mezclados. El proyecto prevee un aumento incremental a través de un período de varios años.

La Petroquímica União es una entidad de reciente creación, y está formada por las empresas: Petroquisa, subsidiaria de Petrobras del Brasil, que abastecerá la nafta; União Refinery, S. A., que suministrará el terreno, las instalaciones de servicios eléctricos, agua, etc., así como el personal administrativo; el grupo bancario brasileño Moreira Salles y Cotil II, subsidiaria de Coprabar. También participa en el convenio la International Finance Corp., dependiente del Banco Mundial.

### GASODUCTO ENTRE ALEMANIA Y HOLANDA

Un nuevo gasoducto, de 236 millas de largo, transporta el gas natural desde la frontera de los Países Bajos hasta Mannheim, en Alemania Occidental. Instalado a un costo de más de 50 millones de dólares, el gasoducto tiene una capacidad de 5.000 millones de metros cúbicos por año. Se compone de tres secciones, explotadas en el Norte por la Nordrheinische Erdgas Transportgesellschaft; la sección intermedia por la Mittelrheinische Erdgas y la meridional por Süddeutsche Erdgas. Dentro de un año, el gasoducto llegará a surtir el Sur de Alemania.

### REFINERIA DE CRUDO PARA SUDAFRICA

A unas 45 millas al Suroeste de Johannesburg se halla la localidad de Sasolburg, sede de la South African Coal, Oil & Gas Corp. (Sasol), una compañía propiedad del Gobierno que produce gasolina a partir de carbón. Es un complejo químico que abarca 130 hectáreas, y representa una inversión de 210 millones de dólares. Proximamente entrará en servicio una refinería para productos de petróleo valuada en 72,8

millones. La nueva refinería será una de las más modernas del mundo, y se espera que entrará en funciones para fines de 1970. Elaborará cerca de 2,5 millones de toneladas métricas de crudo por año, y producirá una gama completa de productos de petróleo para el mercado sudafricano, incluyendo gas de petróleo licuado, gasolina, kerosene, combustibles para aviones de chorro, aceites Diesel, combustibles livianos y alquitrán.

La primera etapa del proyecto ha sido iniciada con la construcción de 18 tanques de almacenamiento, cada uno con capacidad para 37 millones de litros de crudo. Este año serán terminados 22 tanques adicionales, así como una tubería a la Bahía Richards, en Natal.

Las inversiones totales en el complejo, a través de 18 años, llegan a 420 millones, con la participación del sector privado y del Gobierno.

**PROSPECCION DE PETROLEO Y GAS  
COMBUSTIBLE EN LA REGION  
DE EAST DE ANGLIA**

Las tres compañías británicas «Continental Oil Company (Conoco)», «Envoy Oil Ltd.» y «Marathon Petroleum G. B. Ltd.», van a emprender un programa para la prospección de petróleo y gas en la región de East de Anglia, cerca de Norfolk.

La perforación del primer pozo se realizará en una tierra de labranza situada a unos 2,5 km. de la costa, en una zona donde hasta el momento no se ha encontrado ninguno de estos dos combustibles, y cuya distancia al yacimiento de gas natural cercano, el de Hewitt, en el Mar del Norte, es de unos 33 km.

**GAS NATURAL LICUADO COMO COMBUSTIBLE  
PARA VEHICULOS DE MOTOR**

Se está ensayando el gas natural (constituido fundamentalmente por metano), del que se afirma que es más barato que aquél, y que incluso llegará un día en que resulte inferior en precio a la gasolina, y que, además, contamina en menor grado que ésta la atmósfera, como combustible para vehículos de motor. Por esta razón se trabaja en el desarrollo de métodos para su licuefacción y almacenamiento y se calcula que en fecha no muy lejana pueda ser utilizado para la propulsión de coches, camiones, trenes e incluso quizá como combustible para aviones.

De los ensayos llevados a cabo, se deduce que los vehículos propulsados por gas licuado pueden lograr velocidades superiores a los 110 km/hora. El escape de hidrocarburos sin quemar se reduce alrededor del 50 por 100, y el de monóxido de carbono en un 90 por 100. El coeficiente de seguridad tampoco parece ser ningún impedimento para el empleo futuro como combustible de este gas, dado que el gas natural licuado necesita una temperatura muy elevada

para inflamarse como la gasolina y, además, su reconversión en gas se realiza con absorción de calor, de forma que las piezas del motor son refrigeradas y el peligro de incendio se reduce.

Los problemas que plantea la conservación del gas licuado han de resolverse también en la construcción de los depósitos de combustible de los vehículos. Aun cuando éstos sean de dimensiones relativamente reducidas, la necesidad de un aislamiento muy grande hace que sus dimensiones resulten tales que dejen poco espacio para el equipaje. Y otro factor muy importante es que el aislamiento del depósito no es perfecto. Los correspondientes depósitos para vehículos cuando éstos no estén en servicio habrá que contar con una pérdida diaria de gas del orden del 2 por 100.

**TECNICA NUEVA DE QUEMAR CARBON**

En algunos centros de Gran Bretaña y EE. UU., se encuentra en período de ensayo un nuevo sistema para quemar carbón, que ofrece mayor rendimiento calorífico y a precio más económico que las calderas clásicas.

En vez de quemar el carbón en un hogar de parrilla, utilizan un lecho de cenizas, fluidizado mediante el soplado de aire a su través. En este lecho de cenizas se inyecta carbón finamente dividido, que se dispersa rápidamente a través de la ceniza, al tiempo que arde en la corriente de aire. El calor producido por su combustión se extrae a través de los tubos de la caldera, que atraviesan el lecho de cenizas. Mediante esta instalación se consigue un rendimiento térmico del 60 al 70 por 100 del calor de la combustión.

Puesto que el lecho está constituido por un 95 por 100 de cenizas, y sólo el 5 por 100 de carbón, se puede utilizar un carbón de calidad baja; la caldera puede ser, de menores dimensiones, dado el elevado rendimiento térmico y, debido a la temperatura relativamente baja necesaria (700-800° C), la corrosión y ensuciamiento de los tubos de conducción del calor es menor.

Con este nuevo procedimiento de combustión más económico se espera conseguir que el carbón siga ocupando un puesto como fuente energética junto con la energía atómica, el petróleo y el gas natural.

**NUEVOS RESULTADOS EN LA  
INVESTIGACION NUCLEAR**

Un nuevo procedimiento para el enriquecimiento de los isótopos de uranio U 235, indispensable para el aprovechamiento de la energía nuclear, se ha experimentado con éxito en el centro de investigación nuclear de Karlsruhe. La potencia de las plantas de ensayo instaladas en el centro de investigación nuclear, que permiten una separación de los isótopos de uranio por el «procedimiento de separación a reacción», responde exactamente a los cálculos teóricos. El nuevo método se basa, lo mismo que el conocido procedi-

miento de difusión en la diferencia de masa entre el uranio 235, el único escindible contenido solamente en un 0,7 por 100 en el uranio natural, y el uranio 238, que representa el 99,3 por 100 restante. El nuevo procedimiento es una importante variante de la separación del isótopo de uranio, tan importante para el aprovechamiento económico.

**APROVECHAMIENTO DEL CALOR PRODUCIDO  
POR LOS REACTORES NUCLEARES  
DE TEMPERATURA ALTA EN LOS  
PROCESOS SIDERURGICOS**

En 1963, y en el Instituto Siderúrgico de la Universidad Técnica de Aquisgrán, se inició un programa de investigación cuya finalidad era lograr el mayor número posible de aplicaciones de la energía nuclear a los procesos siderúrgicos. El procedimiento seguido en este Instituto consiste

en desarrollar en laboratorio los procesos que parecen variables y probarlos después a escala de planta piloto.

Una de las aplicaciones que parecen más prometedoras es el aprovechamiento del calor producido por los reactores nucleares de temperatura alta en el calentamiento de los hornos altos en la operación de reducción del mineral de hierro con coque.

La ventaja de emplear el calor procedente del reactor para este menester, estriba en que permite ahorrar un 50 por 100 del coque actualmente consumido, con lo cual la utilización de un millón de kilocalorías con los fines indicados en horno alto, que hasta ahora cuesta de 210 a 228 pesetas, saldría a sólo de 45 a 80 pesetas.

El grupo de trabajo dedicado a estudiar estas cuestiones ha originado con preferencia sus investigaciones hacia la consecución de un sistema que permita transferir el calor directamente a la masa de mineral de hierro que ha de entrar en reacción.

**Estadística y Economía  
COTIZACIONES**

MATERIAS	15-12-66	4-1-68	2-1-69	30-1-69	6-3-69
<b>CINC</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	14,50	13,50	13,50	13,50	13,50
Londres (£ por Tm.).....	104-105	112 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> -112 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	114 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> -114 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	113 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> -113 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	113 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -113 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>
<b>ALUMINIO</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	24,50	25,—	26,—	26,—	27,—
Londres (£ por Tm.).....	192,—	228-13-4	238-0-0	239-0-0	247-6-8
<b>MERCURIO</b>					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramos).....	495-510	523-528	535-540	532-540	535-540
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.)...	185-210	220,—	223,—	223,—	223,—
<b>VOLFRAMIO</b>					
Londres (chelines por Tm.).....	310-325	410-425	435-447/6	425-445	400-415
<b>PETROLEO</b>					
Nueva York (\$ por barril).					
East Texas, crudo, en pozo...	3,10	3,20	3,20	3,20	3,20
<b>ESTAÑO</b>					
Nueva York (centavos por libra) ..	154,—	150,—	162,—	165,—	165,—
<b>COBRE</b>					
Nueva York (centavos por libra).					
Electrolítico.....	36,38	38-38,25	42	44,50	40-45
Londres (£ por Tm.).....	426-426 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	579-580	515-515 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	540-541	529-530
<b>PLOMO</b>					
Nueva York (dólares por libra)....	11,30	14,—	13,—	13,—	14,—
Londres (£ por Tm.).....	81-81 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	93 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> -93 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	106 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> -106 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	109-109 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	10 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> -10 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>

## Información legislativa

### PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESION DE EXPLOTACION

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
98	6139	24-IV-69	Ind.	Almería, otorgándose los permisos de investigación que se citan.
98	6141	24-IV-69	Ind.	Málaga, otorgándose los permisos de investigación que se citan.
100	6316	26-IV-69	Ind.	Oviedo, notificándose la caducidad de investigación minera que se cita.
109	6866	7-V-69	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas suspendiendo el derecho de petición de permisos de investigación y concesión directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Salamanca.
110	6962	8-V-69	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas suspendiendo el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Avila. Resolución de la Dirección General de Minas suspendiendo el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Salamanca.
114	7239	13-V-69	Ind.	Barcelona, caducando las concesiones de explotación minera que se citan.
115	7346	14-V-69	Ind.	Badajoz, otorgando los permisos de investigación que se indican.
115	7346	14-V-69	Ind.	Ciudad Real, cancelando el permiso de investigación que se cita.
115	7346	14-V-69	Ind.	Orense, otorgando el permiso de investigación que se cita.
117	7445	16-V-69	Ind.	Castellón, otorgando el permiso de investigación que se cita.
117	1445	16-V-69	Ind.	Madrid, otorgando el permiso de investigación que se cita.
117	1445	16-V-69	Ind.	Oviedo, caducando el permiso de investigación que se cita.
117	7445	16-V-69	Ind.	Salamanca, otorgando los permisos de investigación que se citan.
120	7645	20-V-69	Ind.	Avila, caducando los permisos de investigación que se citan.
120	7645	20-V-69	Ind.	Badajoz, otorgando los permisos de investigación que se citan.
120	7646	20-V-69	Ind.	La Coruña, cancelando los permisos de investigación que se citan.
120	7647	20-V-69	Ind.	Madrid, caducando el permiso de investigación que se cita.
120	7648	20-V-69	Ind.	Oviedo, caducando los permisos de investigación que se citan.
121	7754	21-V-69	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas suspendiendo el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Avila.
121	7755	21-V-69	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas suspendiendo el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Salamanca.
121	7756	21-V-69	Ind.	Santa Cruz de Tenerife, cancelando los permisos de investigación que se citan.
121	7756	21-V-69	Ind.	Toledo, utilizando y declarando de utilidad pública la instalación que se cita.
126	8190	27-V-69	Ind.	Orden de 10 de mayo de 1969 por la que se adjudica a la «Sociedad Anónima Minera Cueva de la Mora» la investigación del sector «Ebro Oriental», de la reserva a favor del Estado denominada «Ebro».
126	8192	27-V-69	Ind.	Madrid, cancelando el permiso de investigación que se cita.
128	8349	29-V-69	Ind.	Cuenca, caducando la concesión de explotación minera que se cita.
128	8349	29-V-69	Ind.	Palencia, caducando las concesiones de explotación minera que se citan.

