

ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 300 m.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad).

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Doctor Fleming, 3-5.º piso

Teléfonos: 457 42 58-62-66, 457 02 30 y 250 27 72

MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR Y CRAELIUS con equipos de perforación «Wire-Line System».

Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm.

Sacamuestras especiales a percusión.

Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.

8 DE CADA **10** CROMATOGRAFOS
8 DE CADA **10** ESPECTROFOTOMETROS { infrarrojos ó ultravioleta visible
9 DE CADA **10** ESPECTROFOTOMETROS de absorción atómica
8 DE CADA **10** REGISTRADORES para laboratorio

VENDIDOS EL PASADO AÑO FUERON
PERKIN-ELMER

**RECONOCIMIENTO GENERAL DEL PRESTIGIO DE UNA MARCA
 DEDICADA PLENAMENTE A LA INVESTIGACION
 PARA EL AVANCE CIENTIFICO E INDUSTRIAL**

Al adquirir cualquiera de nuestros equipos, Vd. recibe, los siguientes servicios:

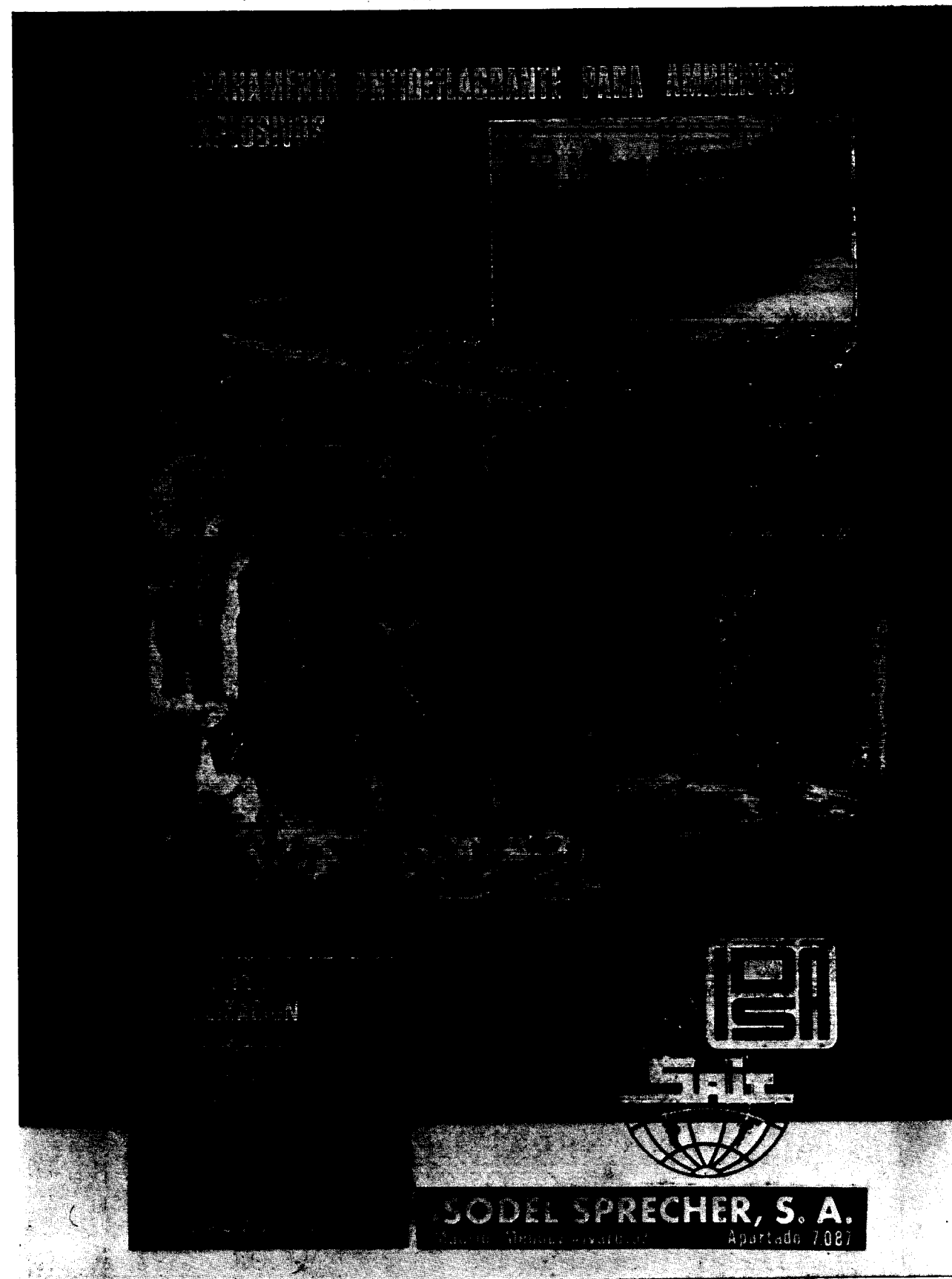
- Asistencia técnica
- Servicio y mantenimiento eficaces
- Autodespacho de mercancías
- Centro de entrenamiento en Madrid con gastos de desplazamiento sufragados por nuestra Organización
- Suministro y consulta de bibliografía técnica
- Formación de instrumentistas de su propia empresa
- Contrato de revisión.

PERKIN-ELMER HISPANIA

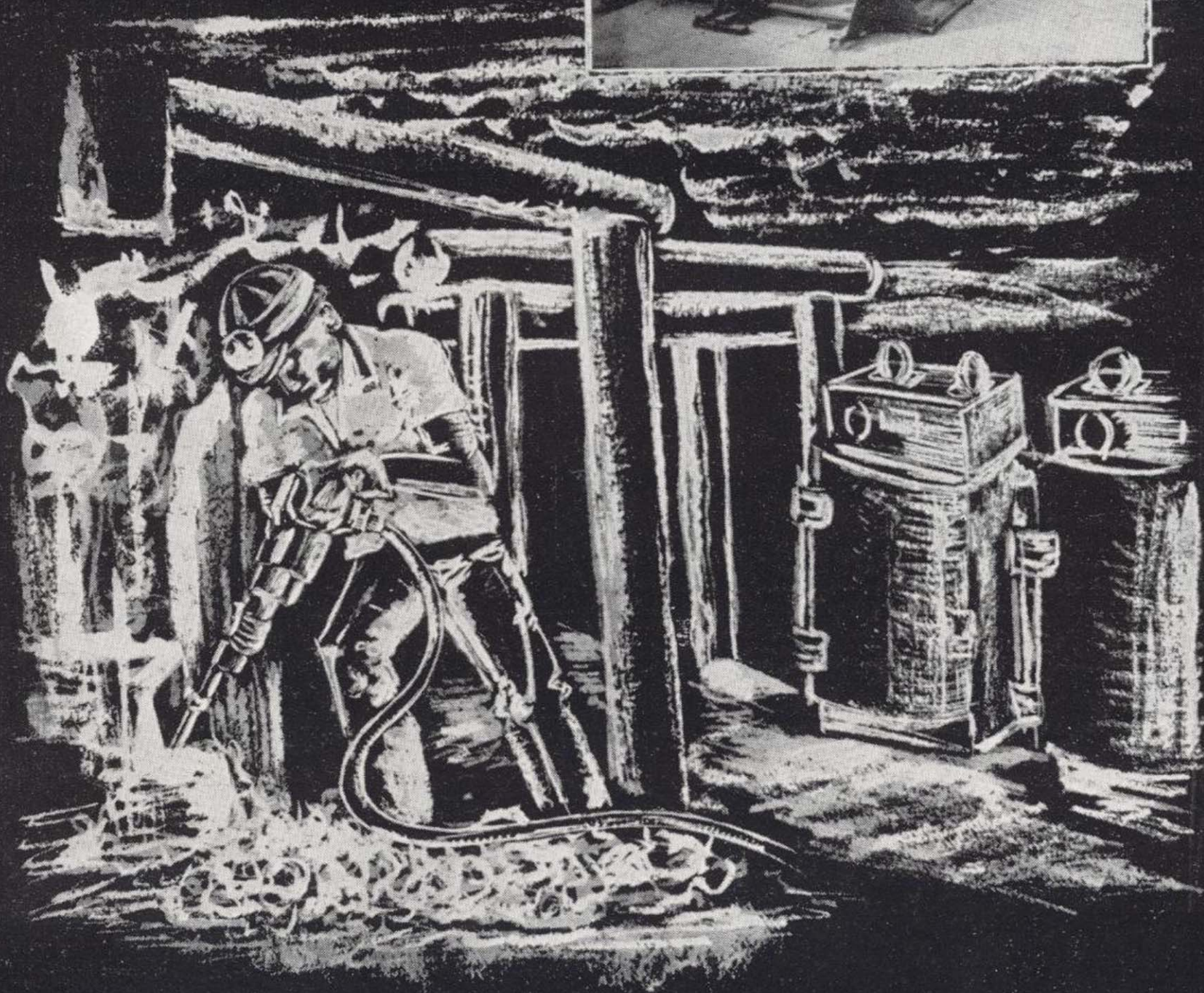
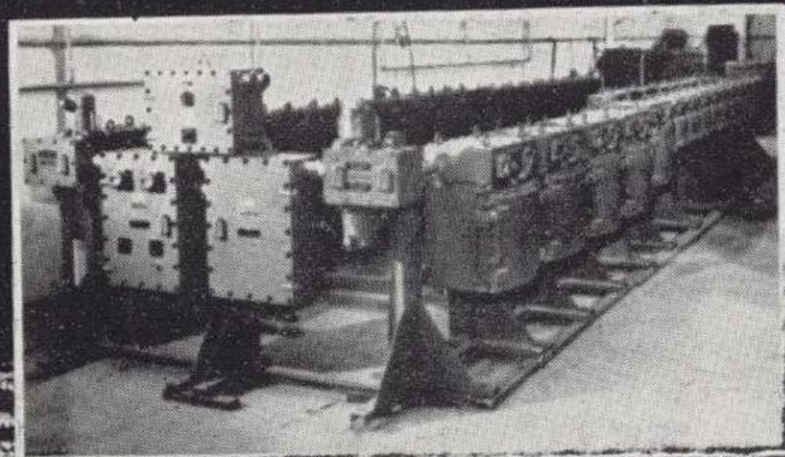
MADRID
 Av. Generalísimo, 71 A
 Tel.: 2 70 24 07

BARCELONA
 Sicilia, 105 - 2.º
 Tel.: 2 26 33 37

LISBOA
 Av. Liberdade, 220
 Tel.: 56 21 81



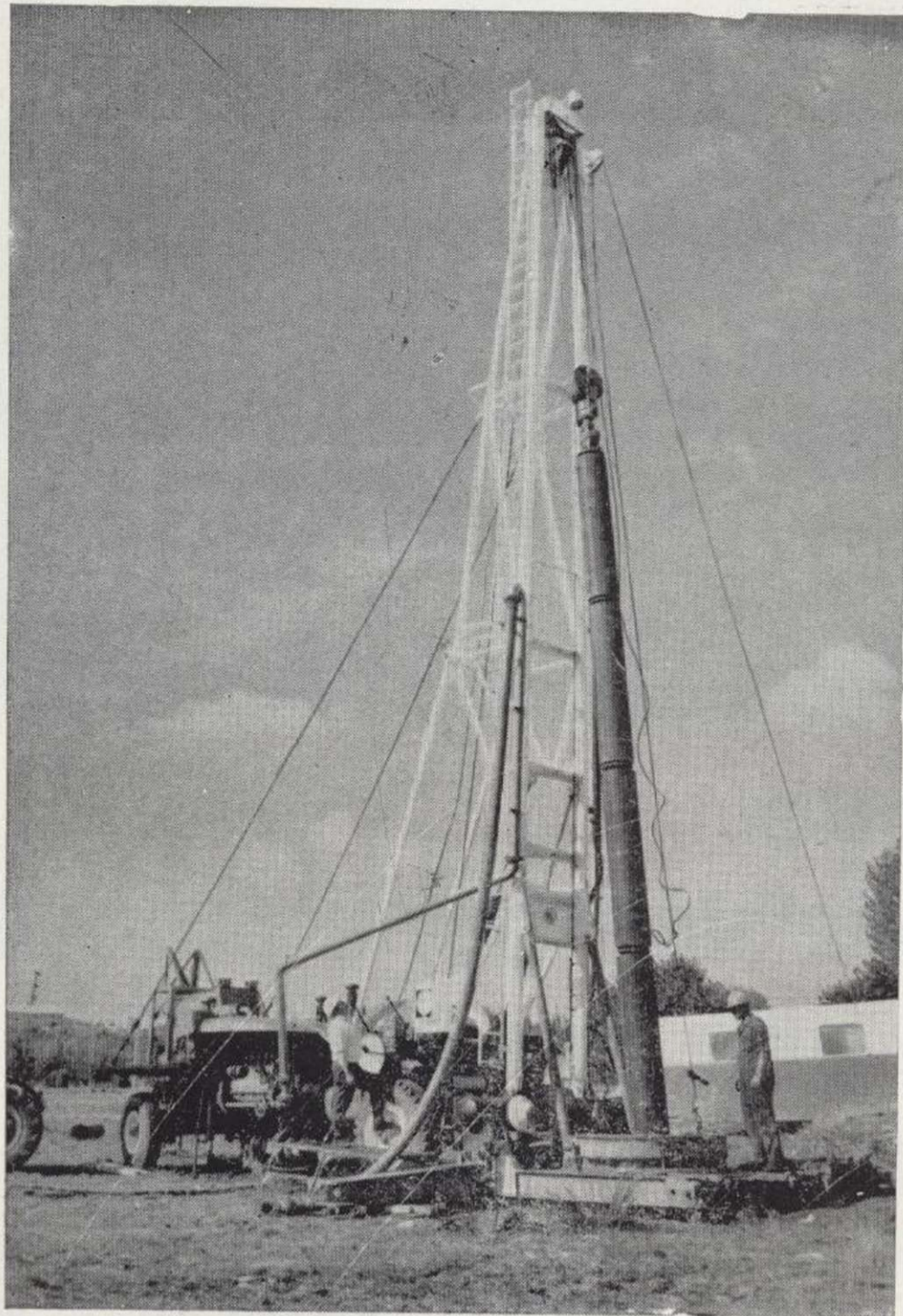
APARAMENTA ANTIDEFAGRANTE PARA AMBIENTES EXPLOSIVOS



APARATOS DIVERSOS DE
SEGURIDAD
SEÑALIZACION
ALUMBRADO
DISTRIBUCION Y MANDO
MATERIAL DE CONEXION
CELDAS MEDIA TENSION
CONTACTORES
TRANSFORMADORES
CORTACIRCUITOS



ISODEL SPRECHER, S. A.
Madrid - Méndez Alvaro, 62 Apartado 7.087



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 300 mts.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad).

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Doctor Fleming, 3-5.º piso

Teléfonos: 457 42 58-62-66, 457 02 30 y 250 27 72

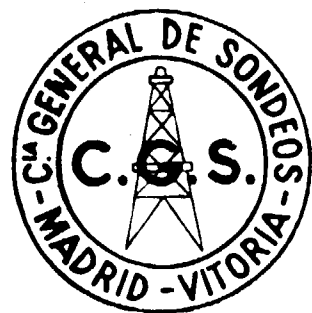
MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR con equipos de perforación «Wire-Line System».

Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm. Sacamuestras especiales a percusión.

Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.



COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS

ESTUDIA:

Geología en general
Estratigrafía
Petrografía
Hidrogeología
Canteras etc.

INTERPRETA:

Diagrafías eléctricas y radioactivas
Ensayos de bombeo en pozos de agua
Estudios geofísicos

REALIZA:

Sondeos para investigación petrolífera hasta 6.000 m. de profundidad
Sondeos para alumbramiento de aguas subterráneas hasta 750 mm. de diámetro
Sondeos mineros de reconocimiento en general
Sondeos de eliminación de productos residuales en la industria
Sondeos para obras civiles

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS S. A.
C. G. S.

Portal de Castilla, 66 Vitoria
Teléfono 22 36 04

Padre Xifre, 5 Madrid-2
Teléfono 415 60 54



CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S. A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA

- Coronas y demás útiles de diamante para sondeos y perforaciones.
- Equipos y material de sondeos «Longyear», sondas, bombas, accesorios.
- Equipos de toma de testigos sistema «Wire Line», de «Longyear».
- Triconos y demás útiles de sondeo «Smith», triconos de aire para grandes voladuras.
- Útiles para perforación a percusión «Hard Metals», bocas de acoplamiento cónicos y roscadas, bocas para martillos de fondo, etc.
- Toda clase de equipos y materiales para sondeos y perforaciones.
- Sondas industriales para tomas de probetas. Cortadoras de juntas en pavimentos. Discos de diamante, etc.

DIRECCION COMERCIAL:
Telg. «CHRISTENSA»

ALBERTO ALCOGER, 5, 3.º-C
MADRID-16 Tel. 250 34 04



Empresa
Nacional
Adaro
De
Investigaciones
Mineras
Sociedad
Anónima

Proyectos de
investigación de

GEOLOGIA MINERA
HIDROGEOLOGIA
INGENIERIA
de desarrollo minero

ENADIMSA

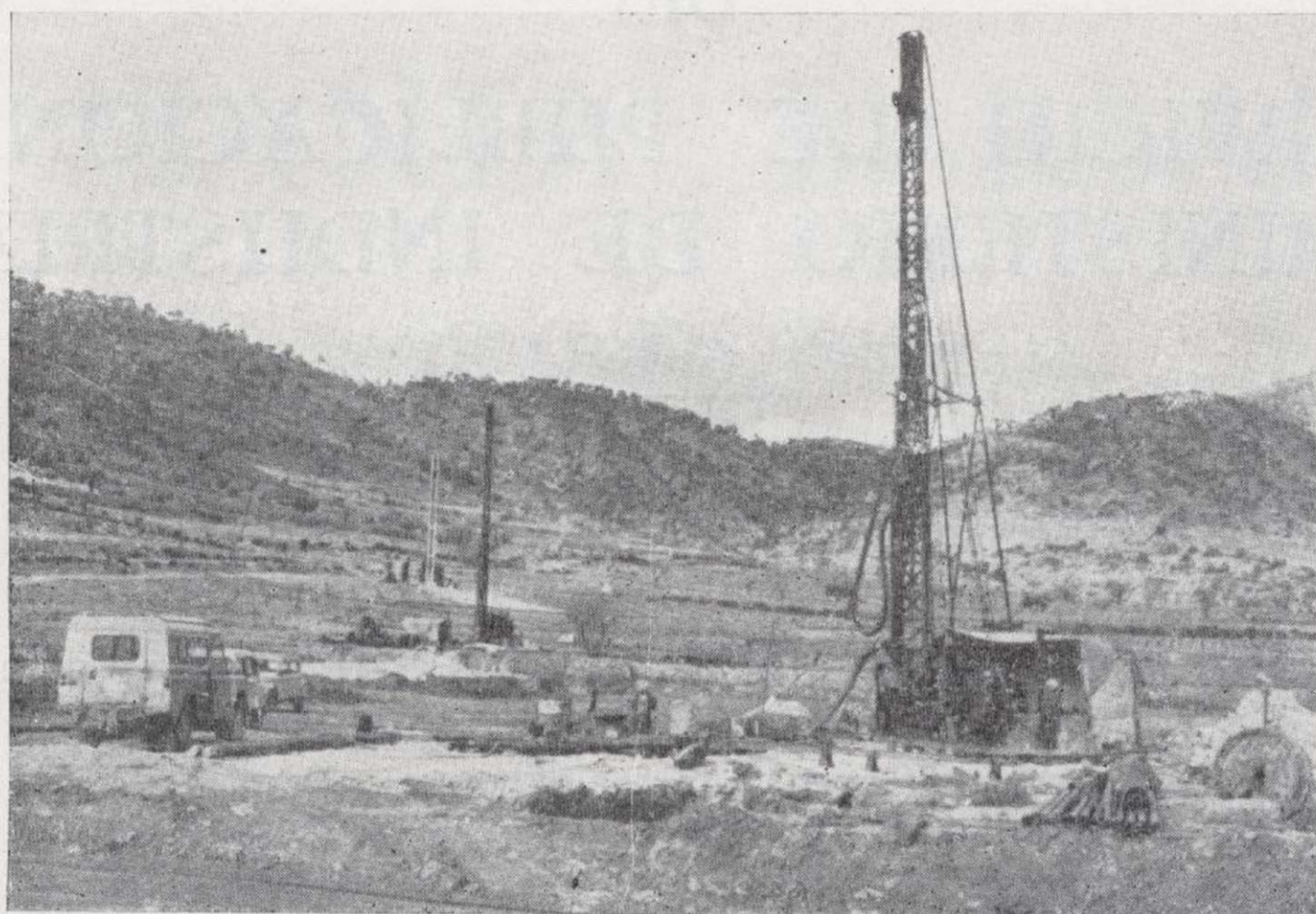
Servicios especializados en

GEOFISICA
GEOLOGIA
FOTOGEOLOGIA
ESTRATIGRAFIA
PETROLOGIA

SONDEOS
METALOGENIA
GEOQUIMICA
GEOESTADISTICA
MINERALOGIA
HIDROGEOLOGIA

domicilio social: serrano núm. 116, madrid 6. teléfono 261 79 02
oficinas y laboratorios: carretera de andalucía, km. 12 getafe (madrid)
teléfonos 797 09 50 54/58

SONDEOS RODES



Sondeos para alumbramientos de aguas
Estudios hidrogeológicos.

Acidificaciones y cimentaciones de sondeos.

Equipos de perforaciones a percusión y rotación
para profundidades hasta 1.400 m.



Consultenos para cualquier problema de agua que tenga en su finca o industria



ERNESTO RODES MARTI

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 130 - Teléfono 359
VILLENNA (Alicante)

LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Espectrometría de lectura directa.

Espectrometría de absorción atómica.

Espectrografía mediante placas fotográficas.

Análisis por fluorescencia y difracción de Rayos X.

Análisis de Radiactividad de aguas y minerales.

Análisis Químicos.

Microsonda Electrónica.

Metalogenia.

Petrología.

Preparación Mecánica de Minerales.

Mineralogía.

Macro y Micropalontología

Geotecnia.