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
128	8349	29-V-69	Ind.	Santa Cruz de Tenerife, caducando la concesión de explotación minera que se cita.
129	8423	30-V-69	Ind.	Ciudad Real, caducando las concesiones de explotación minera que se citan.
129	8424	30-V-69	Ind.	Huelva, otorgando los permisos de investigación que se citan.
129	8424	30-V-69	Ind.	Valencia, haber sido otorgadas las concesiones de explotación minera que se citan.
131	8578	2-VI-69	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas, cancelando el permiso de investigación que se cita.
PERSONAL				
127	8232	28-V-69	P. del G.	Orden del 24 de mayo de 1969 sobre normas complementarias del Decreto número 2.134/1965, de 7 de julio, relativo a la creación, funcionamiento, registro y extinción de las Comisiones Interministeriales.
127	8233	28-V-69	P. del G.	Orden de 24 de mayo de 1969 por la que se crea el Servicio de Protección de Materias Clasificadas.
HIDROCARBUROS				
86	5222	10-IV-69	Ind.	Orden de 18 de marzo de 1969 aprobando el Convenio de Colaboración entre «California Oil Company of Spain» (CALSPAIN) y «Texaco (Spain) Inc» (TEXSPAIN) para la investigación de hidrocarburos en los permisos «Almazán» y quince más, en zona I (Península).
99	6216	25-IV-69	Ind.	Orden de 8 de marzo de 1969 aceptando la renuncia de la «Empresa Nacional de Petróleos de Navarra, S. A.» (EMPENSA) a los permisos de investigación de hidrocarburos «Anso» y «Berdun» en zona I (Península).
102	6471	29-IV-69	Ind.	Decreto 764/1969 de 27 de marzo aprobando la cesión a la «Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A.» (EMPASA) por la «Compañía de Investigación y explotaciones Petrolíferas, S. A.» (CIEPSA) y por la «Sociedad de Exploración de Petróleos Españoles, S. A.» (SEPE), de una participación del 30 por 100 en los permisos de investigación de hidrocarburos en zona I «Jaén», «Martos», «Alcaudete» y «Baena».
102	6471	29-IV-69	Ind.	Decreto 766/1969 de 10 de abril adjudicando un permiso de investigación de hidrocarburos denominado «Area número 4», de las segregadas por el permiso «Ubierna», solicitado por la «Empresa Nacional de Petróleos de Navarra, S. A.» (EMPENSA).
RESERVAS				
87	5307	17-IV-69	Ind.	Orden de 24 de marzo de 1969 autorizando la reserva provisional a favor del Estado para la investigación de minerales radiactivos en un área expresamente delimitada, denominada «Ampliación a Porriño».
93	5745	18-IV-69	Ind.	Orden de 8 de abril de 1969 autorizando la modificación de reserva definitiva a favor del Estado en la provincia de Huelva, término municipal de «El Campillo».
99	6216	25-IV-69	Ind.	Orden de 23 de abril, relativa a reserva definitiva de criadero «La Estrella», de la Sierra de Gádor (Almería) y prórroga provisional en el resto del área que comprende la zona reservada.
100	6311	26-IV-69	Ind.	Orden de 8 de abril de 1969 autorizando la modificación definitiva a favor del Estado en los términos municipales de Cabezas Rubias y otros en la provincia de Huelva, de yacimiento de pirritas de hierro y ferrocobrizas.

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
103	6522	30-IV-69	Ind.	Orden de 19 de abril de 1969 por la que se reserva provisionalmente a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos un área denominada «Badajoz, Veintiséis», de la provincia de Badajoz.
104	6570	1-V-69	Ind.	Orden de 17 de abril de 1969 por la que se reserva provisionalmente a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos un área denominada «Zona 30, Ciudad Rodrigo», de la provincia de Salamanca.
104	6570	1-V-69	Ind.	Orden de 19 de abril por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en un área denominada «vigésimo novena-Navalcán», de las provincias de Avila y Toledo.
109	6865	7-V-69	Ind.	Orden de 19 de abril de 1969 por la que se reserva provisionalmente a favor del Estado, para investigación de minerales radiactivos, un área denominada «Barcelona-Tres-Montagut», comprendida en la provincia de Barcelona.
109	6866	7-V-69	Ind.	Orden de 19 de abril de 1969 por la que se establece a favor del Estado la reserva provisional para investigación de minerales radiactivos en tres áreas denominadas «Zona Vigésima-Santa Elena», en las provincias de Ciudad Real y Jaén, y «Zona vigésima primera-Calzada de Calatrava» y «Zona vigésimo segunda-Pozuelos de Calatrava», ambas de la provincia de Ciudad Real.
109	6866	7-V-69	Ind.	Corrección de errores de la Orden de 24 de marzo de 1969 sobre reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en un área que expresamente delimita, denominada «Zona vigésima séptima-Besullo».
128	8348	29-V-69	Ind.	Orden de 21 de mayo de 1969 autorizando el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en determinada zona de Pozoblanco (Córdoba).
131	8577	2-VI-69	Ind.	Orden de 21 de mayo de 1969 autorizando el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado de criaderos de oro en Calzadilla de Coria (Cáceres).
131	8577	2-VI-69	Ind.	Orden de 26 de mayo de 1969 levantando la suspensión del derecho de petición y consiguiente declaración de caducidad del expediente en trámite de la reserva en «Zona Beariz (Pontevedra y Orense) y «Zona Laza-Verín-Villardevós» (Orense).
131	8578	2-VI-69	Ind.	Orden de 26 de mayo de 1969 autorizando continúe encomendada en su investigación al Instituto Geológico y Minero de España la reserva provisional a favor del Estado en la Zona Azuaga-Fuenteovejuna, comprendida en las Provincias de Badajoz y Córdoba.
VIARIOS				
103	6524	30-IV-69	Ind.	Madrid, publicando la declaración de mineromedicinales de las aguas del manantial que se cita.
106	6631	3-V-69	Ind.	Orden de 18 de abril de 1969 declarando la inclusión expresa de la pirofilina en la Sección B) de la clasificación de sustancias minerales establecida por la vigente Ley de Minas.
160	6637	3-V-69	O. P.	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas concediendo autorización al Ayuntamiento de Cartagima (Málaga) para aprovechar aguas subálveas del manantial de Inzana, en dicho término municipal, con destino a su abastecimiento.
108	6748	6-V-69	Ind.	Decreto 774/1969, de 17 de abril declarando de «interés preferente» el sector siderúrgico integral.
136	8912	7-VI-69	Ind.	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas publicando la autorización concedida a la Comunidad de Aguas «La Tranza» para continuar labores alumbramiento aguas subterráneas en terrenos de Tijarafe (Tenerife).

## Notas bibliográficas

### MINERALOGIA

ARGEMIRO SANTOS MUNSURY: *Las gemas y otras materias preciosas: la esmeralda*, «Instituto Gemológico Español», octubre, 1968, 122 págs.

Al igual que en otros países, como Inglaterra e Italia, donde se publicaron los correspondientes tratados de gemología, era necesario cubrir esta laguna informativa y de conocimientos necesarios por los técnicos y artistas de habla española por medio de una obra adecuada, como la presente, profusamente ilustrada con 72 fotografías en color, admirablemente editada.

Consta la obra de tres partes: la primera se refiere principalmente al aspecto histórico, para finalizar con unas consideraciones sobre el color. En la segunda se va refiriendo a los diversos yacimientos. Los temas de la tercera parte son: generalidades técnicas, inclusiones, dobletes, técnicas de investigación y análisis.

Complemento de la obra es una bibliografía con 69 citas.—L. DE A.

### PALEONTOLOGIA

BJÖRN KURTÉN: *Introducción a la Paleontología. El mundo de los dinosaurios*, «Biblioteca para el Hombre actual», Ediciones Guadarrama, Madrid, 1968. 256 págs.

El autor, profesor de paleontología en Helsinki, especialista en vertebrados, expone y razona una serie de aspectos de estos animales antehumanos, con magnífica adaptación a las circunstancias. Con extrañísimo aspecto, consecuencia en parte de su enorme tamaño, poblaron la tierra durante más de 100 millones de años de la Era Mesozoica.

Recurre a una serie de técnicas modernas para el estudio adecuado de estos reptiles prehistóricos en su medio ambiente y con relación a toda la columna geocronológica. Rechaza algunas opiniones poco probables sobre la desaparición de los dinosaurios, momento que marcó el final del Cretácico.

La obra está dividida en las partes siguientes: Teorías y descubrimientos. Historia de la tierra antes de la desaparición de los dinosaurios. Los dinosaurios. Otros vertebrados terrestres. Vertebrados marinos. Flora e invertebrados. Geografía del Jurásico y Cretácico. Después de los dinosaurios.

Complemento de la obra son un apéndice con la clasificación de los vertebrados de los periodos Jurásico y Cretácico, un pequeño glosario sobre el tema, la bibliografía y el correspondiente índice analítico.

La obra fue traducida del inglés por F. Alférez Delgado, del Departamento de Paleontología de la Universidad de Madrid.—L. DE A.

### GEOLOGIA

P. ROUTHIER: *Essai critique sur les méthodes de la Géologie (De l'objet à la Genèse)*, «Masson et Cie», 1969, 204 páginas, París, VI.

La obra reseñada pertenece con el número 34 a la colección de Evolution des Sciences en la que el autor, profesor de la Facultad de Ciencias de París, marca las orientaciones sobre la manera de acumular los conocimientos y de considerarlos con un cierto número de reglas lógicas, que permiten encuadrar los métodos y jerarquizar conceptos, con el fin de dar a cada observación y criterio de adaptación su verdadero valor. Al mismo tiempo indica un cierto número de reglas de lenguaje íntimamente relacionadas con las génesis de las palabras.

La obra está dividida en 21 capítulos, que son los siguientes: I. Fenómenos y objetos. II. Espacio, tiempo, materia, energía. III. Niveles de organización y niveles escalares. Situación de la geología. IV. Escala y malla «sensibles». Mapas Geológicos. Contradicción entre geólogos. La enfermedad de los grandes medios técnicos. V. Transposición errónea de un nivel a otro. Fosas previstas de metasomatosis. VI. Caracterización de un sistema. VII. Gradientes. Zonalidad. VIII. Dominios y zonas de influencia. IX. Evolución de un sistema. Cronodiagrama. X. Estructura y estadística en Geología. XI. Modelo general de la génesis. XII. Etapas y métodos de la reconstrucción genética. XIII. Testigos y falsos testigos. Aplicación a los cambios de materias. XIV. Génesis y clasificaciones genéticas. XV. Tipología. Falsos y verdaderos tipos. XVI. Algunos conceptos fundamentales en petrología y en metalogénia. Modelos de las teorías metalogénicas. XVII. Metalotectas. XVIII. Juicio sobre las variables y las cualidades dependientes e independientes. XIX. Herencia y transformación (Herencia y transformismo). XX. Dogmas y especialización. Clasicismo y modernismo. Vuelta a las fuentes y al terreno. XXI. Comentarios anónimos sobre el lenguaje.

Como conclusión hace un comentario sobre pesimismo propios, que dice tiene carácter constructivo, sobre las ciencias y el mundo científico y en particular sobre la geología. Completan la obra unos anexos: Uno de ellos es una proposición sobre la diferenciación de estructura y textura. Una reacción para vencer el desorden de la documentación. Un modelo de ficha tipológica de yacimiento.

La necesidad de una reacción internacional para evitar el desorden de almacenamiento de la información.

Completa la obra una información bibliográfica amplia.

Como nos dice el autor en el prólogo, el que lee este libro queda imbuido en un espíritu de cuantificación e información de los procesos naturales para descifrar su génesis y de la necesidad de llevar una buena metodología de acuerdo con la ciencia actual. Debe emplearse cada palabra para expresar un concepto claro del proceso.—L. DE A.

## GEOLOGIA

PIERRE FEUILLÉE: *Le Cénomaniens des Pyrénées Basques aux Asturies. Essai d'analyse stratigraphique.* «Memoria de la Sociedad Geológica de Francia», 1967. 462 págs. y 41 láminas.

La obra que mencionamos consta de cinco partes: 1.ª parte, Vizcaya o los problemas de una fosa del flysch. 2.ª parte, los Pirineos Vascos Occidentales, las relaciones de sedimentaciones y los movimientos tectónicos. 3.ª parte, la Región Navarro-Cantábrica. 4.ª parte, Asturias y la

Meseta, las transgresiones Cenomanenses sobre un dominio continental.

La última parte corresponde a las conclusiones generales, en ellas se consideran aspectos petrográficos, biológicos, bioestratigráficos y paleogeográficos, resumen de los principales datos paleogeográficos y paleoestratigráficos, síntesis de los principales acontecimientos. Termina con una reflexión sobre la significación y los hechos más destacados del Cenomanense. La obra se completa con una bibliografía dividida en cuatro capítulos: regional, estratigráfica, sedimentológica y de mapas.—L. DE A.

## PREPARACION DE MINERALES

M. LAUDAUD: *Application de l'absorptiometrie Gamma a l'analyse de l'Uranium dans des solutions*, «Rapport CEA-R-3708», 1969.

Describe el autor la realización de un aparato destinado a la medida de la concentración de uranio o de plutonio por absorción gamma en solución.

Da los resultados obtenidos, así como los posibles desarrollos de este tipo de aparatos.—L. DE A.

## Sección informativa de revistas

### Publicaciones inglesas

MINERALOGICAL MAGAZINE. Publ. por la Mineralogical Society, Londres.

Vol. 36, núm. 281, marzo 1968.

I. Kumbasar y J. J. Finney: *The crystal structure of parahopeite.*

I. Sunagawa: *Preferential crystal growth along tilt and twist boundaries in hematite.*

A. F. Seager: *The morphology of cerussite.*

J. V. Smith: *Further discussion of framework structures built from four- and eight-membered rings.*

H. Wiedersich, J. W. Savage, A. H. Muir y D. G. Swarthout: *On the composition of delafossite.*

M. H. Hey: *On the composition of natural delafossite.*

A. G. Cockbain: *The crystal chemistry of the apatites.*

B. Mukherjee: *Genetic significance of trace elements in certain rocks of Singhbhum, India.*

S. B. Bhattacharjee, L. Bhattacharjee, A. K. Ghosh y S. Bhattacharjee: *Minor elements in some rocks and minerals of the Rakha mines area, Singhbhum, India.*

D. S. Buist: *A study of calcium hexaluminate.*

H. J. Axon: *The metallographic structure of the Kodakau meteorite.*

G. J. H. McCall y W. H. Cleverley: *New stony meteorite finds including two ureilites from the Nullarbor Plain, Western Australia.*

P. R. Buseck: *Mackinawite, pentlandite, and native copper from the Newport pallasite.*

G. J. H. McCall: *The Bencubbin meteorite; further details, including microscopic character of host material and two chondrite enclaves.*

A. J. Easton y M. H. Hey: *Minor elements in the silicate phase of enstatite chondrites.*

M. J. Frost: *Cutting of stony-iron meteorites.*

W. E. Addison y A. D. White: *Spectroscopic evidence for the siting of lithium ions in a riebeckite.*

B. E. Leake: *Optical properties and composition in the orthopyroxene series.*

R. E. K. Benjamin: *An axinite-epidote-tourmaline vein cutting amphibolite, western Connemara, Eire.*

J. R. Pandya y C. L. Saraf: *Etching of baryte.*

I. C. Pande y P. K. Verma: *A klementite from chlorite-sericite schist, Wajula, distr. Almora, U. P., India.*

MINING MAGAZINE. Publ. por Mining Journal Ltd., Londres.

Volumen 118, núm. 4, abril 1968.

M. Moyal: *Mauritania's vast mineral wealth.*

S. H. U. Bowie: *Portable X-ray fluorescence analysis in the Mining Industry.*

A. Dukokin: *Coal in the Soviet Union.*

*Mechanised mining of hematite.*

G. Everwyn: *Congo copper.*

*Peko Mines.*

Vol. 118, núm. 5, mayo 1968.

R. Osberger: *Drilling for placer tin in Indonesia.*

F. Habgood: *Malawi's mineral search.*

S. H. Glassmire: *Mining opportunities in Central America.*

K. K. Majumdar: *An improved pneumatic concentrating table.*

THE MINING ENGINEER. Publ. por la Institution of Mining Engineers, Londres.

Volumen 127, núm. 91, abril 1968.

M. Ahmed: *Development of an integrated control system for mine ventilation and firedamp drainage.*

T. McAllister: *Scientific management.*

H. A. Longden: *Discussion on current techniques in deep shaft sinking and development.*

W. Highton y J. T. Cunniffe: *Retreating longwall faces at Sutton Manor colliery.*

Vol. 127, núm. 92, 1968.

G. A. Guppy y R. Teale: *Fixed cut ploughing.*

P. E. White: *Corrosion research and corrosion resistant fasteners.*

Núm. 94, julio 1968.

D. C. Jolly, L. H. Morris y F. B. Hinsley: *An investigation into the relationship between the methane sorption capacity of coal and gas pressure.*

T. I. Elliot: *The development of, and experience with the AB double-ended, conveyor-mounted trepanner.*

B. H. Jackson: *The development and use of powered support in Western Germany.*

M. G. Thomas y W. G. Williams: *Underground haulage and transport accidents in the Scottish Division.*

THE QUARTERLY JOURNAL OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON. Publ. por la Geological Society of London.

Volumen 123, núm. 492, marzo 1968.

R. W. R. Rutland: *A tectonic study of part of the Philippine fault zone.*

A. C. Dunham: *The felsites, granophyre, explosion breccias and tuffisites of the north-eastern margin of the Tertiary igneous complex of Rhum, Inverness-shire.*

R. Dearnley y F. W. Dunning: *Metamorphosed and deformed pegmatites and basic dykes in the Lewisian complex of the Outer Hebrides and their geological significance.*

TRANSACTIONS/SECTION B. Publ. por Institution of Mining & Metallurgy.

Volumen 77, núm. 735, febrero 1968.

P. G. Llewellyn, S. A. Mahmoud y R. Stabbins: *Nodular anhydrite in Carboniferous limestone, West Cumberland.*

R. Kranz: *Participation of organic compounds in the transport of ore metals in hydrothermal solution.*

R. Chester y M. J. Hughes: *Scheme for the spectrophotometric determination of Cu, Pb, Ni, V and Co in marine sediments.*

T. D. Ford y R. J. King: *Mineralization in the Triassic rocks of South Derbyshire.*

TRANSACTIONS/SECTION C. Publ. por la Institution of Mining & Metallurgy, Londres.

Volumen 77, núm. 736, marzo 1968.

K. E. Mackay y N. Gibson: *Development of the pilot commercial TORCO plant at Rhokana Corporation, Ltd. Zambia.*

R. A. J. Shelton: *Thermodynamic analysis of the van Arkel iodide process.*

C. Vassilev, T. Nikolov y M. Chimbulev: *Reduction of oxides of molybdenum by hydrogen.*

Volumen 77, núm. 737, abril 1968.

J. Penhale y C. T. Hollick: *Beneficiation testing of the St. Ives Bay, Cornwall, tin sands.*

G. G. Riley y F. P. Harrison: *Review of blasting techniques and materials in metalliferous mining.*

PROCEEDINGS. Publ. por la Geological Society of London.

Núm. 1.644, 1968.

Núm. 1.645, mayo 1968.

TRANSACTIONS. Publ. por la Institution of Mining & Metallurgy, Londres.

Volumen 76, 1967.

Volumen 77, mayo 1968 (Sección B).

F. M. Vokes: *Regional metamorphism of the Palaeozoic geosynclinal sulphide ore deposits of Norway.*

J. W. Norman: *Photogeology of linear features in areas covered with superficial deposits.*

TRANSACTIONS. Publ. por la Royal Society of Edinburgh.

Volumen 67, núm. 8, 1968.

Albert G. Long: *Some Specimens of Mazocarbon, Achlu mydocapton and Cystosporites from the Lower Carboniferous rocks of Berwickshire.*

Vol. 67, núm. 9, 1968.

R. S. Miles and T. S. Westoll: *The Placoderm fish*

*Cocosteus Cuspidatus* Miller ex Agassiz from the middle old red sandstone of Scotland. Part. I. Descriptive morphology.

Vol. 67, núm. 10, 1968.

K. A. G. Shiells: *Kochiproductus coronus* sp. nov. from the scottish Viséan and a possible mechanical advantage of its flange structure.

MEMOIRS OF THE GEOLOGICAL SURVEY. Publ. por el Geological Survey, Escocia.

Hoja núm. 95, 1968.

J. D. Peacock y otros: *The geology of the Elgin District.*

### Publicaciones italianas

ATTI DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI.

Publ. por la Società Italiana di Scienze Naturali, Milán  
Vol. CVI, fasc. II, 1967.

G. Pinna: *La serie del «Ceppo rosso» ad Ammoniti toarciense ad est di Canso (Alta Brianza-Como).*

A. Marchesini y V. de Michele: *Su un affioramento fosfatico nel Sàrrabus (Sardegna) (Nota preliminare).*

Vol. CVI, fasc. III, 1967.

V. de Michele: *Bavenite nella pegmatite di Cava Grignaschi (Val d'Ossola).*

C. M. Cramaccioli y V. Mattioli: *Berillo ed apatite nella dolomia di Crevola d'Ossola.*

G. Pinna: *Découverte d'une nouvelle faune à crustacés du Sinémurien inférieur dans la région du lac Ceresio (Lombardie, Italie).*

E. Caprotti: *Il genere Xenophora Fischer von Waldheim, 1807 nel Piacenziano (Pliocene) di Castell'Arquato (Piacenza) (Mollusca, Gastropoda).*

C. Campligio y R. Potenza: *Facies a pirosseno rombico del Gabbro di Sondalo (Alta Valtellina).*

G. L. Morelli y M. Cesari: *Intensità della diffrazione dei raggi X da parte di minerali argillosi a strati misti. II Caso di interlaminazione di due strati aventi differenti fattori di struttura.*

G. Cantaluppi: *Alcune ammoniti domeriane della bassa Valganna (Varesotto).*

Vol. CVI, fasc. IV, 1967.

A. Coda y U. Zerra: *Sulla geminazione dei plagioclasii nelle porfiriti biotitiche del Biellese.*

F. Soggetti: *Studio morfologico-statistico dello zircone accessorio in alcune facies granitiche del massiccio del Biellese.*

M. Balconi y U. Zezza: *Associazioni Manebach-Baveno nell'ortose dei graniti dei Laghi.*

RENDICONTI DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI MINERALOGIA E PETROGRAFIA.

Publ. por la Società Mineralogica Italiana.

Vol. XXIV, fasc. 1, 1968.

M. Bertolani: *Le rocce carbonatate e i loro derivati nella valle Strona (Novara).*

M. Chessex, M. Delaloye y M. Vuagnat: *Sur l'age de quelques zircons des Alpes du Sud et de l'Apennin.*

● M. Font-Altaba y J. Montoriol-Pous: *Contribución al conocimiento de la paragénesis de los yacimientos de la cuenca potásica catalana (Barcelona, España).*

L. Mattavelli y L. Novelli: *Petrografia e d'agenesi della serie carbonato-argilloso-silicea di S. Fele.*

E. Matteucci: *Lmite di reperibilità diffrattometrica.*

● J. S. Huguet y M. Font-Altaba: *Estudio de un modelo teórico de la formación en la naturaleza de la antofagastita,  $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ .*

MEMORIE DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI Y DEL MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI MILANO.

Publ. por la Sociedad Italiana de Ciencias Naturales, Milán.

Vol. XV, fasc. III, 1967.

F. Barbieri: *The Foraminifera in the Pliocene section Vernasca-Castell'Arquato including the "Piacenzian stratotype" (Piacenza Province).*

S. Iaccarino: *Les foraminifères du stratotype du Tabianien (Pliocène inférieur) de Tabiano Bagni (Parma).*

F. Barbieri y F. Petrucci: *La série stratigraphique du Messinien au Calabrien dans le vallée du T. Crostolo (Reggio Emilia, Italie sept.).*

Vol. XVI, fasc. I, 1967.

P. G. Caretto: *Studio morfologico con l'ausilio del metodo statistico e nuova classificazione dei Gasteropodi pliocenici attribuibili al Murex brandaris Linneo.*

Vol. XVI, fasc. II, 1967.

G. S. Vialli y G. Cantaluppi: *I nuovi fossili di Gozzano (Prealpi Piemontesi).*

BOLLETTINO DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA.

Publ. por el Servizio Geologico d'Italia, Roma.

Vol. LXXXVIII, 1967.

E. Centamore: *Primi risultati del rilevamento geologico di alcune tavolette del Fo 127 "Piombino" (Toscana).*

L. Coggi: *Il Cenomaniano di facies africana nella Sicilia occidentale e considerazioni sulla tettonica gravitativa.*

A. Gandin: *Le microfaune dei terreni neogenici del foglio Siena.*

S. Motta: *Una singolare frana con colata di fango (Earth-Mud-Flow) nell'Alpago, in provincia di Belluno.*

G. Nappi: *Affioramenti di diabase nei dintorni di Piombino.*

R. Signorini: *Pseudoverrucano e anomalie della serie stratigrafica toscana nei dintorni di Grosseto.*

BULLETIN VOLCANOLOGIQUE.

Publ. por la Association Internationale de Volcanologie, Nápoles.

Tomo XXXI, 1967.