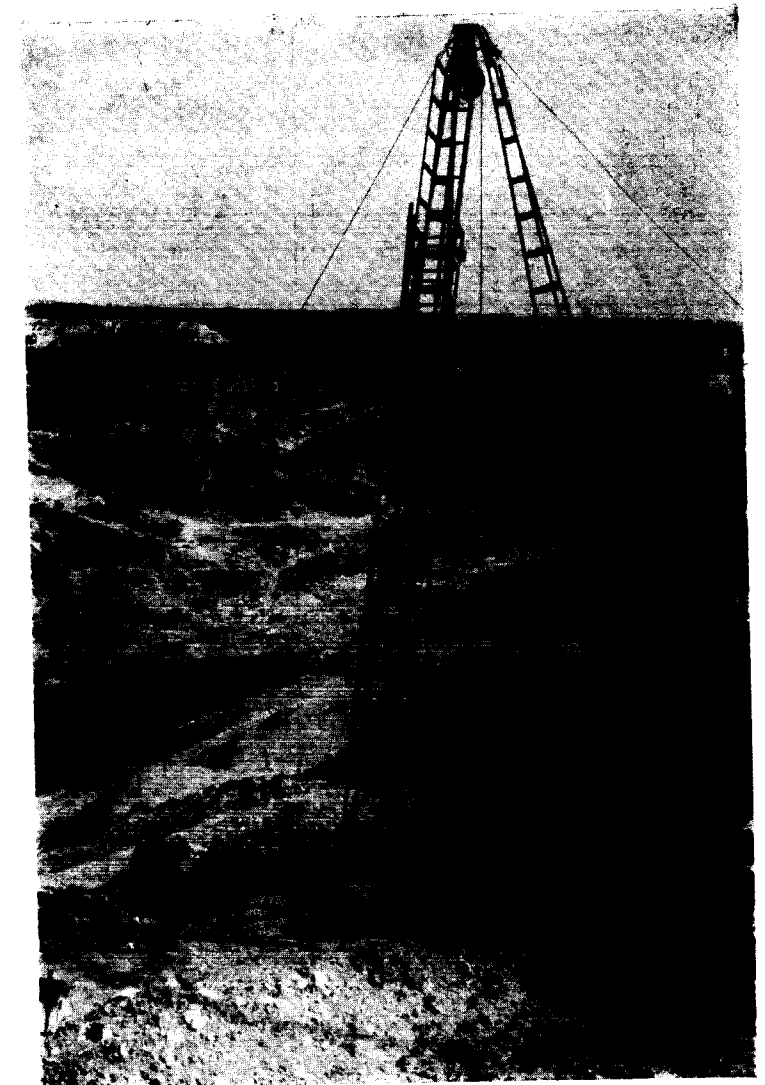
DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS IGME

RIOS ROSAS, 23

TELÉF. 254 22 00

MADRID-3

TERRATEST SU AUXILIAR EN LA INVESTI- GACION MINERA



TERRATEST, S. A.

Estudios Geológicos y Geofísicos. - Métodos magnéticos, electromagnéticos, eléctricos, I. P. (Polarización Inducida), gravimétricos y radiométricos. Métodos de refracción y reflexión sísmica.

Perforación y Sondeos de Exploración. - Perforación y sondeos con extracción de testigos y muestras de suelo.

Estudios y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

Servicio de Alumbramiento y Captación de Agua. - Prospección de agua del subsuelo, perforación de pozos e instalaciones de bombas.

Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

Servicios a la Industria de la Construcción. - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST, S. A., cubre todo el suelo.

TERRATEST, S. A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13



RECURSOS NATURALES S.A.

RENASA

GENERAL GODED, 19 - TEL. 4 19 69 34 - 38 MADRID-4

INGENIEROS CONSULTORES

MINERIA - AGUAS SUBTERRANEAS - CANTERAS -
EDAFOLOGIA

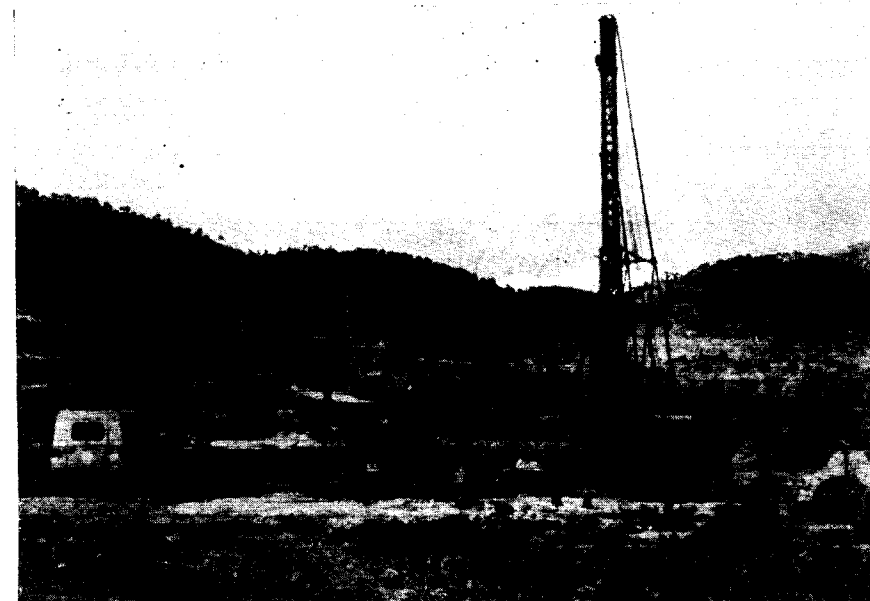
ESTUDIOS Y PROYECTOS - VALORACIONES -
ASESORIA TECNICA - GEOLOGIA ECONOMICA -
GEOFISICA

TESTIFICACION Y MEDIDA DE INCLINACION
Y RUMBO DE SONDEOS

GEOQUIMICA - ANALISIS DE AGUAS - TOMA
DE MUESTRAS - AFOROS

CONSULTAS SIN COMPROMISO

SONDEOS RODES



Sondeos para alumbramientos de aguas
Estudios hidrogeológicos.

Acidificaciones y cimentaciones de sondeos.

Equipos de perforaciones a percusión y rotación
para profundidades hasta 1.400 m.

■ ■ ■

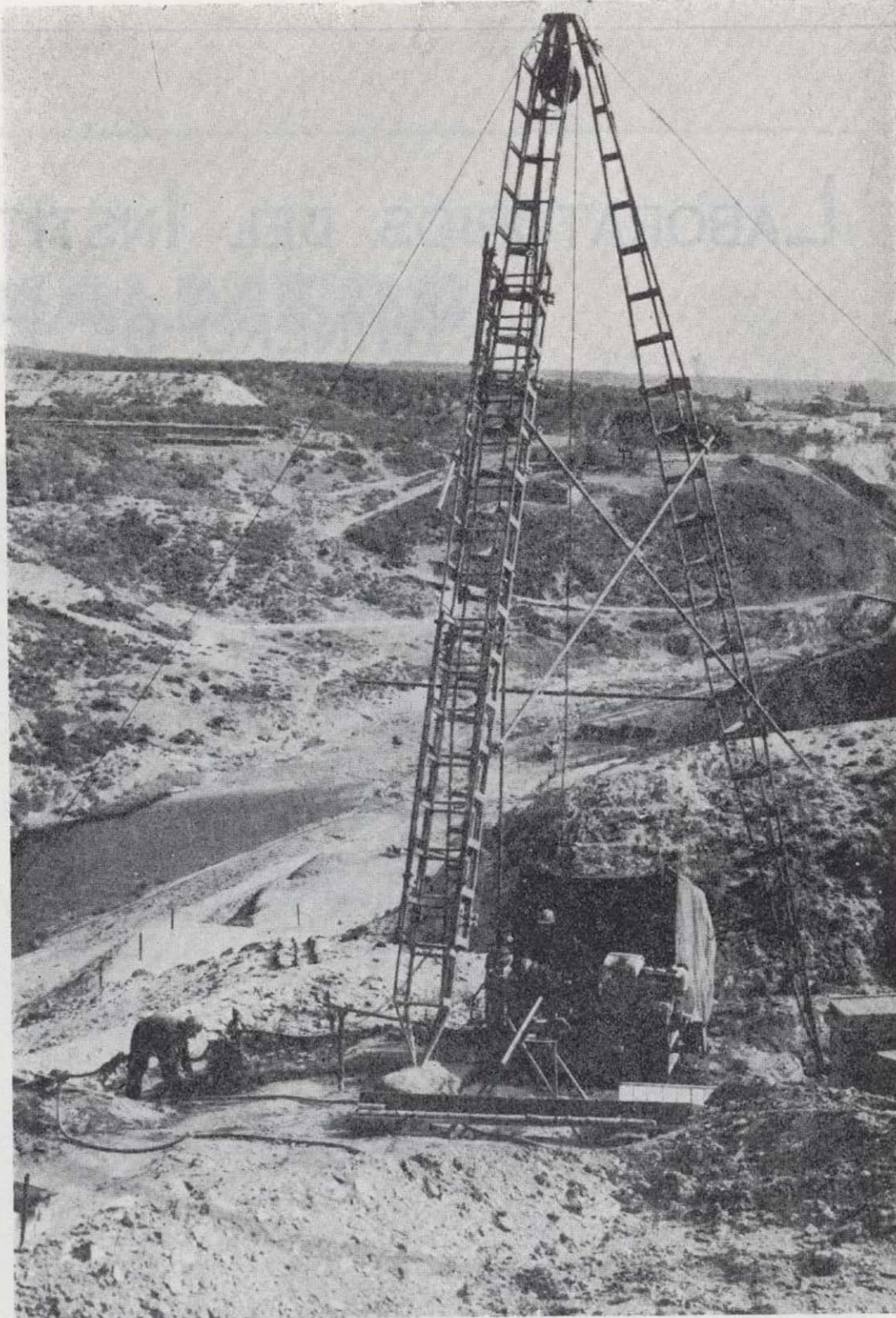
Consultenos para cualquier problema de agua que tenga en su finca o industria

■ ■ ■

ERNESTO RODES MARTI

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 130 - Teléfono 359
VILLENNA (Alicante)

TERRATEST SU AUXILIAR EN LA INVESTI- GACION MINERA



TERRATEST, S. A.

Estudios Geológicos y Geofísicos. - Métodos magnéticos, electromagnéticos, eléctricos, I. P. (Polarización Inducida), gravimétricos y radiométricos. Métodos de refracción y reflexión sísmica.

Perforación y Sondeos de Exploración. - Perforación y sondeos con extracción de testigos y muestras de suelo.

Estudios y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

Servicio de Alumbramiento y Captación de Agua. - Prospección de agua del subsuelo, perforación de pozos e instalaciones de bombas.

Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

Servicios a la Industria de la Construcción. - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST, S. A., cubre todo el suelo.

**EDICIONES
DEL
SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA**

Economía Industrial: Revista mensual.

Información Estadística de Minas y Energía: 10 núms. anuales

Estadística Minera de España: Edición anual.

Estadística de Consumo de Carbones: Edición anual.

Estadística de producción de Carbones: Edición anual.

Memoria del Cemento: Edición anual.

Memoria del Cemento natural, Cales y Yesos: Edición anual.

Las 100 grandes Empresas españolas.

Para mayor información y pedidos, diríjase a:

MINISTERIO DE INDUSTRIA - SERVICIO DE PUBLICACIONES

Claudio Coello, 44 - Teléfonos 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1

PREMIO DE PERIODISMO

“SANTA BARBARA”

CONVOCATORIA PARA 1972

EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA convoca el premio «SANTA BARBARA» para 1972, 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 de LA INVESTIGACION DE LOS RECURSOS MINEROS DE ESPAÑA Y SU REPERCUSION EN EL DESARROLLO ECONOMICO E INDUSTRIAL DEL PAIS.

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 Instituto Geológico y Minero de España, antes del 31 de enero de 1973.

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 en los primeros meses del año 1973.