R. Weyl: *Volcanoes and volcanic rocks in Central America and the West Indies.*

A. Mukherjee: *Welded tuff or sintered tuff?*

R. N. Brothers: *Andesite from Rumble III volcano, Kermadec ridge, Southwest Pacific.*

H. E. Wheeler y H. A. Coombs: *Late Cenozoic Mesa basalt sheet in Northwestern United States.*

C. D. Ollier: *Maars: Their characteristics, varieties and definition.*

R. D. Krushensky y G. Escalante: *Activity of Irazú and Poás volcanoes, Costa Rica, November 1964-July 1965.*

H. D. Tjia: *Volcanic lineaments in the Indonesian Island arcs.*

J. E. Thorláksson: *A probability model of volcanoes and the probability of eruptions of Hekla and Katla.*

P. L. Ward y T. Matumoto: *A summary of volcanic and seismic activity in Katmai National Monument, Alaska.*

E. Locardi y M. Mittempergher: *On the genesis of ignimbrites: How ignimbrites and other pyroclastic products originate from a flowing melt.*

● H. U. Schmincke: *Cone sheet swarm, resurgence of Tejada Caldera, and the early geologic history of Gran Canaria.*

R. Varne: *The growth of the Moroto volcano, Eastern Uganda.*

S. Kubota y E. Berg: *Evidence for magma in the Katmai volcanic range.*

R. M. Moxham: *Changes in surface temperature at Taal volcano, Philippines, 1965-1966.*

E. Locardi: *Uranium and thorium in the volcanic processes.*

V. H. Forjaz y F. S. Weston: *Volcanic activity in the Azores. Report for 1958-1964.*

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO DE GEODESIA Y GEOFÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARI.

Núm. 46.

A. Norinelli: *Un nuovo strumento per la misura della marea gravimetrica.*

Núm. 47.

F. Mongelli: *Misure magnetiche assolute nell'Italia meridionale eseguite col magnetometro Sokkisha GSI travelling N. 49.*

Núm. 48.

M. T. Carrozzo y F. Mosetti: *Coefficients and tables for two-dimensional periodal analysis.*

Núm. 49.

A. Norinelli: *Interpretazione delle anomalie gravimetriche di strutture bi- e tridimensionali a mezzo di un unico reticolo.*

Núm. 50.

M. Bossolasco, I. Dagnino, G. Flocchini, G. Aliverti, A. de Maio, E. Sansone, C. Morelli y A. Norinelli: *Sulla diffusione ed evoluzione dell'attività temporalesca nel Mediterraneo.*

Núm. 51.

G. Benvenuti y A. Norinelli: *Contributo geofisico alla conoscenza delle strutture sepolte tra i Golli Euganei ed i Berici.*

Núm. 52.

M. Loddo y F. Mongelli: *Studio delle cause d'errore di un metodo di misura della conducibilità termica delle caverote.*

Núm. 53.

F. Mongelli: *Metodi di misure geotermiche sui continenti con particolare riguardo alla prospezione.*

Núm. 54.

M. Loddo y F. Mongelli: *Regime termico di un pozzo perforato a percussione.*

Núm. 55.

F. Mongelli: *Un metodo per la determinazione in laboratorio della conducibilità termica delle rocce.*

Núm. 56.

A. Norinelli y G. Finzi: *Un simulatore fotoelettrico per l'interpretazione gravimetrica di strutture bi- e tridimensionali.*

MEMOIRES.

Pub. por la Association Internationale des Hydrogéologues.

Reunión de Roma (1961), tomo IV.

A. Burger: *Propositions pour la normalisation de la mesure de la conductibilité électrique de l'eau.*

G. Fournier: *Possibilité de différencier par méthodes électriques les zones les plus perméables de celles offrant des risques de colmatage.*

J. Lakshmanan: *Une méthode de prospection originale en hydrogéologie: la gravimétrie.*

● F. Macau Vilar: *La aero-fotogeologia aplicada al estudio y prospección de las corrientes subterráneas.*

J. Mouton: *Les mesures systématiques de la résistivité des eaux dans l'étude de nappes.*

G. Petrucci: *L'indagine del sottosuolo e la ricerca dell'acqua e per lo studio dei terreni di fondazione e delle frane.*

F. Bazin: *L'utilisation des modèles pour les études de nappes souterraines.*

M. E. Altovsky, N. A. Marinov, E. G. Tchaporovsky y M. V. Tchurinov: *La méthode d'établissement des cartes hydrogéologiques.*

H. Breddin, H. Dieler y H. R. Langguth: *Présentation des cartes hydrogéologiques de la "Forschungsstelle für regionale und angewandte Geologie" de l'Université Technique d'Aix-la-Chapelle-Allemagne.*

L. Dubertret: *Cartes hydrogéologiques provisoires.*

● F. Macau Villar: *Conversión rápida de mapas geológicos en hidrogeológicos para su aplicación a los trabajos de ingeniería civil.*

- E. J. P. Stretta y R. del Arenal: *Carte hydrogéologique provisoire du bassin de San Luis Potosi (S. L. P.) Mexique.*
- G. Aronis: *A special case of karst hydrology.*
- L. Dubertret: *Grands travaux dans les calcaires karstiques du Liban.*
- E. Karageorgiu: *Observation sur l'écoulement souterrain dans une région karstique de la Grèce septentrionale.*
- M. T. Lucovic: *Distribution and circulation of groundwaters in carbonate rocks.*
- B. Mijatovic: *Importance des recherches hydrogéologiques complexes des sources littorales et sous-marines dans le karst littoral.*
- M. Milojevic: *Regime of some karstic spring.*
- V. Popov: *Les tendances essentielles de l'étude du Karst en U. R. S. S.*
- G. A. Venzo: *Idrogeologia del lago carsico temporaneo di Andalo (Trentino).*
- P. Verdeil: *Principes généraux de l'hydrologie de Karsts.*
- C. Reina: *Le sorgenti carsiche salmastre del Chidro.*
- Dolukhanova: *Les conditions de la formation et les règles de la répartition des eaux minérales sur le territoire de l'Arménie soviétique.*
- G. Chapon d'Y. So'as des Francs: *Les sources therminérales de Sidi-Harazen. Leur position dans la province thermale de la région des rides pré-rifaines.*
- W. F. Kimpe: *Une source souterraine thermo-minérale à gaz juvéniles dans le Houiller du Limbourg du Sud, Pays-Bas.*
- V. V. Ivanov: *Principaux processus géochimiques dans les formations des hydrothermes actuelles.*
- F. A. Makarenko: *Les eaux thermales de l'U. R. S. S. comme sources d'énergie thermique.*
- A. M. Ovchinnikov: *Etudes hydrogéologiques des eaux minérales.*
- F. M. Bochever: *L'estimation des ressources des eaux souterraines en exploitation dans les vallées fluviales des zones arides.*
- R. Degallier: *Bilan de la nappe de Sébikotane près Dakar.*
- D. Valenti y J. Mouton: *Etude des possibilités aquifères des alluvions des Jimare Bonamico et Careri.*
- M. Viparelli y R. D. D'Accadia: *Contrôle du bilan d'une nappe souterraine.*
- V. D. Babushkin, I. S. Glazunov y N. G. Scheychenko: *Méthode d'exploitation des grandes lentilles à eau douce par puits accouplés et évaluation de leurs ressources exploitables.*
- R. Muller-Feuga y P. Ruby: *Réalimentation de la nappe des alluvions de la Basse-Durance.*
- S. Coppolino: *Sullo studio geofisico a mezzo sondaggi elettrici dell'area in frana nel centro abitato di Ravanusa (Agrigento).*
- J. M. Valdés: *De la importancia que en las obras públicas tiene el estudio metódico de los niveles freáticos.*
- G. A. Nevraev y M. M. Fomitchev: *Principes fondamentaux de la conservation des eaux minérales dans les villes d'eaux thermales et balnéaires en U. R. S. S.*
- E. Becksmann: *Das Alter des Grundwassers.*
- I. Bouachidze: *Zonalité des eaux souterraines dans les régions montagneuses plissées à l'exemple de la Géorgie.*
- S. Coppolino: *Sul rilievo idrogeoelettrico della fascia costiera tra Isola delle Femmine, Punta Raisi e Carini in provincia di Palermo.*
- E. Dupuy de Lôme: *Situation actuelle de l'étude des eaux souterraines en Espagne.*
- S. A. Chagoianz: *Types de zonalité horizontale et verticale des eaux artésiennes dans les bassins à structures diverses et facteurs qui les déterminent.*
- O. K. Lange: *Sur la distribution des eaux souterraines dans la croûte terrestre.*
- L. Maddalena y J. J. Breusse: *Etudes hydrogéologiques de la région à l'est de Rome.*
- A. Navarro y E. Trigueros: *Estudio hidrogeológico del término municipal de Mazarrón (Murcia).*
- P. Martini, R. Albani, J. Mouton y G. Curli: *Contribution à la connaissance de l'hydrogéologie de la région de Rome à la suite des recherches exécutées par "l'Azienda Comunale Eletticità ed Acque di Roma" (A. C. E. A.).*
- Z. Shifitan, A. Issar y E. Rosenthal: *Fault zones and groundwater in arid parts of Israel.*
- K. Zima: *Die wichtigsten Grundwasserstockwerke in der Tschechoslowakei.*
- L. Zorzi: *Attività dell'Ente irrigazione di Puglia, Lucania e Irpinia nella ricerca ed utilizzazione delle risorse idriche sotterranee.*
- L. Monition: *Plaine du Rharb. Hydrogéologie et cartographie (Maroc Occidental).*
- C. Ambrosecchio, J. Mouton y E. de Gennaro: *Recherches hydrogéologiques dans les massifs volcaniques de la Sicile orientale.*
- J. Avias: *Présentation de minutes de la carte hydrogéologique du Languedoc en cours de lever par le C. E. R. H.*
- J. Margat: *Rapport sur l'établissement de cartes des eaux souterraines à petite échelle dans les pays de la zone aride.*
- H. Plote: *Carte hydrogéologique de la région de Tiferchai (Tasiast, Mauritanie).*
- L. Simler y Millot: *Etude de la nappe phréatique de la plaine du Bas-Rhin.*
- M. Janjic y V. Ciric: *Características hidrogeológicas de la cuenca terciaria en Macedonia (en alemán).*
- F. Penta: *Etude schématique géologique et hydrothermale de l'île d'Ischia.*

MEMORIE DEL MUSEO TRIDENTINO DI SCIENZE NATURALI. Publ. por el Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento. Vol. XVI, fasc. 1, 1966-67.

L. K. Ratschiller: *Sahara, correlazioni geologico-litologiche fra Sahara Centrale et Occidentale.*

- VIDA ITALIANA. Publ. por los Servicios de Informaciones y de la Propiedad Literaria, Roma. Núm. 6, 1967.
- Núm. 12, 1967.
- Núm. 3, 1968.
- BOLLETTINO DI GEOFISICA. Publ. por el Osservatorio Geofisica Sperimentale de Trieste. Vol. IX, núm. 36, diciembre 1967.
- E. Accerdoni y F. Mosetti: *Localizzazione dei deflussi d'acqua dolce in mare mediante un conduttometro elettrico superficiale a registrazione continua.*
- G. Benvenuti y A. Norinelli: *Contributo geofisico alla conoscenza delle strutture sepolte tra i colli enganei ed i berici.*
- R. Cassinis: *Application of surface three components seismic system to the evaluation of soils properties.*
- M. Y. Dizioglu: *Development of a method for downward analytical continuation of electromagnetic field*
- I. Finetti: *Esperienze di prospezione sismica a riflessione in formazioni rigide omogenee e carsizzate.*
- A. Lavenia: *Heat flow measurements through bottom sediments in the southern Adriatic sea.*
- T. S. Lebedev, R. I. KuKtas y V. V. Gordiyenko: *Geothermal investigations in the southern and southwestern areas of the Ukrainian SSR (the Crimea and Soviet Eastern Carpathians).*
- M. Loddo y F. Mongelli: *Studio delle cause d'errore di un metodo di misura della conducibilità termica delle carote.* Vol. X, núm. 37, marzo 1968.
- G. Fornaca-Rinaldi: *Il metodo  $Th^{230}/U^{238}$  per la datazione di stalattiti e stalagmiti.*
- P. Fritz: *Osservazioni idrologiche sulle acque di Montecatini terme.*
- E. Groten y E. Reinhart: *Gravity prediction in mountainous areas.*
- M. Loddo y F. Mongelli: *Regime termico di un pozzo perforato a percussione.*
- F. Mongelli: *Un metodo per la determinazione in laboratorio della conducibilità termica delle rocce.*
- H. Moritz: *Mass distributions for the equipotential ellipsoid.*
- A. Norinelli y G. Finzi-Contini: *Un simulatore fotoelettrico per l'interpretazione gravimetrica di strutture bi- e tridimensionali.*
- pes Maritimes (couverture sédimentaire de l'Argentera et écaillés charriées du Col de Tende).
- F. Corsini: *La cassiterite fra i prodotti fumarolici dell'Etna.* Vol. XLII, fasc. 5, mayo 1967.
- P. Caloi: *La zona di transizione fra mantello e nucleo terrestri: sua stratificazione, sua probabile origine.*
- V. Bertolino y R. Sacchi: *La granatite di Rocca Ciarva nell'alta Valle Stura di Ala.*
- M. Martini y F. Tonati: *Determinazione del fluoro nelle rocce. Procedura mediante separazione per scambio ionico.* Vol. XLII, fasc. 6, junio 1967.
- B. Martinis: *Sull'età delle argille di Gallipoli (Lecce)*
- G. Orombelli, G. Lozej y L. A. Rossi: *Preliminary notes on the geology of the Datça peninsula (SW Turkey).*
- E. Fourcade: *Données nouvelles sur le Crétacé inférieur du nord-est de la Cordillère bétique (Espagne).*
- G. Bignot, A. Blodeau y R. Truillet: *Présence de Lutétien supérieur dans la coupe de Maletto (lame de San Fratello, Sicile nord-orientale).*
- E. Serpagli: *Prima segnalazione di Conodonti nel Siluriano della Sardegna e relative osservazioni stratigrafiche. Nota preliminare.*
- A. Coda, A. Dal Negro y G. Rossi: *The crystal structure of krawskopfite.*
- C. Sabelli: *La struttura della darapskite.* Vol. XLIII, fasc. 1-2, julio-agosto 1967.
- ATTI DELLA SOCIETÀ TOSCANA DI SCIENZE NATURALI. Pub. por la Sociedad Toscana de Ciencias Naturales, Pisa. Vol. LXXIII, fasc. I, serie A, 1966.
- G. P. Barzon, R. Mazzuoli, A. Paggi y L. Schiaffino: *La capacità di assorbimento del Cs in alcuni terreni argillosi dei dintorni di Pisa.*
- F. Sartori: *Su di una tufite della zona di San Venanzo (Umbria).*
- L. Q. D'Achiardi: *Analisi mineralogiche e granulometriche di sabbie della zona M. Vulture-Margherita di Savoia.*
- S. Cecconi y G. Ristori: *Minerali argillosi di terreni, su diabase, della Toscana. I. Camporgiano (Lucca).*
- F. Sartori y L. Q. D'Achiardi: *Studio mineralogico di una sabbia della foce dell'Ofanto.*
- R. Ghelardoni: *Schema tettonico dei Fogli 84 (Pontremoli) 85 (Castelnuovo ne' Monti).*
- M. Franzini: *Ricerche sulla microdurezza dei minerali. I. Blenda, galena e pirite.*
- S. Capedri: *Ricerche petrografiche sulle rocce ofiolitiche del Monte Ferrato (Prato).*
- G. Ferrari: *Elementi introduttivi di micromorfologia del suolo e tecnica di realizzazione di preparati con Gabraster 1400.* Vol. LXXIII, fasc. II, serie A, 1966.
- G. Ruggeri: *Un procedimento semplice ed efficace per il lavaggio dei campioni per microfossili.*
- M. Boccalett y C. Pirini: *Macroforaminiferi del Cretaceo superiore nel gruppo degli scisti policromi (Appennino Settentrionale).*
- F. Rinaldi y P. E. Aguzzi: *Détermination quantitative*

par diffractométrie de rayons-X de  $Fe_2O_3$  et  $Fe_3O_4$  pour le contrôle d'un procédé industriel.

A. Iazzarotto y R. Mazzanti: *Studio geologico e micropaleontologico di una sezione tra Castelnuovo di Val di Cècina e Monte Gabbri (in provincia di Pisa).*

A. Iazzarotto: *Studio di una microfauna paleocénica nella formazione di Lanciaia (Pomaranze, Toscana Marittima).*

A. C. Feroni y R. Mazzanti: *Geologia della parte meridionale dei Monti Livornesi in Toscana.*

R. Mazzanti: *Geologia della zona di Monte Verdi Marittimo-Canneto (Provincia di Pisa).*

G. Lotti, C. Galoppini y A. Lo Moro: *Ricerche sul contenuto in selenio dei terreni italiani.*

G. Giglia y L. Trevisan: *Genesi e significato paleogeografico delle breccie tra grezzoni e marmi delle Alpi Apuane.*

F. Canuti y M. Marcucci: *Microfacies dei calcari grigi liassici di Lavarone (Trento).*

M. Franzini, R. Mazzuoli y L. Schiaffino: *Flogopite e pennina in associazione paralela polisintética (Miniera del Ginevro, Isola d'Elba).*

M. Dall'Aglio y R. Gragnani: *Determinazione del mercurio nelle acque naturali.*

M. Dall'Aglio: *Distribuzione del mercurio nella acque superficiali.*

L. Schiaffino: *Le biotite della granodiorite del Monte Capanne (Isola d'Elba) e il loro polimorfismo.*

L. Giannelli, G. Salvatorini y G. Tavani: *Nuove osservazioni sulle formazioni neogeniche di Terra d'Otranto (Puglie).*

M. Franzini: *Nuovi dati sulla struttura delle miche triot-taedriche.*

S. Borsi, G. Ferrara, A. Rau y M. Tongiorgi: *Determinazione col metodo Rb/Sr dell'età della formazione delle filladi e cuarziti listate di Buti (Monti Pisani).*

B. Giannetti: *Su due dicchi di lava del Somma primitivo del vulcano di Roccamonfina.*

G. Salvatorini: *Alcune nuove specie di foraminíferi del Miocene superiore della Toscana Marittima.*

### Publicaciones polacas

GORNICTWO. Publ. por la Academia de Ciencias Polaca, Cracovia.

Año 1965, núm. 1 (en polaco).

Símpoio Internacional de Mecánica de Rocas.

ACTA PALEONTOLOGICA POLÓNICA. Publ. por la Academia de Ciencias Polaca, Varsovia.

Vol. XIII, núm. 2, 1968 (en inglés, resúmenes en polaco y ruso).

G. Biernat y E. Tonczykowa: *Lingulella salter (Brachiopoda) del Cambriano Superior de los Montes de la Santa Cruz (Polonia).*

J. Szczechura y J. Błaszyk: *Cardobairdia inflata n. sp. del Jurásico Medio de Polonia y su posición taxonómica entre los Ostrácodos.*

J. Fedorowski: *Tetracoralarios del Viséano Superior de algunos sondeos en las mediciones de carbón de Lublin.*

H. Pugaczewska: *Algunas especies de Plicatula (Pelecypoda) del Jurásico de Polonia.*

A. Sulimski: *Restos de Mosasauridae (Reptilia) del Cretáceo Superior de Polonia Central.*

W. Baluk y G. Jakubowski: *Berthelinia krachi, n. sp., un nuevo gasteropodo bivalvo del Mioceno de Polonia.*

E. Romiewicz: *Actinaraeopsis, un nuevo género de madreporario jurásico de Polonia (en francés).*

A. Radwanski: *Peces chimaeroides del Albense-Cenomane de los Montes de la Santa Cruz (en polaco).*

ARCHIVUM MINERALOGICZNE. Publ. por la Academia Polaca de Ciencias, Varsovia.

Tomo XXVII, núm. 2, 1967 (en polaco, resúmenes en inglés).

A. Wiewiora: *Aplicación del método de masas absolutas en investigaciones geoquímicas de cortes de rocas teorizadas.*

K. Szpila: *Geoquímica del vanadio y cromo en las rocas ígneas sudéticas.*

T. Przybyłowicz: *Petrografía del Liásico Inferior en la parte central del valle de Kamienna.*

ACTA GEOLÓGICA POLÓNICA. Publ. por la Academia Polaca de Ciencias, Varsovia.

Vol. XVII, núm. 4 (en polaco, resúmenes en inglés).

J. Rudnicki: *Génesis y edad de los Montres Tatra occidentales.*

T. Dabrowski: *Circulación de corrientes en el karst subterráneo de los Tatra occidentales.*

K. Zawadzka: *Sobre la geología de la región de Przelczy Sywarowej en los Tatra occidentales.*

A. Kulikowski: *Geología de las escamas de Chocz en Uplaz, Konczysta y Brama Kantaka, al este del valle de Koscieliska.*

ROZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA GEOLOGICZNEGO. Publicado por la Sociedad Geológica de Polonia, Cracovia.

Tomo XXXVII, año 1967, fasc. 3 (en polaco, resúmenes en inglés).

W. Grocholski: *Los neises de Sowiogory a la luz de los estudios estructurales.*

K. Chmura: *Litología de las series de cuarcitas de Je. glowa (Montes Sudetes).*

S. Iewowicki: *Venas de cuarzo en los Montes Izera (Sudetes occidentales).*

J. Oberc: *Dispersión de la alineación B en los Montes Izera, macizo cristalino (Montes Sudetes).*

J. Niskiewicz: *Estructura geológica del macizo de Szklary (Baja Silesia).*

T. Gunia: *Cambrotrypa (Tabulata) de las rocas metamórficas de los Sudetes occidentales.*

J. Klapcinski: *La fauna de las dolomías principales del sondeo Rybaki 17 (monoclinal pre-sudético).*

Z. Sliwa: *Estructuras en los basaltos de Silesia.*

J. Niskiewicz: *Sobre los sedimentos terciarios denominados arcilloso-arenosos y asociados al macizo de serpentinita de Szklary (Baja Silesia).*

Tomo XXXVII, año 1967, fasc. 4 (en polaco, resúmenes en inglés, francés o ruso).

J. Klapcinski: *Una contribución a la estratigrafía y paleogeografía del Permiano Inferior del monoclinal pre-sudético.*

J. Cegla y S. Dzulyński: *Experimentos en fracturas ligeras en sedimentos.*

M. Kamiński, C. Peszat y J. Ruthkowski: *Variabilidad petrográfica de las areniscas carpáticas y el problema de la clasificación de las mismas.*

F. Simpson: *Algunas variantes morfológicas de Palaeodictyon.*

M. Szulczewski: *Estructuras estromatolíticas en sedimentos transgrasivos del Jurásico Medio en Wola Morawicka, bordes meridionales de los Montes de la Santa Cruz (Polonia Central).*

S. A. Morozh: *Sobre los sedimentos paleocenos de Ucrania septentrional y Polonia Baja.*

A. Jerzemska: *Cangrejos del género Fortunus Weber de la serie de menilitas de los Cárpatos.*

E. Rühle: *Jubileo de las publicaciones del Instituto Geológico.*

### Publicaciones portuguesas

ANAIIS DA FACULDADE DE CIENCIAS. Publ. por la Universidad de Oporto.

Vol. L, fasc. 1-2, 1967.

Vol. L, fasc. 3-4, 1967.

COMUNICAÇÕES DOS SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL. Publ. por los Servicios Geológicos de Portugal.

Tomo L, 1966

Faria y F. de Limpo: *Gites d'uranium portugais dans des formations métasédimentaires.*

L. Pilar: *Condições de formação do jazigo uranífero de Nisa.*

L. Pilar: *Petrografia das rochas metamórficas e dos granitos de contacto da região de Nisa.*

B. de Rui Figueiredo: *Prospecção geofísica a Nisa.*

C. Gonçalves: *Prospecção geofísica a Nisa.*

V. C. Martins: *Integração de dados de valorização de jazigos tabulares com vista à sua exploração a céu aberto.* Tomo LI, 1967.

H. Tintant: *Remarques sur le Jurassique de l'Arrabida.*

H. Tintant: *Précisions sur le Bathonien et le Callovien dans la région de Maceira.*

J. Rey: *Caractères morphologiques et répartition stratigraphique d'Holactypus almeidae Rey.*

G. Zbyszewski: *Contribution à l'étude du Miocène de la Serra da Arrabida.*

Gh. Ruget y R. Mousterde: *Stratigraphie du Lias de la région d'Alvaiázere.*

J. Roche: *Ensaio crítico sobre a morfologia e ocorrência de Iberina lusitânica (Egger) (foraminífero). Les collections mesolithiques du Musée des Services Géologiques du Portugal. Cabeço da Arruda. Muge.*

J. Roche: *Seconde note sur la stratigraphie de l'amas coquillier mésolithique de Cabeço da Amoreira (Muge).*

Ch. Ruget y R. Mousterde: *Le Lias des environs de Porto de Mós (SW du Plateau de Fátima). Étude du Barranco de Zambujal de Alcaria.*

M. Treillet y Berthou, Pierre-Yves: *Étude préliminaire du massif rhyolitique de Bicesse-Casal do Clérigo.*

F. B. Coelho: *Mancha granítica do Coentral.*

F. Gonçalves: *L'Echinide Stomechinus cf. cesaredensis de Loríol du Bathonien de Pataias (Portugal).*

REVISTA DA FACULDADE DE ENGENHARIA. Publ. por la Universidade de Oporto.

Vol. XXXII, núm. 2, julio-diciembre 1967.