Ríos Rosas, 23

MADRID - 3

PUBLICACIONES ULTIMAMENTE EDITADAS

MAPA GEOLOGICO NACIONAL, Escala 1:50.000

Hoja y Memoria núm. 536	Guadalajara.....	250 pesetas.
» » » 537	Auñón.....	250 »
» » » 840	Bienservida.....	250 »
» » » 865	Siles.....	250 »

MAPA GEOLOGICO NACIONAL, Escala 1:200.000

(SINTESIS DE LA CARTOGRAFIA EXISTENTE)

Hoja y Memoria núm. 14	Viella.....	400 pesetas.
» » » 25	Figueras.....	400 »
» » » 33	Lérida.....	400 »
» » » 39	Sigüenza.....	400 »
» » » 78	Baza.....	400 »

Con anterioridad fueron publicadas las siguientes Hojas y Memorias:

1, La Coruña. 2, Avilés. 3, Oviedo. 4, Santander. 5, Bermeo. 7, Santiago de Compostela. 8, Lugo. 9, Cangas de Narcea. 10, Mieres. 11, Reinosa. 12, Bilbao. 15, Artiés. 16/26, Pontevedra - La Guardia. 17, Orense. 18, Ponferrada. 19, León. 20, Burgos. 21, Logroño. 24, Berga. 27, Verín. 28, Alcañices. 29, Valladolid. 30, Aranda de Duero. 31, Soria. 32, Zaragoza. 36, Vitigudino. 38, Segovia. 40, Daroca. 43, Plasencia. 45, Madrid. 50, Valencia de Alcántara. 51, Cáceres. 58/59, Villarreal-Badajoz. 60, Villanueva de la Serena. 61, Ciudad Real. 69, Pozoblanco. 70, Linares. 76, Córdoba. 84,85, Almería-Garrucha.

MEMORIAS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Tomo 79: Estudio Geológico de la Provincia de Guipúzcoa (con mapa provincial E. 1:50.000, 2 tomos).....	500 pesetas.
Tomo 80: El Paleozóico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).....	300 »
Tomo 81: Mapa Hidrogeológico Nacional; Explicación de los mapas de lluvia útil, de reconocimiento hidrogeológico y de síntesis de los sistema acuíferos. (como anexo se adjuntan dichos mapas).....	500 »

Para pedidos e información:

SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

Claudio Coello, 44, Teléfono 276 20 01 - MADRID - 1

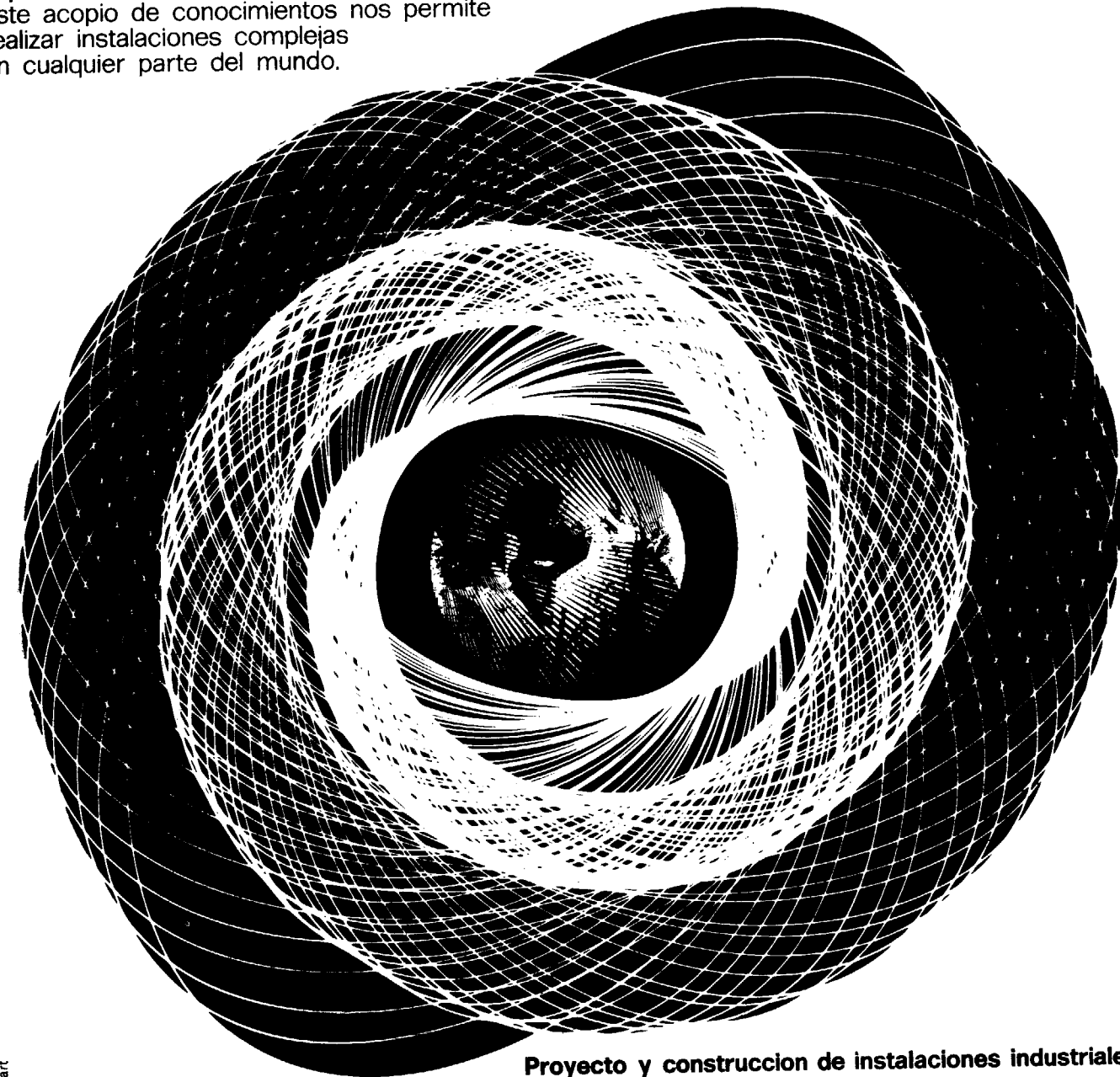
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23, Teléfono 234 13 28 - MADRID - 3

experiencia mundial

es característica de McKee-Ctip

Desde 1905, en sesenta países, hemos adquirido experiencias valiosas. Este acopio de conocimientos nos permite realizar instalaciones complejas en cualquier parte del mundo.

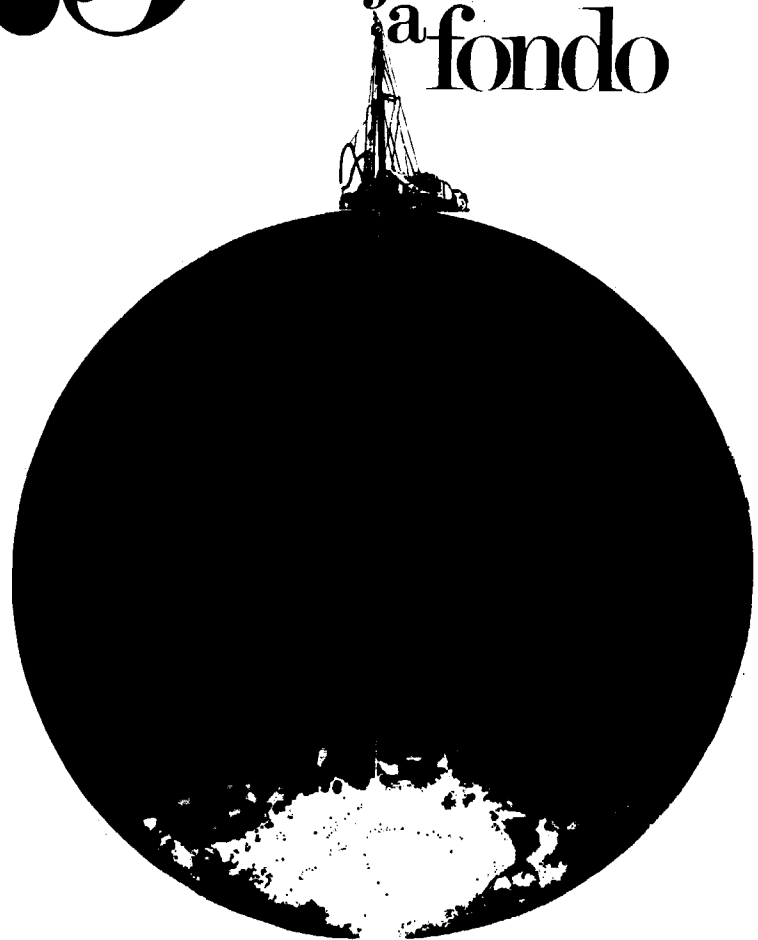


F/1 cart



Proyecto y construcción de instalaciones industriales
McKEE-CTIP INGENIEROS SA
 Avenida Generalísimo 71/A, Madrid 16, Tel. 2702800, Cables Makibermad
 Asociada de
Arthur G. McKee & Company, Cleveland, Ohio, Usa
Ctip, Compagnia Tecnica Industrie Petroli spa, Roma, Italia
 Oficinas: MILANO, DÜSSELDORF, PARIS, BRUSELAS, LUCERNA, NUEVA YORK, UNION, PITTSBURGH, CHICAGO, HIBBING, HOUSTON, SAN FRANCISCO, SANTIAGO, BOGOTÁ, TORONTO, MEJICO CITY, SAO PAULO, BUENOS AIRES, MELBOURNE

25 AÑOS
trabajando
a fondo



Un limpio y firme historial en trabajos de perforaciones para alumbramiento de aguas subterráneas, cuyos resultados son:

- más de 300.000 metros perforados.
- cientos de miles de metros cúbicos de agua alumbrados.
- millones de pesetas de riqueza creada.

Con espíritu de superación, eficacia y consiguiente mejora de precios, nuestros equipos móviles y autónomos están a su servicio en todas las regiones.

Solicite información sin compromiso a:



Parque de las Naciones
C/. Guzmán el Bueno, 121 - Tel. 253 42 00 - Madrid-3

Tomo LXXXIII

Fascículo III

Mayo-Junio 1972

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología	T. MELÉNDEZ HEVIA: El sinclinal Cretácico de «Alto Tajo-Valdecabriel» (Serranía de Cuenca)	1
	R. SOLER y JOSÉ: Las series jurásicas y el «purbeckiense» neocomiense de Guernica	11
	X J. A. MARTÍNEZ ALVAREZ: Consideraciones sobre las unidades estructurales características del Norte e España	21
	L. LEÓN GONZÁLEZ: Síntesis Paleogeográfica y Estratigráfica del Paleoceno del Norte de Navarra. Paso al Eoceno	24
	A. GARRIDO-MEGÍAS: Sobre la colocación del manto de Pedraforca y sus consecuencias: una nueva unidad tectónica independiente, «el manto del Montsec» (vertiente surpirenaica, provincias de Huesca y Lérida)	32
Minería	E. FERNÁNDEZ MARINA: Comercio exterior de productos minerales 1964-1970	39
Aguas subterráneas	J. CRUZ-SANJULIÁN, L. GARCÍA-ROSSELLI y X J. GARRIDO-BLASCO: Aguas termales de la provincia de Granada	56
Geofísica	F. FERNÁNDEZ ALONSO: Los métodos geofísicos en cartografía geológica	66
Estudio de minerales y rocas	L. SANTOMA: Estabilidad mineralógica de los fosfatos de uranio	73
Información	Personal.—Noticias.—Estadística y Economía. Información legislativa.—Notas bibliográficas	77

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid - 3
Teléfono 234 13 28

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid - 2
Teléfono 276 20 01

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

SP

SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

Prospección a la batea de aluviones en el río Sorbe. (Provincia de Guadalajara).

Foto Div. de Minería.