BOLETIM. Publ. por los Servicios de Geología y Minas de Angola.

Núm. 14, 1966.

M. M. Marques: *Contribuição para o estudo dos lateritos da Cela (Angola).*

F. Vasconcelos y E. M. G. Mascarenhas: *Abastecimento de águas às regiões pastoris do sul da provincia.*

M. N. de Sousa: *Aplicação do método de resistividade eléctrica na localização de furos de sonda para obtenção de águas subterráneas nas rochas cristalinas do distrito de Moçamedes (Angola).*

B. Reis: *Considerações sobre a aplicação de métodos de prospecção geofísica à pesquisa de estruturas quimberlíticas, no Nordeste da Lunda (Angola).*

J. P. Santos: *Estudo geotécnico preliminar do local da barragem «Cabora Bassa».*

E. A. Correia: *Uma variedade curiosa de sienito nefelítico da Lunda (Angola).*

JUNTA DE INVESTIGAÇÕES DO ULTRAMAR.

C. A. Matos Alves: *Estudo geológico e petrológico do maciço alcalino carbonatítico de Quicuco (Angola)*. Lisboa 1968.

### Publicaciones rumanas

STUDII SI CERCETARI DE GEOLOGIE, GEOFIZICA, GEOGRAFIE.

Publ. por la Editora de la Academia de la R. S. de Rumanía, Bucarest.

Serie Geología, tomo 13, núm. 1, 1968 (en rumano).

V. Ianovici y A. Dimitriu: *Parámetros geoquímicos de las menas rumanas. I. Distribución de los elementos químicos en menas de manganeso.*

M. Dessila y A. Codarcea: *Consideraciones sobre paleolitología y paleotectónica de la zona de pizarras cristalinas en la parte SE. del Banato.*

V. Ianovici y A. Dimitriu: *Consideraciones sobre la génesis de los yacimientos de manganeso de los Montes Sebes.*

D. Giusca y E. Volanschi: *Contribución al estudio geoquímico de los yacimientos de sulfuros polimetálicos de la Ruschita (Poiana Rusca).*

G. Cioflica y S. Vlad: *Observaciones sobre el skarn de la Baita Bihor.*

D. Giusca y O. Anton: *Mineralogénesis de la arcilla montmorillonítica de Razoare.*

T. P. Ghitulescu, G. Verdes y R. Chnta: *Yacimientos de silicolita de la cuenca neógena de Brad (en Hunedoara).*

G. Cioflica y otros: *Nueva contribución al conocimiento de los productos volcánicos neógenos de las regiones de Baita, Sacarimb (Montes metalíferos).*

M. Borcos: *Observaciones relacionadas con determinadas condiciones termodinámicas de formación de unas zonas mineralizadas y yacimientos hidrotermales de los Montes Metalíferos.*

M. Muresan: *Ojeada general sobre la estratigrafía y evolución de los terrenos cristalofílicos en la parte NO. del macizo de Poiana Rusca.*

A. Vancea: *Investigaciones geológicas en la región de Grebenis, Dobra.*

M. B. Leahu y otros: *Contribución a la microestratigrafía cocretácica de los Montes Metalíferos.*

N. Tataram: *Edad de las areniscas de Corbi del Paleógeno de la depresión de Gética.*

L. R. Contescu: *Estructura del flysch cretácico en el valle de Bicz.*

L. Huiica y I. Hinculov: *Sobre el Tortomiense de la zona de Polovragi-Novaci.*

I. Kalmar: *Contribución al estudio del Neógeno de la depresión de Gética.*

G. Iliescu y otros: *Cretáceo Superior en la parte norte de la cuenca de Maramure.*

Serie Geología, tomo 12, núm. 1, 1967 (en rumano).

N. Petruilian y L. Steclaci: *Contribución geoquímica a la génesis de los yacimientos de Lesul Ursului.*

V. Ianovici y A. Dimitriu: *Natureleza estadística de la distribución asimétrica en geoquímica.*

V. Ianovici, C. Ionescu, V. Ignat y V. Codarcea: *Estudio de los procesos de deformación plástica de las pizarras verdes de Dobrogea Central.*

D. Giusca, H. Savu y M. Borcos: *Sobre la estratigrafía de las pizarras cristalinas de los Montes Apuseni.*

M. D. Codarcea: *Nuevos datos sobre la estratigrafía de las cristalofilitas de Rumanía.*

G. Cioflica, C. Vasiliu y S. Vlad: *Granates del skarn de la Baita Bihorului.*

C. Botez, O. Nichita, L. Ionesi, N. Iorga y C. Carunta: *Estudio geoquímico comparativo entre las capas de Biseri-cani del valle de B. stritei y las del valle de Humorului.*

I. Bercia: *Estudio microtectónico en pizarras cristalinas de la región de Ghelar-L'adu Dobrii (Montes Poiana Rusca).*

H. Savu, C. Vasiliu y C. Udrescu: *Variación en la composición química de granates y biotitas en la zona metamórfica del cristalino de los Montes Semenici.*

C. Stanciu, A. Dimitriu y C. Udrescu: *Estudio geoquímico del proceso de sericitización de las andesitas cuarciferas en los Montes Metalíferos (yacimientos Bucium y Concordia).*

O. W. Maier y I. Solomon: *Rocas eruptivas metamorfizadas en la parte occidental del macizo de Poiana Rusca (Nadrag-Hauzești).*

M. G. Filipescu: *Geología de los Cárpatos Orientales.*

E. Liteanu, A. Pricajan, I. Andreescu y G. Istrate: *Sucesión estratigráfica de la Plataforma Cotmeana.*

N. Suraru, L. Gabos y M. Suraru: *Contribución al conocimiento de los Clipeaster eocenos.*

F. Nicoae y B. Crisan: *Nuevos datos sobre la fauna tortomiense de la Zorlentul Mare (Banato).*

V. Moiescu y G. Popescu: *Estudio estratigráfico de la formación paleógena y miocena de la región de Chinteni-Baciu-Simpaul (Transilvania nordoccidental).*

E. Hanganu y F. Negoita: *Contribución al trazado del límite Mioceno-Plioceno basándose en los ostrácodos.*

E. Avram: *Consideraciones paleontológicas sobre el Cretáceo Superior de Stoenesti-Cotenesti (valle de Dimbovitei).* Serie Geología, tomo 12, núm. 2, 1967 (en rumano).

V. Ianovici, G. Pitulea y M. Lemne: *Contribución al estudio de los elementos radiactivos en formaciones cristalofílicas de los Cárpatos Orientales.*

D. Giusca y otros: *Sobre la edad absoluta de la formación cristalina en el antepaís del orogén carpático.*

M. Dessila-Codarcea: *Contribución a la evolución prealpina de ciertos macizos cristalofílicos de Rumanía.*

M. Dessila-Codarcea y V. Iliescu: *Sobre la presencia de yacimientos metamórficos en el Paleozoico inferior de los Cárpatos Meridionales centrales.*

I. Radulescu: *Conglomerados metamórficos de la base de la serie epimetamórfica en los Cárpatos Orientales. Posición y significado geológico.*

L. Pavelescu: *Génesis y evolución de la masa de granitoide en los Cárpatos Meridionales.*

M. Dessila-Codarcea y H. Savu: *Cómo prever la inter-*

pretación geológica de datos obtenidos por el método K/Ar en los Cárpatos Meridionales.

V. Pomirleanu y A. Movileanu: *Correlación entre la temperatura de cristalización de la blenda y el contenido en manganeso de la misma.*

I. Treiber y I. Bedeleau: *Contribución al estudio mineralógico de las arcillas refractarias de la Suncuius (región de Crisana).*

A. Codarcea y otros: *Unidad suprayacente en los Cárpatos Meridionales.*

A. Vancea: *Límite Mioceno-Plioceno en la cuenca de Transilvania.*

I. Pana: *Elementos nuevos en la fauna de Cardáceos de la cuenca del valle Buzaului.*

O. Dragastam: *Algas calizas en el Jurásico Superior y Cretáceo Inferior de los Montes Apuseni.*

V. Ianovici y G. Neacsu: *Nota sobre la presencia de attapulgita en las bentonitas de la Alba-Iulia.*

D. Lupu y M. Lupu: *Presencia del Werfeniense en los Cárpatos Meridionales centrales (valle de Stan).*

F. Marinescu: *Observaciones sobre el Panónico de la Caransebes.*

G. y M. Margarit: *Sobre la presencia de unos restos de plantas fósiles en impresiones en la localidad de Demus.*

N. Panin y N. Mihailescu: *Direcciones de corriente en el flysch paleógeno de Bucovina.*

D. Lupu: *Presencia de la especie Jousfia reticulata Boehm en los Cárpatos Meridionales centrales.*

B. Ionesi: *Estratigrafía de los depósitos miocenos de plataforma entre los valles de Siretului y Moldova.*

Publ. por la Editora de la Academia de la República Socialista de Rumanía, Bucarest.

A. Kissling: *Estudios mineralógicos y petrográficos en la zona de exoskarn de Ocna de Fier (Banato).*

Publ. por la Editora de la Academia de la República Socialista de Rumanía, Bucarest.

STUDII TEHNICE SI ECONOMICE. Publ. por el Instituto Geológico de Rumanía, Bucarest.

Serie F, Geología técnica, núm. 7, 1967 (en rumano, resúmenes en francés).

G. Mocanu: *Proyecto de leyenda y maqueta del mapa geológico-técnico general de Rumanía a escala 1:500.000.*

I. Buzincu, R. Ciocanelea y A. Lazar: *Estudio geológico-técnico del yacimiento cuprífero de Deva.*

N. Mindrescu: *División geológico-técnica del ámbito de la ciudad y el complejo siderúrgico de Galati para prever las posibilidades de ubicación de construcciones industriales y civiles.*

M. Florea: *El proceso de sufosión en las rocas arenosas.*

D. Nicolaescu: *Para determinar las dimensiones de una mina, ¿se puede considerar como sector conductor el del frente de arranque o el de extracción?*

Serie H, Geología del Cuaternario, núm. 3, 1967 (en rumano, resúmenes en francés).

E. Liteanu y G. Ghenea: *Mapa neotectónico de Rumanía.*

E. Liteanu: *Graveras de Cindesti o capas de Cindesti. Contribución al estudio de las mismas.*

G. Ghenea: *Presencia de unas tobas volcánicas en el Villafranquiense de la depresión valaca.*

E. Liteanu, A. Pricajan y I. Andreescu: *Investigaciones relativas a la estratigrafía del Cuaternario de la llanura aluvial entre los ríos Teleajen y Prahova.*

Serie I, Minerología-Petrografía, núm. 3, 1967 (en rumano).

C. Dumitriu: *Nociones y métodos de sedimentología.*

### Publicaciones soviéticas

REFERATIVNUII JURNAL. Publ. por el Instituto de Información Técnica y Científica de la URSS, Moscú.

Geología. A. Geología general.

Núm. 5, mayo 1968 (en ruso).

Núm. 6, junio 1968 (en ruso).

Geología. B. Geoquímica, Mineralogía, Petrografía.

Núm. 5, mayo 1968 (en ruso).

Núm. 6, junio 1968 (en ruso).

GORNUII JURNAL. Publ. por el Ministerio de Metalurgia del hierro y metales no féreos de la URSS, Moscú.

Núm. 4, abril 1968 (en ruso).

Núm. 5, mayo 1968 (en ruso).

REFERATIVNUII JURNAL. Publ. por el Instituto de Información Científica y Técnica, Moscú.

Geología. A. Geología general.

Año 1968, núm. 3.

Año 1968, núm. 4.

Geología. B. Geoquímica, Mineralogía, Petrografía.

Año 1968, núm. 3.

Año 1968, núm. 4.

GORNUII JURNAL. Publ. por el Ministerio de Siderurgia y Metalurgia de la URSS, Moscú.

Año 1967, núm. 9, septiembre.

Año 1967, núm. 10, octubre.

Año 1967, núm. 11, noviembre.

Año 1967, núm. 12, diciembre.

Año 1968, núm. 1, enero.

Año 1968, núm. 2, febrero.

Año 1968, núm. 3, marzo.