Depósito Legal M. 8.279.-1958

El sinclinal Cretácico de "Alto Tajo-Valdecabriel" (Serranía de Cuenca)

por F. MELENDEZ HEVIA (*)

RESUMEN

El sinclinal Cretácico «Alto Tajo-Valdecabriel», se encuentra situado entre la Serranía de Cuenca, al W., y los Montes Universales, al E. La serie estratigráfica abarca desde el Keuper hasta el Oligoceno, presentando numerosos cambios entre las facies de la Serranía de Cuenca y las de los Montes Universales, particularmente importantes en el Malm y el Cretácico superior. Estructuralmente, corresponde a la zona de cabalgamiento de los Montes Universales sobre la Serranía de Cuenca, cabalgamiento que limita el flanco E. del sinclinal. En su formación han intervenido dos épocas de plegamiento distintas: las fases Paleoalpinas (Neocimérica y Austrica), de dirección WNW.-ESE. y las Neoalpinas (Pirenaica, Sávica y Steirica), que han originado la estructura actual. La vergencia está dirigida fundamentalmente hacia el W., aunque existen también vergencias hacia el E., producidas por la inyección salina. Existen también fallas de dirección WNW.-ESE., a lo largo de las cuales se puede observar un desplazamiento horizontal, con movimiento lateral izquierdo.

ABSTRACT

The Cretaceous syncline «Alto Tajo-Valdecabriel», is placed between the Serranía de Cuenca to the west and the Montes Universales to the east. The stratigraphic section, related as to Keuper up to Oligocene, presents many changes between the facies of the Serranía de Cuenca and those of the Montes Universales. These facies changes, are specially important during the upper Jurassic and the upper Cretaceous. Tectonically, it corresponds to the thrust zone of the Montes Universales over the Serranía de Cuenca. The eastern limb of the syncline is limited by this thrust. Two different folding periods, can be distinguished in its formation: the early Alpine orogeny (late Cimmerian and Austrian folding phases), which direction is WNW.-ESE., and the late Alpine orogeny (Pyrenean, Savian and Steirian folding phases) which have created the present structure. The asymmetry of the folds and faults is in general westward, but there are some anomalies towards the east, produced by the diapiric tectonics. There are also some horizontal faults, WNW-ESE in direction, with little left-lateral movement.

I. INTRODUCCIÓN

El gran sinclinal Cretácico «Alto Tajo-Valdecabriel» se encuentra situado de una manera general entre las provincias de Cuenca, Guadalajara y Teruel. Corresponde en conjunto a un amplio valle estructural, de pequeño relieve, en el que nacen los ríos Tajo, en su parte N., que se

dirige hacia el NW., y Cabriel, en la parte S., que se dirige hacia el SE.

El sinclinal de «Alto Tajo-Valdecabriel» está constituido por sedimentos del Cretácico, que abarcan hasta el Terciario, aflorando los sedimentos del Jurásico en sus flancos. Corresponde a un gran pliegue-falla de dirección NW.-SE., cobijado por el Jurásico de los Montes Universales, situados al NE. (fig. 1). Corresponde a la divisoria entre la Serranía de Cuenca, que queda al SW., y los Montes Universales al NE., regio-

(*) Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias, Madrid.

nes ambas de la cordillera Ibérica, que presentan tanto facies como estructura diferentes.

Es una zona muy poco conocida desde el punto de vista geológico, no existiendo realmente ningún trabajo detallado. A esta zona se refieren de una manera general, los trabajos de Hernández-Pacheco, F. (1933) y de Richter y Teichmüller (1933). Más recientes, y con más detalle también, están los trabajos de Riba (1959), que estudia principalmente la Sierra de Albarracín, situada al E., y sólo como parte del borde, este sinclinal; Sáfetel (1959), quien se concentra en el estudio detallado del Albense en la cordillera Ibérica, incluyendo también esta zona; Viillard, quien sólo o en colaboración con Grambast y Tintant, ha publicado entre 1966 y 1970 una serie de notas sobre la estratigrafía del Jurásico, Cretácico y Terciario inferior de zonas próximas; y finalmente Meléndez, F., quien a partir de 1971 ha publicado sólo o en colaboración con Alvarez-Ramis, Ramírez del Pozo y Talens, un estudio geológico de la Serranía de Cuenca, las hojas geológicas de la Serranía y diversas notas dedicadas principalmente a la estratigrafía del Mesozoico. En este trabajo se realizará una rápida comparación tanto con las facies de la Serranía de Cuenca como con las de los Montes Universales.

II. ESTRATIGRAFÍA

En la región estudiada afloran terrenos cuya edad está comprendida entre Keuper y Oligoceno. Se trata de una serie bastante continua, en la que se observan importantes cambios de facies, al correlacionarla con la Serranía de Cuenca y los Montes Universales (fig. 1).

1. Triásico

a) Keuper

Aflora en el domo de Valdetablado, con potencia superior a los 50 m. Está constituido por arcillas versicolores, predominantemente rojas y verdes, muy blandas y plásticas. Contiene abundantes cristales de yeso, en su mayoría de origen secundario, que raramente se presentan formando capas. La forma más común de presentarse es como maclas muy variadas y complejas, y como bolos y nódulos. Aparece teñido de los mismos colores que las arcillas, aunque predomina el color blanco o gris claro. Contiene también pequeños cristales de cuarzo bipiramidado («jacintos de Compostela»), pero no se han encontrado cristales de «teruelita», citados en otros aflora-

mientos de Keuper de la cordillera Ibérica. Debido a que se trata de una formación muy blanda, aparece muy frecuentemente removido y cubierto por derrubios, por lo que sus condiciones de observación son en general malas, y no se puede obtener una columna detallada. La existencia de salinas en dicho domo permite suponer la presencia de sal en grandes cantidades en profundidad, sal disuelta en superficie y que habría producido por flujo diapírico, el crecimiento de dicho domo. Su potencia, por tanto, debe ser muy superior a los 50 m. citados anteriormente. Este tipo de estructura es muy frecuente en la Serranía de Cuenca (Meléndez, F., 1971).

2. Jurásico

Dentro del Jurásico se distinguen 7 formaciones, perfectamente diferenciables:

a) Carniolas

Conjunto de dolomías brechoideas, arcillosas, masivas, sin estratificación, de color gris a gris rojizo. Corresponden a una brecha de disolución, estando constituidas originalmente por una alternancia de dolomías y anhidrita, anhidrita que al disolverse en superficie, produjo la brechificación de todo el conjunto. Su potencia es del orden de los 75 m. Pese a la falta de fósiles se consideran la base del ciclo sedimentario Jurásico.

b) Dolomías y calizas del Lías inferior

Paulatinamente las carniolas van pasando a dolomías bien estratificadas, a veces masivas, en las que se van intercalando delgadas capas de calizas, que ya son dominantes en el techo. Es una serie carbonatada de plataforma, que comporta niveles calcareníticos y oolíticos, y en la que empiezan a aparecer los primeros fósiles, representados por restos mal conservados de *Braquiópodos* y *Lamelibranchios*. Su potencia, elevada, es del orden de 185 m. Su edad aunque incierta debido a la falta de fósiles claramente determinativos se puede encuadrar entre el Hettangiense-Sinemuriense-Pliensbachiense inferior.

c) Calizas lumaquéllicas

Es una formación de características bioclásticas, constituida por una alternancia de calizas y margas de aspecto noduloso y de color ocre a gris azulado, con gran cantidad de restos fósiles

MAPA GEOLOGICO DEL SINCLINAL CRETACICO ALTO TAJO - VALDECABRIEL (SERRANÍA DE CUENCA)

F. Meléndez Hevia, 1971

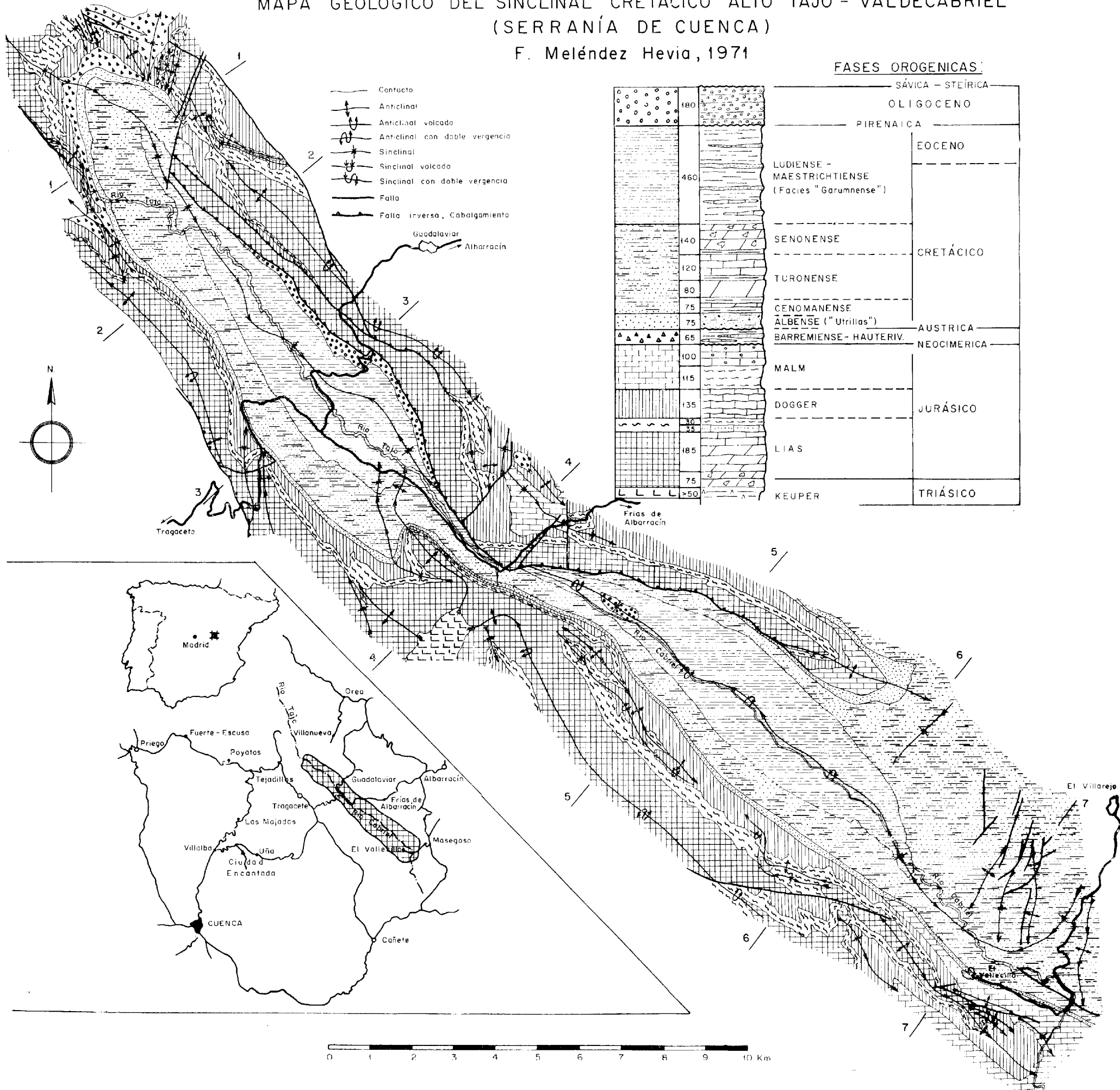


Fig. 1. — Mapa Geológico del sinclinal «Alto Tajo-Valdecabriel» y columna estratigráfica generalizada

de *Braquiópodos*, *Lamelibranchios*, *Belemnites*, *Crinoides*, *Corales*..., que le confieren un marcado carácter lumaquéllico. Su potencia es pequeña, del orden de 35 m., pero su facies es muy constante por toda la región. Su edad se puede establecer, como Pliensbachiense superior, por correlación con los mismos niveles de la vecina sierra de Albarracín, que contienen *Amaltheus spinatus* y *Dumortieria confusa*. Corresponde a un ambiente en el que la influencia marina era cada vez más importante.