- GEOLGIYA RUDNUYJ MESTOROZHDENIY. Publ. por la Academia de Ciencias de la URSS, Moscú.  
Año 1967, tomo IX, núm. 1, enero-febrero (en ruso).
- G. V. Polyakov: *Fenómenos de movilización del hierro durante la formación de los yacimientos endógenos de magnetita del Sur de Siberia.*
- L. N. Rossovskiy: *Características de formación de las pegmatitas de petalita y espodumena.*
- G. S. Norstein: *Sucesión y condiciones de formación de las zonas de skarn de los yacimientos de cobre de Turya.*
- B. I. Zlobin, Y. I. Be'yaev y V. P. Tamontyev: *Cobre en intrusiones en la parte central del Tyan-Shan Septentrional ligadas a problemas metalogénicos.*
- V. I. Kazanskiy, B. I. Omylyanenko: *Sobre las alteraciones hidrotermales mesozoicas de las rocas arcaicas en la región del Aldán Central.*
- L. A. Miroshnichenko y N. P. Ilyuchchenko: *Aureolas primarias como indicadores de la mineralización de cobre en skarns.*
- D. G. Sapozhnikov: *Condiciones de formación de yacimientos de manganeso en el Sur de la plataforma rusa y el geosinclinal de Crimea-Cáucaso.*  
Año 1967, tomo IX, núm. 2, marzo-abril (en ruso).
- V. S. Sobolev y N. V. Sobolev: *Sobre los minerales de cromo y sus compuestos en xenolitos profundos de chimeneas kimberlíticas.*
- M. N. Godlevskiy: *Sobre la movilidad diferencial de los componentes en la formación de menas cupro-niquelíferas.*
- P. Ramdor: *Sobre la paragénesis de gran extensión de minerales metálicos que aparecen por serpentización (con algunos datos sobre minerales nuevos y no suficientemente descritos).*
- R. P. Rafalskiy y B. S. Osipov: *Equilibrio hidrotermal. Equilibrio en sistemas que contienen uranio y sulfuros de metales pesados a 200-360° C.*
- D. V. Rundkvist y V. K. Den'senko: *Algunos ejemplos de intersección compuesta de filones y filoncillos, y su interpretación genética.*
- N. V. Petrovskaya: *Sobre el concepto de «asociación mineral paragenética».*
- N. V. Pavlov y I. I. Chupruynina: *Composición de cromo-espinelas y tipos genéticos de la mineralización de cromita del plutón de Kempirsay.*
- A. D. Genkin y L. N. Vyalsov: *Sobre la valeriita y macinavita, y las condiciones de su aparición en las menas metálicas.*
- A. A. Filimonova: *Sobre las asociaciones de sulfoantimonitas de plomo en menas del yacimiento de Darasum.*  
Año 1967, tomo IX, núm. 3, mayo-junio (en ruso).
- A. A. Godovikov, N. A. Ilyasheva y J. N. Fedorova: *Algunos aspectos del experimento hidrotermal según la posición del diagrama de estado.*
- V. I. Rejarskiy y N. D. Plyat: *Algunos datos experimentales sobre las condiciones de formación de la asociación paragenética pechblenda-molibdenita.*
- V. A. Nevskiy y V. P. Turchinskiy: *Estructura de los yacimientos de berilo de tipo stockwerk.*
- R. M. Konstantinov y otros: *Particularidades de la somatidad de mineralización en algunos yacimientos minerales de Transbaikal Oriental.*
- V. N. Jo'odov: *Tipos de concentración del vanadio en rocas sedimentarias y algunos problemas de su geoquímica.*  
Año 1968, tomo X, núm. 1, enero-febrero (en ruso).
- V. I. Kazanskiy y otros: *Sobre las condiciones estructurales y petrológicas de formación de albitas uraníferas.*
- V. I. Smirnov, Y. Borodaev y V. I. Starostin: *Menas piritosas y yacimientos del Japón.*
- A. S. Zhukova: *Aparición de germanio en yacimientos de Pb-Zn del tipo Missisipi.*
- R. V. Goleva y S. F. Redlin: *Sobre la alteración hidrotermal de las rocas alumosilicatadas en el campo minero de Akatui (Transbaikal occidental).*
- V. S. Kogen: *Asociaciones minerales del campo minero de Apsakan Central (orilla del Stanovoy).*
- V. S. Golubev y A. A. Beus: *Modelo teórico de interacción entre soluciones mineralizadoras y rocas encajantes.*
- V. V. Bogatskiy: *Modelo simple para la valoración de las probabilidades de formación de yacimientos endógenos.*
- Y. G. Gershoyg: *Interpretación genética de las peculiaridades texturo-estructurales de la piedra córnea ferrífera y las jaspilitas de Krivoy Rog.*  
Año 1968, tomo X, núm. 2, marzo-abril (en ruso).
- V. N. Kotlyar: *Algunos resultados del estudio del contenido en metales de formaciones de origen volcánico.*
- F. V. Chujrov y otros: *Politipos de molibdenita y su aparición en las menas.*
- I. V. Konovalov: *Algunas cuestiones de génesis de los yacimientos de hierro de Eravnin.*
- E. V. Puchkov, L. K. Alekseyeva y A. P. Gulyaev: *Brechas eruptivas y relación con su metamorfismo hidrotermal y mineralización (Pribal'jashye Nordoccidental).*
- G. N. Pshenichnuy y M. A. Ku'agina: *Metamorfismo del mineral en el yacimiento de pirita de S'bai en los contactos con los diques de gabro-diabasas.*
- N. N. Mozgova y otros: *Para el diagnóstico de los sulfantimonidos de plomo.*

### Publicaciones suecas

- BULLETIN OF THE GEOLOGICAL INSTITUTIONS. Publ. por la Universidad de Uppsala.  
Volumen XLIII, núms. 6-8, 1967.
- O. M. B. Bulman y R. B. Rickards: *A revision of Wiman's dendroid and tuboid graptolites.*
- V. Jaanusson: *Ordovician ostracodes with supravolar antra.*
- D. L. Bruton: *A revision of the Swedish Ordovician Odontopleuridae (Trilobita).*

- GEOLOGISKA FORENINGENS FORHANDLINGAR. Publ. por la Sociedad Geológica, Estocolmo.  
Vol. 90, núm. 582, parte 1.ª, 1968.
- L. K. Königsson: *The ancylus transgression in the Skede Mose area, Öland.*
- L. von Post: *The ancient sea fiord of the Viskan valley.*
- ACTA UNIVERSITATIS STOCKHOLMIENSIS. Publ. por la Universidad de Estocolmo.  
Vol. XV, 1968.
- Ch. Enberg: *Un método para la toma de curvas de deshidratación de minerales (en alemán).*
- F. Adamczak: *On Kloedenellids and Cytherellids (Ostracoda Platycopa) from the Silurian of Gotland.*
- U. Z. B. ul Haq: *Electron microscope studies on some Upper Eocene calcareous nannoplankton from Syria.*
- A. Sandkvist: *Microbiological investigation of modern Dutch tidal sediments.*
- AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER. Publ. por el Servicio Geológico Sueco, Estocolmo.
- Serie C, Núm. 607 (en sueco).
- E. Ahman: *Gabros de Hötting-Rörström. I. Zona de Västernorrland.*  
Serie C, núm. 609 (en inglés).
- P. Padgett: *La geología y mineralización del área de Radnejaure, región de Norrbotten, Suecia.*  
Serie C, núm. 612 (en alemán).
- H. K. Helfrich: *Una aportación a la geología de la zona de Are. En la parte central de los Caledónides suecos.*  
Serie C, núm. 616 (en sueco).
- A. M. Asklund, V. Grundulis y B. Rönnholm: *Análisis químicos húmedos de rocas silicatadas.*  
Serie C, núm. 617 (en inglés).
- O. Brotzen: *Clasificación geoquímica de rocas.*  
Serie C, núm. 621 (en inglés).
- R. Gorbatshev: *Petrología de las rocas ígneas en la región de Gävle.*  
Serie C, núm. 623 (en inglés).
- N. Edelman: *Estratigrafía y metamorfismo en la región de Kristineberg.*  
Serie C, núm. 623 (en inglés).
- E. Norling: *Sobre los foraminíferos liásicos Nodosariidae y sus estructuras de tabiques.*  
Serie C, núm. 624 (en inglés).
- P. Geijer: *Aspectos internos de las menas magnéticas con contenido de apatito.*  
Serie C, núm. 625 (en inglés).
- R. Frietsch: *La relación entre magnetita y hematitas en las menas de hierro del tipo Kiruna y algunos otros tipos.*  
Serie C, núm. 626 (en inglés).
- O. Arrhenius: *Mena, hierro, artefactos y corrosión.*

- Serie C, núm. 627 (en inglés).
- N. Sundius: *Las rocas supracorticales en el archipiélago al Sudeste de Estocolmo.*  
Serie C, núm. 628 (en alemán).
- H. Hübner: *Fisuramiento y mineralización en la región minera de Adak, Suecia Septentrional.*  
Serie C, núm. 629 (en sueco).
- P. Geijer: *Pórfido del hastial del techo con inclusiones de fragmentos de mineral en Kiruna.*

### Publicaciones suizas

- BEITRÄGE ZUR GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ. Publ. por la Comisión Geológica Suiza, Berna.
- N. F. 131, 1967 (en alemán).
- J. D. Frey: *Geología de la región del Greina (Val Camadra, Valle Cabalasca, Val di Larciolo, Passo della Greina).*  
N. F. 132, 1967 (en alemán).
- P. Bearth: *Las ofiolitas de la zona de Zermatt-Saas Fee.*  
N. F. 133, 1967 (en alemán).
- U. Schär: *Investigaciones geológicas y sedimentopetrográficas en el Mesozoico y Terciario de la región del lago de Biel (cantón de Berna).*  
N. F. 134, 1967 (en alemán).
- E. Jäger, E. Niggli y E. Wenk: *Determinaciones de edad por Rb-Sr en micas de los Alpes Centrales.*  
N. F. 135, 1968 (en alemán).
- F. Keller: *Paragénesis minerales y geología del grupo montañoso Campo Tencia-Pizzo Forno.*
- MITTEILUNGEN AUS DEM GEOLOGISCHEN INSTITUT. Publ. por la Eidgenössische Technische Hochschule y la Universidad de Zúrich.
- Nueva serie, núm. 88, 1968 (en alemán).
- R. Hantke: *El nuevo mapa geológico del cantón de Zúrich y sus regiones limítrofes, 1:50.000.*  
Nueva serie, núm. 86, 1968 (en alemán).
- V. Longo: *Geología y estratigrafía de la región entre Chiasso y Varese.*  
Nueva serie, núm. 92, 1968 (en alemán).
- R. Hantke: *La glaciación de la época de Würm en el Toggenburg alto (cantón de St. Gallen).*  
Nueva serie, núm. 93, 1968 (en alemán).

- PUBLICACIONES DEL LABORATORIO DE GEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GINEBRA.  
Núm. 161.
- M. De'aloje y R. Laurent: *Etude minéralogique du Carbonifère supérieur et du Permo-trias de la région méridionales des Aiguilles-Rouges.*  
Núm. 162.
- C. Serruya, O. Leenhardt y A. Lombard: *Etudes géophysiques dans le lac Léman. Interprétation géologique.*

Núm. 168.

P. Brönnmann y M. A. Conrad: *Cinquième note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur de la région genevoise. «Melathrokerion valserinensis», n. gen., n. sp., un Foraminifère nouveau du Barrémien à faciès urgonien dans le Jura français.*

M. Delaloye y R. Chessex: *Données sur les teneurs en hafnium et yttrium des zircons.*

M. Vuagnat: *Les coussins éclatés du Lago Nero (Massif du Montgenèvre, Prov. de Turin) et le problème des brèches ophiolitiques (note préliminaire).*

Y. Cuennod y J. Martini: *On the presence of zeolite rocks in the Rio Chiriqui basin (Western Panama).*

R. Galopin: *Notions essentielles théoriques et pratiques pour l'étude microscopique des minéraux opaques.*

M. A. Conrad y A. Lombard: *Recherches stratigraphiques dans l'Urgonien des chaînes du Jura et du Salève, région de Genève. Note préliminaire.*

Núm. 166.

J. Charollais y M. Liermier: *Sur la découverte d'une «fenêtre» dans le massif des Bornes (Haute-Savoie, France)*

D. Krummenacher: *Népal Central: géochronométrie des séries de l'Himalaya.*

Núm. 165.

Ch. Caron, J. Charollais y J. Rosset: *Elements autochtones et éléments allochtones du soubassement des klippen des Annes et de Sulens (Haute-Savoie).*

Núm. 164.

J. Charollais, S. Rietschel y J. Rosset: *Sur un gisement d'Éponges d'âge hauteriviens-barrémien, dans la chaîne des Aravis (Haute-Savoie).*

A. Lombard: *Paléosédimentation de bassins du type miogéosynclinal Helvétique-Dauphinois.*

### Publicaciones turcas

BULLETIN OF THE MINERAL RESEARCH AND EXPLORATION INSTITUTE OF TURKEY. Publ. por el Instituto de Prospección Minera y Exploración, Ankara.

Núm. 67, octubre 1966.