d) *Margas con Ammonites*

Formación constituida por margas y calizas alternantes, de color gris a gris azulado, extraordinariamente ricas en fósiles, entre los que abundan *Ammonites*, *Lamelibranchios*, *Gasterópodos*, *Braquiópodos*, *Crinoides*, *Corales*... Su facies es también muy constante, y pese a su escasa potencia, del orden de sólo 30 m., se puede reconocer perfectamente. Su datación no ofrece dudas, pues la existencia de diversas especies de *Hildoceras*, *Grammoceras*, *Pseudogrammoceras*, *Hildaites*..., permite asignarla con toda certeza al Toarciense. El ambiente corresponde a un momento de máxima influencia marina, con facies de tipo pelágico.

e) *Calizas tableadas oolíticas*

Las margas de la formación anterior se van haciendo cada vez más calcáreas hacia el techo, hasta transformarse en una serie constituida casi exclusivamente por calizas de aspecto tableado, que corresponden a facies regresivas. Los planos de estratificación aparecen ondulados, lo que les confiere un aspecto general noduloso. Sin embargo, el carácter más sobresaliente es su aspecto tableado, producido porque se trata de una sucesión de estratos muy regulares, de 20-30 cm. de espesor. Contiene también nódulos y oolitos ferruginosos, que son cada vez más abundantes hacia el techo. La fauna es escasa, representada por restos mal conservados de *Braquiópodos* y *Lamelibranchios*, y en particular por *Crinoides*, cuyos artejos aparecen acumulados en el techo de las capas, constituyendo auténticas «encrinitas». Hacia el E. cambia ligeramente de facies, apareciendo algunas intercalaciones margosas, que permiten demostrar la existencia del Bajociense, Bathoniense y Calloviense inferior (Riba, 1959 y Tintant y Viallard, 1970). Su potencia es del orden de los 135 m.

f) *Malm inferior*

Los sedimentos del Malm sólo afloran al E. y S. del sinclinal, faltando totalmente al NW.

El Malm inferior es una formación margosa en la que a su vez se pueden distinguir tres tramos: uno inferior, constituido por margas de color gris, con delgadas intercalaciones de calizas grises, con fósiles piritosos; otro medio, constituido por calizas arcillosas de color pardo a pardo grisáceo, fosilíferas, y otro superior, constituido nuevamente por margas, pero con mayor abundancia de calizas. La potencia de esta formación margosa es bastante elevada, del orden de 115 m., y en ella están representados desde el Calloviense medio al Kimmeridgiense inferior (Riba, 1959, y Tintant y Viallard, 1970). Es muy característica en la base, la existencia de un nivel de oolitos ferruginosos de potencia inferior al medio metro, pero muy constante en los Montes Universales, donde son muy abundantes los *Ammonites*, y que corresponde al Calloviense medio-Oxfordiense medio condensados (Riba, 1959, y Tintant y Viallard, 1970). Corresponde también a otro momento de máxima influencia marina, similar al Toarciense.

g) *Malm superior*

Es una nueva formación calcárea, constituida por calizas oolíticas y pisolíticas fundamentalmente, compactas, de facies regresiva. La fauna muy abundante en la formación anterior va desapareciendo, siendo ya difícil su datación exacta, que debe ser Kimmeridgiense superior-Portlandiense (Tintant y Viallard, 1970). Su potencia máxima, en donde está menos afectada por la erosión Neocimérica, es de 100 m.

Los cambios de facies entre la Serranía de Cuenca y los Montes Universales, que se inician en el Dogger, son ya muy importantes en el Malm, y así, estas dos formaciones no se pueden correlacionar con el Malm de la Serranía de Cuenca, calcáreo-dolomítico-brechoideo, con episodios salobres de facies «Purbeck» (Meléndez, F., 1971, y Meléndez, F. y Ramírez del Pozo, 1972).

3. *Cretácico inferior*

El Cretácico inferior aflora solamente en el borde N. del sinclinal de «Alto Tajo-Valdecabriel», faltando en el resto de la región, como consecuencia de la fase erosiva Austrica. A su vez está discordante sobre el Jurásico, al que erosiona, por lo que no aparece completo nunca.

Es una serie detrítica, constituida por conglomerados (calcáreos en la base, formados a expensas del Jurásico), areniscas con estratificación cruzada y arcillas, de colores variados y abigarrados, en la que se intercalan calizas de tipo lacus-

tre, con restos de pequeños *Gasterópodos* y calizas salobres, pisolíticas, formadas por concreciones de *Algas* (*Girvanella*). Su edad es Hauteriviense-Barremiense.

Su origen es deltaico, perteneciente a un gran conjunto deltaico que debía bordear la meseta en esa época, no existiendo facies marinas francas, cuyo límite occidental está situado más al E. (Viallard, 1966). La potencia que queda es pequeña, del orden de sólo 65 m. Su facies, típicamente «Weald».

4. Cretácico superior

Dentro del Cretácico superior se incluye también el Albense, cuya presencia va siempre unida al Cretácico superior, y el «Garumnense», que realmente constituye el final del ciclo sedimentario. Se puede dividir en 6 formaciones distintas, en las que se pueden ver diversos cambios de facies a lo largo del sinclinal «Alto Tajo-Valdecabriel» (fig. 2).

a) Formación «Utrillas»

Esta formación, recientemente definida como tal formalmente, por Aguilar y otros (1971), cons-

tituye la base del ciclo sedimentario del Cretácico superior. Está constituida por arenas cuarcíferas y feldespáticas (arcosas a subarcosas), en las que las arcillas son muy escasas, apareciendo como delgados niveles interestratificados. Presentan frecuentemente estratificación cruzada, y abundantes cantos de cuarcita bien rodados, que suelen aparecer acumulados como lentejones correspondientes a paleocauces.

Se presenta discordante sobre las formaciones anteriores, a las que trunca y erosiona, por lo que tanto el Jurásico como el Cretácico inferior están incompletos. Su potencia varía entre 55 m. al N. y 115 al SE. Su edad es realmente incierta debido a la falta de fósiles determinativos, pues los únicos encontrados por esta región son troncos de *Gimnospermas*, que no permiten una buena datación (Alvarez-Ramis y Meléndez, F., 1971), pero se asigna al Albense, aunque posiblemente abarcan hasta la base del Cenomanense.

El estudio realizado por Säftel (1959) sobre el Albense de la Cordillera Ibérica, incluye esta región, pero al incluir en diversas localidades al «Weald» juntamente con la formación «Utrillas», los resultados a los que llega son solamente indicativos.

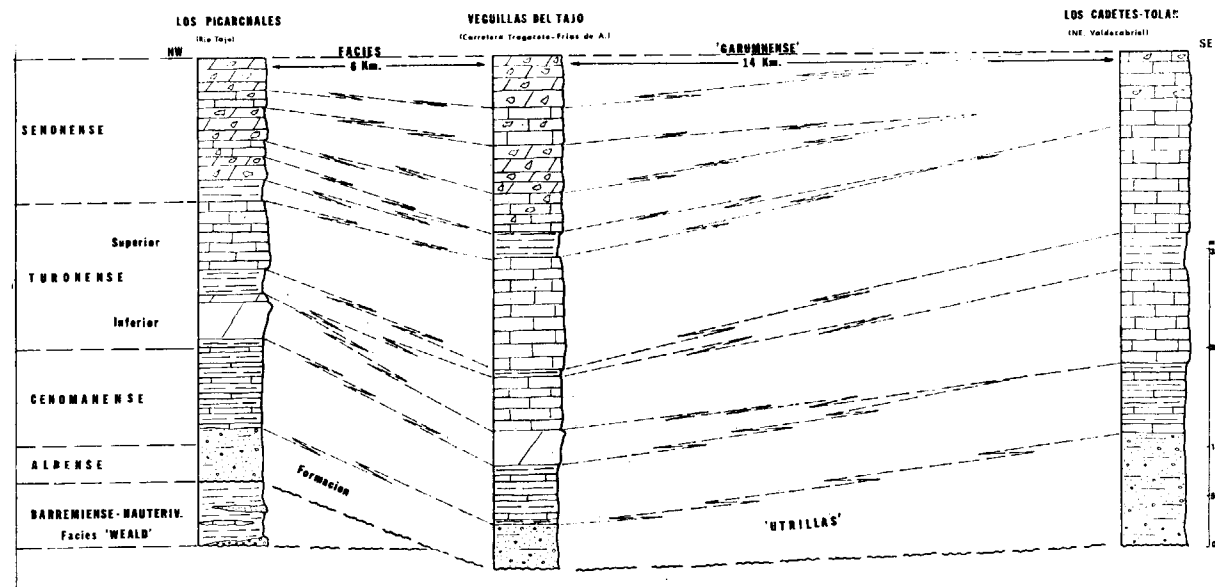


Fig. 2. —Correlación interpretativa de las columnas estratigráficas del Cretácico a lo largo del sinclinal «Alto Tajo-Valdecabriel»

b) Cenomanense

Sobre las arenas de «Utrillas» se desarrolla una formación de carácter arcilloso, constituida por una alternancia de arcillas y dolomías y calizas

arcillosas. Esta litología que predomina hacia el W. (Serranía de Cuenca), cambia a margas y calizas hacia el E. y SE. (Montes Universales), aumentando también el contenido de fósiles. La fauna, aunque escasa en la parte occidental, es

muy típica de esta formación en la cordillera Ibérica, con *Lamelibranchios* y *Gasterópodos* principalmente, entre los que predomina *Exogyra*, y con escasos *Ammonites*. Se data como Cenomanense, aunque posiblemente su parte superior, de tránsito a la formación siguiente, sea ya Turonense. Su potencia oscila entre 60 y 90 m.

c) Dolomías de la Ciudad Encantada

La serie arcillosa del Cenomanense cambia rápidamente a dolomías, que pasan bruscamente a presentarse como un único banco masivo, muy característico de la Serranía de Cuenca. Son las dolomías que dan lugar a las típicas formas de la Ciudad Encantada, y que constituyen el nivel base de la morfología de la Serranía. Son dolomías gruesamente cristalinas, de color ocre a gris, totalmente azoicas. Esta facies cambia también rápidamente hacia el E. y SE. (Montes Universales), donde está sustituida por calizas bien estratificadas, entre las que alternan delgadas capas de margas (Riba, 1959, y Viallard, 1968). Pese a la falta de fósiles se datan como Turonense inferior, por la existencia de algunos microfósiles en las capas transicionales (Meléndez, F., 1971, y Ramírez del Pozo y Meléndez, F., 1972). Su potencia oscila entre 45 m. al N. y 95 m. al S.

d) Turonense superior

Nueva formación carbonatada, que aparece separada de la anterior, por una delgada capa arcillosa. Como ocurría en las formaciones anteriores es más dolomítica hacia el W que hacia el E., donde es difícil de separar de las formaciones inferior y superior. Se presenta como capas bien estratificadas de potencia comprendida entre medio metro y un metro. Su datación tampoco es exacta, encuadrándose en el Turonense superior, por su posición estratigráfica y por la existencia de algunos microfósiles (Meléndez, F., 1971, y Ramírez del Pozo y Meléndez, F., 1972). Su potencia total oscila entre 95 m. y 145 m.

e) Carniolas del Cretácico superior

Formación muy característica de la Serranía de Cuenca, muy similar a las «carniolas» de la base del Jurásico. Está compuesta por dolomías masivas sin estratificación, de color gris a gris claro, y su origen debe ser también similar, es decir, una sedimentación original de dolomía y anhidrita, habiéndose producido la brechificación al disolverse la anhidrita en superficie o en sus proximidades.