I. Enver Altinli: *Geology of Eastern and Southeastern Anatolia (Part II).*

M. Ramovic: *The significances of the geologic time factor in metallogeny and petrology.*

G. Kaaden: *The significance and distribution of glaucophane rocks in Turkey.*

E. Nakoman: *Analyse sporopollinique des lignites éocènes de Sorgun (Yozgat-Turquie).*

S. Ayrton y otros: *Sur l'existence de roches à diaspora dans la région de Mugla, SW de la Turquie.*

E. Meric: *A propos d'un cas de schizogonie dans un individu d'Orbitoides media d'Archiac.*

K. Vonryzka: *Sobre la geología y metalogenia de la región entre Yahyali y el río Zamanti (en alemán).*

S. Ayrton y otros: *Observations sur un gisement de latérite près de Gökceovacik Köy (SW. de la Turquie).*

C. J. Häfeli: *Investigaciones geológicas e hidrológicas en la región de las fuentes termales de Hirasalan (Anatolia Occidental) (en alemán).*

H. Wedding: *Pensamientos sobre el origen de la Tierra y la vida (en alemán).*

Núm. 68, abril 1967.

B. Agrali y E. Akyol: *Etude palynologique des charbons de Hazro et considérations sur l'âge des horizons lacustres du Permo-Carbonifère.*

E. Nakoman: *Quelques formes nouvelles provenant de la microflore Tertiaire du sud-ouest de l'Anatolie.*

W. E. Petrascheck: *Los yacimientos de plomo-zinc en calizas del Tauro occidental (en alemán).*

H. Borchert y I. Uzkut: *Los yacimientos de menas de cromo en el Noroeste de Harmançik (Vilayet Bursa) (en alemán).*

O. Akinci: *Geología de la hoja Eskisehir 124-c<sub>1</sub> y de los yacimientos de sepiolita allí sedimentados (en alemán).*

H. Beer: *Paleogeografía y facies de la provincia de fosfatos del Cretáceo Superior del Sureste turco (en alemán).*

M. Güney: *Underground mining operations in Zonguldak coal mines.*

U. Andolfato: *Considerations on economic possibilities and development of turkish marbles.*

P. de Payronnet: *Pétrographie et minéralogie de la région d'Alanya, origine des schistes à cloritoides appartenant aux bauxites dans le massif d'Alanya.*

MADEN TETKİK VE ARAMA ENSTİTÜSÜ YAYINLARINDAN. Publ. por el Instituto de Investigación Minera de Turquía, Ankara.

Núm. 118. *Iron Ore Deposits of Turkey, 1964.*

Núm. 121. *Asbestos, magnesite and sepiolite deposits of Turkey, 1965.*

Núm. 122. *Emery, diasporite and bauxite deposits of Turkey, 1965.*

Núm. 123. *Pyrites and sulphur deposits of Turkey, 1965.*

Núm. 125. *Borate deposits of Turkey, 1965.*

Núm. 128. *Barytes and fluorite deposits of Turkey, 1965.*

Núm. 128. *Tungsten and molybdenum deposits of Turkey, 1965.*

## NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLOGICO Y MINERO serán revueltos 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.

## PREMIO DE PERIODISMO

# “SANTA BARBARA”

CONVOCATORIA PARA 1969

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA convoca el premio “SANTA BARBARA” para 1969, con el objeto de galardonar a los escritores y periodistas que mejor hayan divulgado y valorado en la prensa, radio y televisión, de lengua española, la importancia que el conocimiento de la Geología tiene para el desarrollo económico de los países.

El premio estará dotado con 100.000 pesetas.

Para optar al premio se precisa que el trabajo se haya publicado, radiado o televisado, durante el año en curso.

Quedan excluidas entre las revistas, aquellas que sean técnicas y entre los autores quienes pertenezcan al IGME.

Los aspirantes al premio deberán presentar por triplicado el correspondiente artículo, impreso, en cinta grabada o en película cinematográfica, en el Departamento de Publicaciones e Información del Instituto Geológico y Minero de España, antes del 31 de enero de 1970.

La decisión del Jurado es inapelable, pudiendo declarar desierto el premio, y sus decisiones se dan por aceptadas por cuantos se presenten al concurso.

El fallo tendrá lugar dentro del mes de febrero de 1970.

Ríos Rosas, 23

MADRID-3

ENVÍE SUS MUESTRAS A ANALIZAR A LOS

## LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Cuando le interese conocer la composición elemental de sus productos, encontrará grandes facilidades y ayudas si encomienda sus estudios a los laboratorios analíticos del Instituto Geológico y Minero de España.

RAPIDEZ

PRECISION

SENSIBILIDAD

ECONOMIA



Precios muy interesantes para series importantes o contratos de colaboración.

Tendrá a su servicio las técnicas más adecuadas de química clásica, espectroscopía de emisión fotográfica y automática, espectroscopía de absorción atómica, fluorescencia de rayos-X, destellómetros. Análisis microlocales con moderna microsonda.

APARATOS MODERNOS, TECNICAS ADELANTADAS.

Análisis de minerales, productos mineralúrgicos, metalúrgicos en general; toda clase de productos.

Cuando le interese el estudio de las reservas de un criadero, clasificar las partidas de materias primas, calidad de los productos que adquiera o venda, valoración de las partidas comercializadas, así como para muchos de los problemas que se le presenten en su industria, acuda a los.....

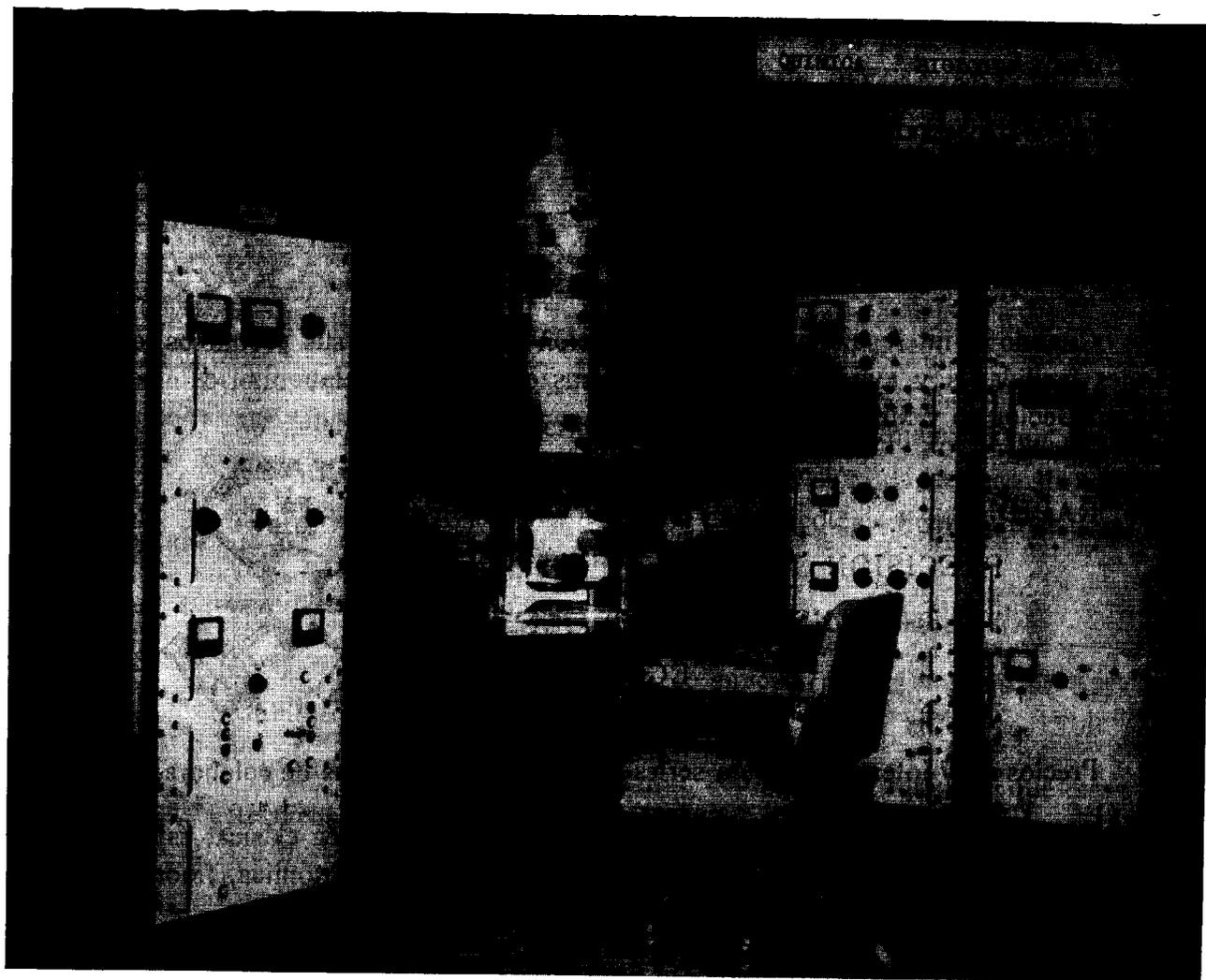
LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

RÍOS ROSAS, 23

MADRID-3

Tels. { 254 22 00  
253 46 05

# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micrones.
- ❖ Especialmente indicada en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc., así como en Mineralogía y Petrología.

---

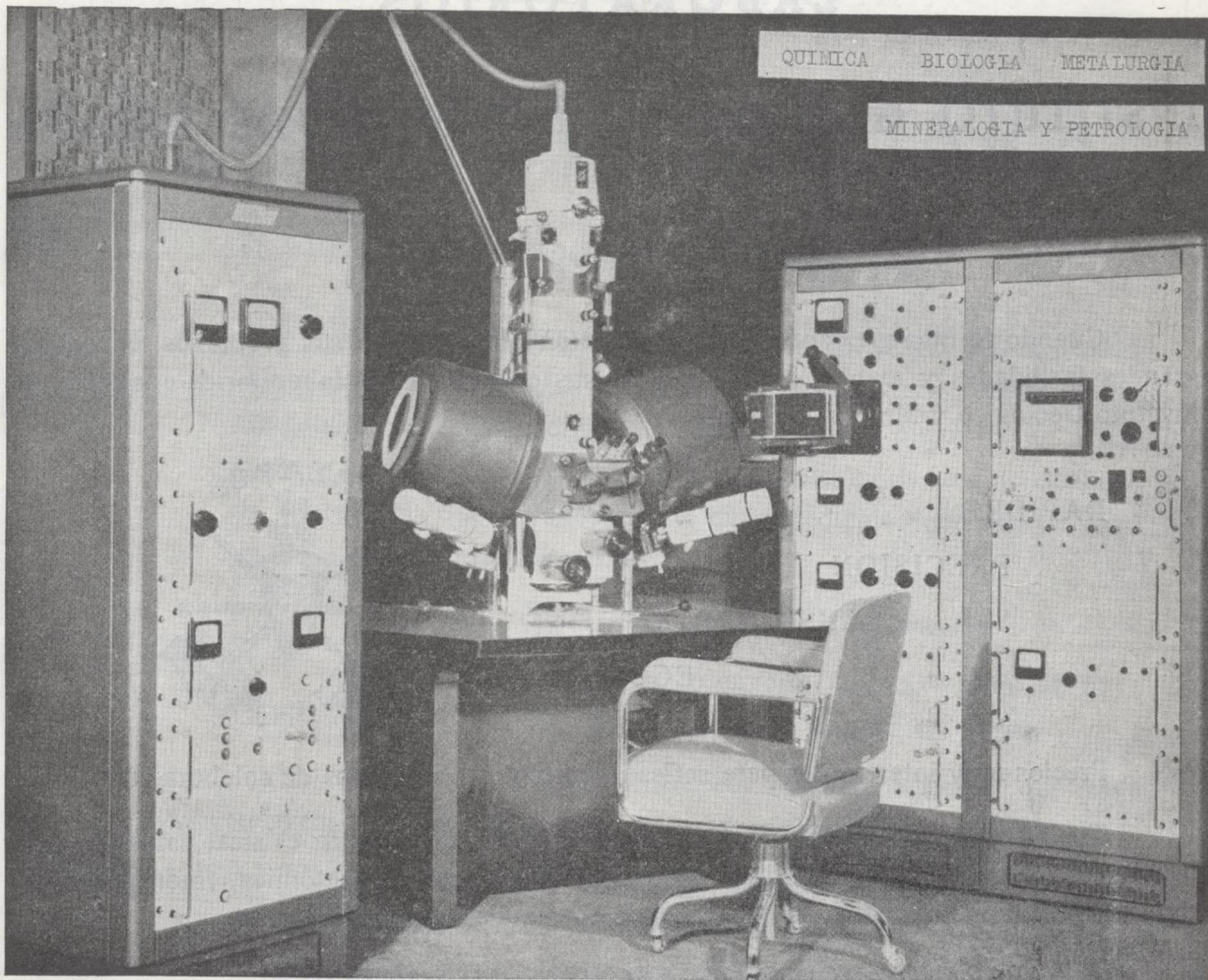
**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3

# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micrones.
- ❖ Especialmente indicada en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc., así como en Mineralogía y Petrología.

---

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3