También, como en los casos anteriores, aparece separada de las formaciones inferiores por una capa arcillosa de 20-30 m. de potencia, que permite su individualización y cambia hacia el E. y SE. a calizas bien estratificadas, más o menos masivas, semejantes a las del Turonense. Su potencia es muy variable, oscilando entre 75 m. y 205 m., lo que indica una compartimentación muy acusada de la cuenca sedimentaria.

Como se ha visto, existen cambios de facies muy acusados entre la zona occidental (Serranía de Cuenca), donde la serie es fundamentalmente dolomítica (Meléndez, F., 1971), y la zona oriental (Montes Universales), donde es, por el contrario calcárea (Riba, 1959, y Viallard, 1968). Estos cambios de facies, que se producen en la zona del sinclinal «Alto Tajo-Valcabriel» son los que se han esquematizado interpretativamente en la figura 2.

f) Facies «Garumnense»

Como final de este ciclo aflora en el núcleo del sinclinal «Alto Tajo-Valdecabriel» una serie extremadamente potente, de características continentales, que constituye el final del ciclo sedimentario del Cretácico superior, concordante con las brechas y calizas Senonenses. Es una serie monótona constituida en su mayor parte por arcillas de color asalmonado a naranja y ocre claro, donde alternan también delgados lentejones de areniscas arcillosas, conglomerados de cantos calcáreos de pequeño tamaño y calizas lacustres con restos de *Lamelibranchios* de pequeño tamaño.

Atribuida en principio esta formación al Paleógeno (Eoceno superior?-Oligoceno, por Riba, 1959), fue posteriormente trasladada al Cretácico superior bajo facies continental por Viallard y Grambast (1968), debido al hallazgo de diversas especies de *Charáceas* que correlacionan con el borde de la Serranía de Cuenca (corte de Villalba de la Sierra, facies «Garumnense»). Sin embargo, por comparación también con otras zonas de la cordillera Ibérica (Meléndez, F., 1971), es muy probable que este «Garumnense» que comienza ya en el Cretácico superior, incluya el Paleoceno y termine en el Eoceno. Se data por tanto como Maestrichtiense-Ludiense.

Su potencia es muy elevada, ampliamente superior a los 700 m., y quizás próxima a los 1.000 metros originalmente, aunque muy local, en el centro del sinclinal. Su explicación hay que buscarla en un origen tectónico, combinación de la compartimentación de la cuenca sedimentaria iniciada ya en el Senonense, acelerada y aumentada durante el «Garumnense», como consecuencia de

los movimientos que produjeron la retirada del mar y posiblemente también, por el movimiento de las evaporitas del Keuper, hacia las dos zonas en las que existen manifestaciones diapíricas de la Serranía de Cuenca y de los Montes Universales.

5. Oligoceno

Los sedimentos del Oligoceno, de marcado carácter sinorogénico afloran discordantes sobre

el «Garumnense» en el flanco E. del alto valle del Tajo, donde buzan hacia el E., bajo la falla inversa que limita el sinclinal, y en el alto valle del Cabriel, en el núcleo del sinclinal donde buza mucho menos que el «Garumnense».

Su facies más detrítica es diferente de la del Garumnense. Está constituido por conglomerados de caliza y cuarcita, que indican un levantamiento mayor de la cordillera Ibérica con erosión ya

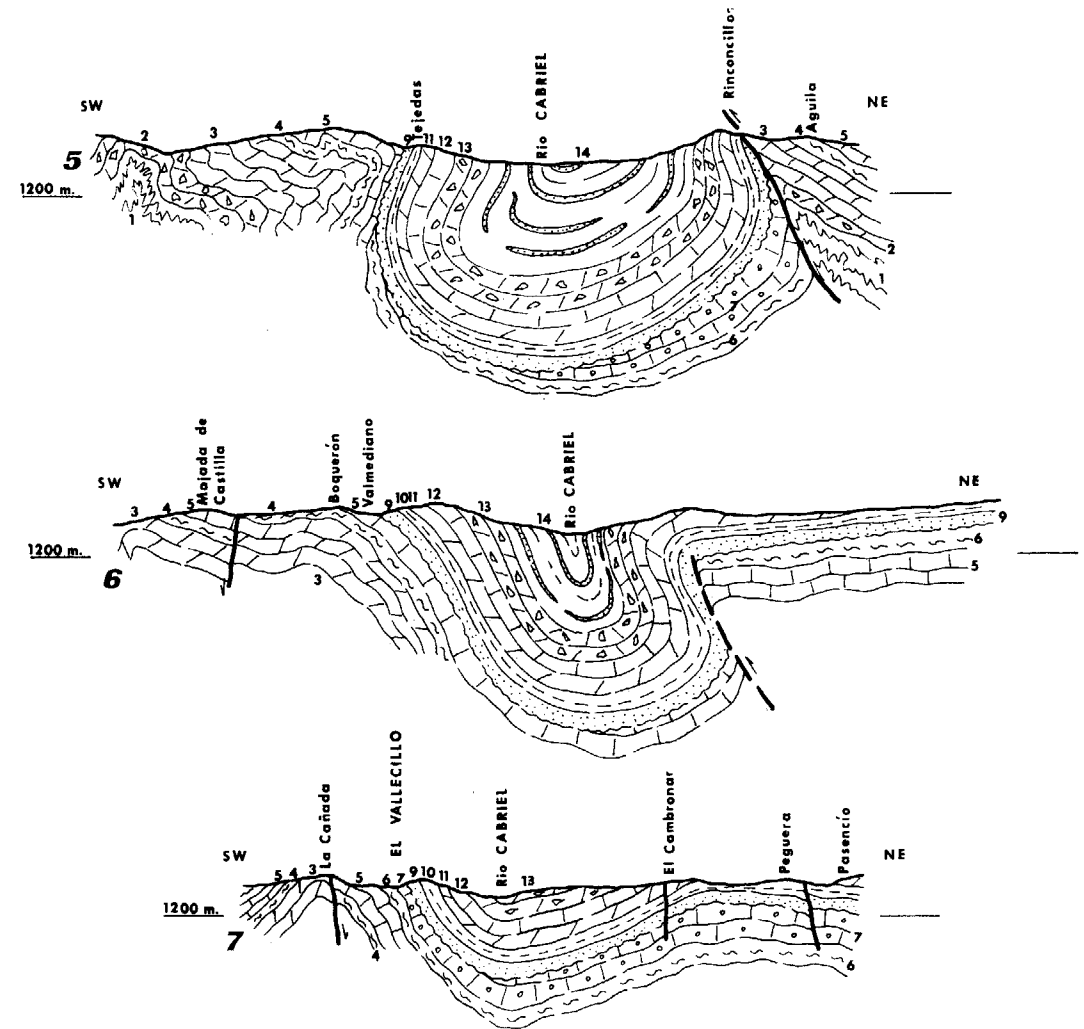
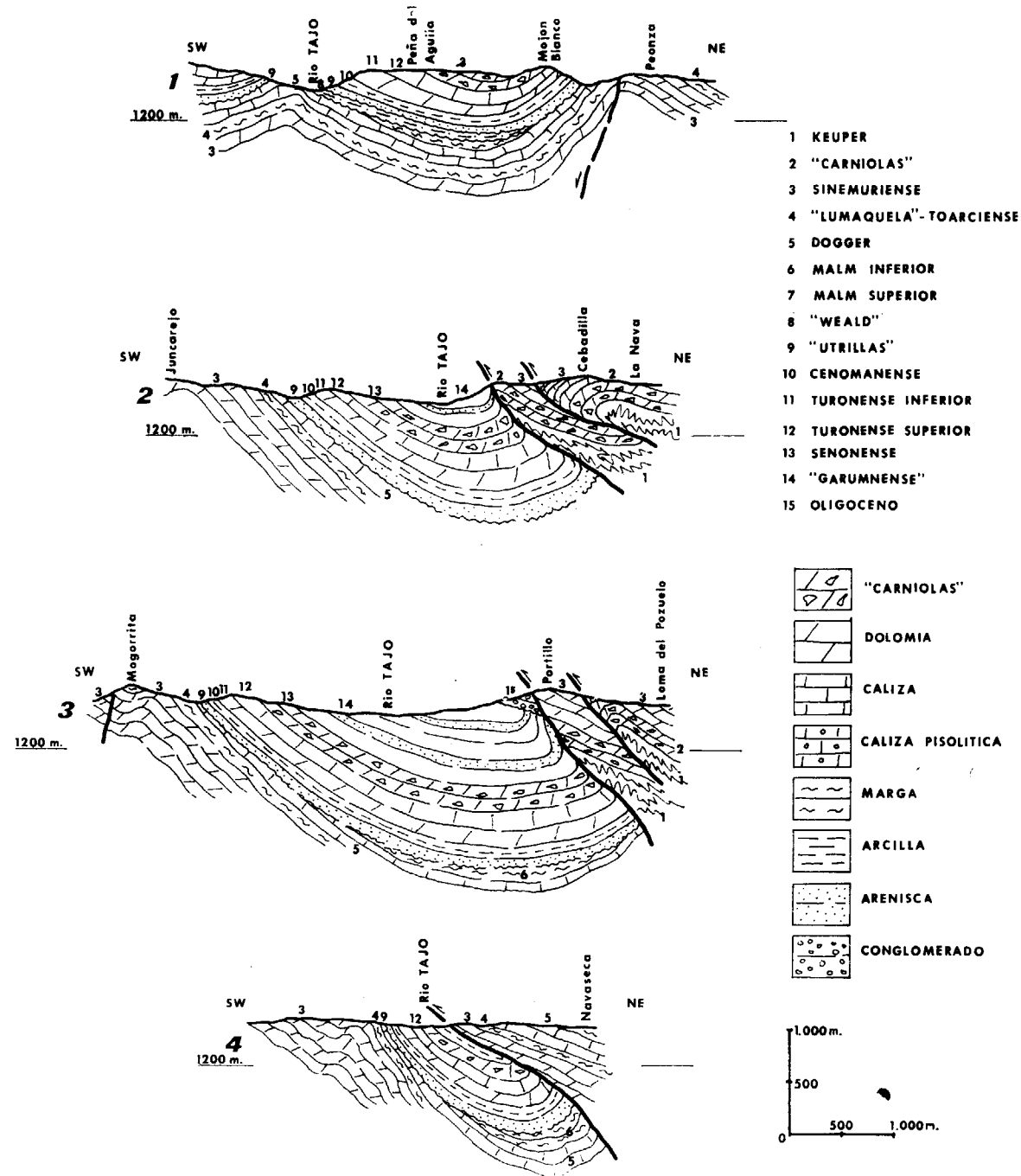


Fig. 3.—Cortes geológicos seriados del sinclinal «Alto Tajo-Valdecabriel»

de los macizos Paleozoicos próximos, areniscas y, en menor cantidad, arcillas de color rojo-naranja muy típico. Estas facies son muy similares a las que presenta en los bordes de la Serranía de Cuenca (Viallard, 1970, y Meléndez, F., 1971), por lo que teniendo en cuenta además la discordancia basal, se le puede suponer una edad Oligoceno. La potencia en la parte N. es de 180 m., y en la S. mucho menor, de sólo unos 30 m.

6. Discusión sobre la serie «Garumnense»-Oligoceno

Tal como se ha visto anteriormente, existen algunas discrepancias en cuanto a la edad de esta serie detrítica, que cubre a los sedimentos del Cretácico superior, y que aparece cabalgada por

el Jurásico de los Montes Universales. Supuesta inicialmente Paleógena, fue asignada posteriormente al Oligoceno por Riba (1959), quien estudió el corte del flanco oriental, entre el sinclinal y el pueblo del Guadalaviar, suponiendo que quizás incluyera también al Eoceno superior. Posteriormente, Viallard y Grambast (1968), merced al hallazgo de varias especies de *Charáceas*, y por comparación con el corte de Villalba de la Sierra, en las proximidades de Cuenca, la incluyeron totalmente en el Cretácico superior de facies continental «Gerumnense».

Efectivamente, las capas de la formación basal, que cubren sin discordancia al Cretácico superior marino, sí son de esa edad, pero abarcando posiblemente hasta el Eoceno, bajo facies continental «Garumnense» (Meléndez, F., 1971). Pero las capas conglomeráticas discordantes sobre

este «Garumnense», que afloran en la parte oriental del alto valle del Tajo, directamente cabalgadas por el Jurásico de los Montes Universales, son más referibles al Oligoceno, tal como ya indicó Riba (1959).

Finalmente, y aunque no existe constancia de ello, es posible también que existan en este sinclinal sedimentos atribuidos al Mioceno, bajo facies similares a las del Garumnense, que rellenarían el primer relieve formado tras las fases orogénicas principales, aunque lo más probable es que dichos sedimentos, caso de haber existido, hubieran sido totalmente arrasados por la erosión actual.

III. TECTÓNICA

1. Características generales

El sinclinal «Alto Tajo-Valdecabriel», constituye una de las estructuras más interesantes de la Cordillera Ibérica. Corresponde al límite tectónico entre la Serranía de Cuenca, situada al W., y los Montes Universales, situados al E., zonas que presentan a su vez características estructurales diferentes. Corresponde también, como ya se ha visto al describir la serie estratigráfica, a la zona donde se produce el cambio entre las facies de la Serranía de Cuenca y las de los Montes Universales. Su dirección general es NW.-SE., más o menos similar a la de las estructuras de la Serranía de Cuenca, a las cuales debe considerarse más afecto, y diferente de las estructuras de los Montes Universales, de dirección WNW.-ESE. y NE.-SW.

Corresponde a un gran pliegue-falla, cabalgado por el Jurásico de los Montes Universales, por una o dos fallas inversas de muchos centenares de metros de salto, cuyo plano de falla se tumba localmente constituyendo un auténtico cabalgamiento. Es decir, existe en esta zona un contacto tectónico cabalgante hacia el SW, de los Montes Universales sobre la Serranía de Cuenca.

En la formación de este sinclinal, han intervenido claramente fenómenos diapíricos, habiéndose formado, al menos en gran parte, por el flujo de las sales del Keuper, que se acumularían en las zonas diapíricas de la Serranía de Cuenca y de los Montes Universales-Albarracín. Su vergencia más acusada está dirigida hacia el W, pero debido precisamente al flujo salino hacia sus flancos, aparecen también vergencias en sentido opuesto, que se enfrentan en el sinclinal, ofreciendo el aspecto de un pliegue en «seta», al revés. Esta evolución lateral del sinclinal puede verse en los cortes seriados de la figura 3.

Tanto hacia el N. como hacia el S., la estructura se suaviza, observándose un relevo de la falla cabalgante, siempre con la tendencia de cabalgar los Montes Universales hacia el W. Hacia el S. una vez suavizada la estructura y desaparecida la falla inversa, el sinclinal se incurva fuertemente hacia el NE., tomando el conjunto ahí, el aspecto de un sinclinal periférico, del levantamiento salino de los Montes Universales.

2. Direcciones estructurales

La dirección general del sinclinal «Alto Tajo-Valdecabriel», es NW.-SE., con pequeñas inflexiones. Esta es también la dirección predominante hacia el W., y en las zonas más intensamente plegadas, afectadas directamente por la falla inversa que lo limita por el E. Esta dirección se manifiesta por pliegues, representados en el Cretácico, y en el Jurásico cuando está intensamente plegado, y por fallas, fundamentalmente inversas con vergencia dirigida hacia el W.

Existe otra dirección, ligeramente diferente, WNW.-ESE., que se manifiesta como pliegues que afectan sólo al Jurásico en las zonas menos intensamente plegadas y como fallas. Los pliegues son suaves, sin dirección rígidamente marcada, presentando ligeras y numerosas inflexiones. Esta dirección, claramente discordante con la que presenta el Cretácico superior, se interpreta como producida por las fases Paleolpinas (Neocimérica y Austrica), que ha quedado preservada como tal, en las zonas suavemente plegadas, habiendo sido destruida y deformada, en las zonas en las que el plegamiento posterior ha sido muy intenso (Meléndez, F., 1971). Acompañando a los ejes se manifiesta también una dirección paralela de fracturas, que aunque quizás ya se hubiera formado en la misma época, ha vuelto a jugar en las fases más modernas, produciéndose en ellas desplazamientos laterales. Estos desplazamientos deben corresponder principalmente al substrato, manifestándose en la cobertera despegada (Jurásico-Cretácico) por inflexiones y pequeños desplazamientos de sus accidentes tectónicos, fundamentalmente. El movimiento de estas fallas es lateral izquierdo, en el sentido de que el labio N. se desplaza hacia el W. y el labio S. hacia el E.

Finalmente, existe una tercera dirección, NE.-SW., que se manifiesta sólo en los Montes Universales. Es una dirección irregular, que afecta a ambos, Jurásico y Cretácico, y que parece ser muy posterior a las otras, formada posiblemente en etapas póstumas de distensión, relacionadas quizás también con las fallas de desplaza-

miento horizontal (según discusión oral con O. Riba).

3. Etapas de plegamiento

Esta región aparece afectada por dos etapas de deformaciones orogénicas, correspondientes a los movimientos Paleolpino y Neolpino, situados entre el Jurásico y Cretácico y en el Terciario.

Los movimientos Paleolpino están representados por dos fases tectónicas distintas, la Neocimérica, situada entre el Malm y el Cretácico inferior, y la Austrica, antes del Albense. Se debió tratar de plegamientos poco intensos, que produjeron dos efectos fundamentales: en primer lugar, la serie de cambios sedimentarios existentes desde el Dogger hasta el Cretácico medio en que se vuelve a recuperar de nuevo la sedimentación marina franca, y el plegamiento del Jurásico-Cretácico inferior, con dirección WNW.-ESE., y su erosión, con lo que el substrato del Albense es variable lateralmente (fig. 2). En estas fases de plegamiento debió tener ya una cierta importancia el movimiento de las evaporitas del Keuper, hacia los futuros domos, que producirían una erosión mayor en las áreas de acumulación más elevadas. De ambas fases, es más importante la Neocimérica que la Austrica (Meléndez, F., 1971).

Los movimientos Neolpino comienzan ya en el Cretácico superior, con la retirada del mar y la transformación paulatina de la cuenca sedimentaria en continental. Sin embargo, y pese a la subsidencia diferencial muy acusada que se empieza a acusar ya en esta época, la primera discordancia clara no se localiza hasta la base del Oligoceno correspondiente a la fase Pirenaica. El plegamiento definitivo y fundamental se debió producir entre el Oligoceno y el Mioceno, correspondiendo a las fases Sávica-Steirica. Estas fases bien datadas en el borde de la Serranía (Viillard y Grambast, 1970), se pueden extrapolar a esta zona. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la discordancia Pirenaica, que se manifiesta con más intensidad en esta región que en el borde de la Serranía debió ser ya continua en la nueva cordillera hasta enlazar con la Sávica y Steirica, depositándose el Oligoceno sólo a favor de pequeñas cuencas locales, correspondientes a grandes sinclinales Cretácicos, como el de «Alto Tajo-Valdecabriel».

En estas fases se forma la nueva cordillera, con su estilo actual y las estructuras que se pueden

observar hoy día. A continuación, durante el Mioceno, la nueva cordillera sufrió un intenso período de erosión, que la convirtió casi en una penillanura. Posteriormente, ya durante el Plioceno-Cuaternario se registran movimientos verticales, que han producido la deformación de esta superficie de erosión, sobre la que se está encajando la red fluvial actual.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, M. J., RAMÍREZ DEL POZO, J., y RIBA, O. (1971): *Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel)*. «Est. Geol.», vol. 27, págs. 497-512.
- ALVAREZ-RAMIS, C., y MELÉNDEZ HEVIA, F. (1971): *Un nuevo yacimiento de flora Cretácica en el Albense de la cordillera Ibérica. La Cierva (Serranía de Cuenca)*. «Est. Geol.», vol. 27, págs. 247-253.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1933): *Características geográficas geológicas del territorio del Alto Tajo*. «Publ. Soc. Geográf. Nac.», ser. B, núm. 31, págs. 707-738.
- MELÉNDEZ HEVIA, F. (1971): *Estudio geológico de la Serranía de Cuenca, en relación a sus posibilidades petrolíferas*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Madrid, 250 págs.
- (1972): *Hoja Geológica y Memoria explicativa número 539, Peralejos de las Truchas; 564, Fuerte-Escusa; 587, Las Majadas; 588, Zafrilla; 610, Cuenca, y 611, Cañete*. IGME
- MELÉNDEZ HEVIA, F., y RAMÍREZ DEL POZO, J. (1972): *El Jurásico de la Serranía de Cuenca*. «Bol. Geol. Min.», IGME., vol. 83.
- RAMÍREZ DEL POZO, J., y MELÉNDEZ HEVIA, F. (1972): *Nuevos datos sobre el Cretácico inferior de facies «Wald» de la Serranía de Cuenca*. «Bol. Geol. Min.», IGME., vol. 83.
- (1972): *Nuevos datos sobre el Cretácico superior-Eoceno de la Serranía de Cuenca*. «Bol. Geol. Min.», IGME., vol. 83.
- RIBA, O. (1959): *Estudio Geológico de la Sierra de Albarracín*. «Inst. Est. Turol. CSIC», 282 págs.
- RICHTER, G., y TEICHMÜLLER, R. (1933): *Die entwicklung der Keltiberischen ketten*. «Abh. der Ges. der Wiss. zu Göttingen, Math-Phys.», kl. III, núm. 7, 118 págs.
- SÄFTEL, H. (1959): *Paleogeografía del Albense en las cadenas Celtibéricas de España*. Trad. J. M. Ríos, en «Not. y Coms. IGME», núm. 63, págs. 163-192.
- TALENS, J., y MELÉNDEZ, F. (1972): *El Pérmico del Barranco de la Hoz, Este de Masegosa (anticlinorio de Cueva del Hierro, Serranía de Cuenca)*. «Est. Geol.», vol. 28.
- TINTANT, H., y VIALLARD, P. (1970): *La Jurassique moyen et supérieur de la chaîne Ibérique sud-occidentale aux*

confins des provinces de Teruel, Valencia et Cuenca.
«C. R. Soc. Géol. France», pág. 207.

VIALLARD, P. (1966): *Sur le Cretacé de la chaîne Ibérique castillaine, entre le rio Turia et la haute vallée du rio Jucar (Provinces de Valencia et Cuenca).* «C. R. Ac. Sc. Paris», série D, t. 262, págs. 1997-200.

— (1968): *Le Néocretacé de la chaîne Ibérique sud-occidentale aux confins des provinces de Cuenca, Teruel et*

Valencia. «C. R. Soc. Géol France», pág. 184.

VIALLARD, P., y GRAMBAST, L. (1968): *Présence de Cretacé supérieur continental dans la chaîne Ibérique castillaine.*

«C. R. Ac. Sc. Paris», serie D, t. 266, págs. 1702-1704.

— (1970): *Sur l'age post-stampien moyen du plissement majeur dans la chaîne Ibérique castillaine.* «C. R. Soc. Géol. France», pág. 9.

Recibido: 5-IV-72.

Las series jurásicas y el «purbeckiense» neocomiense de Guernica

por R. SOLER Y JOSE (*)

RESUMEN

La mayor parte de los afloramientos del Jurásico marino y del «Purbeckiense» cantábricos están situados en las actuales aureolas erosivas de los macizos paleozoicos limítrofes. Hacia la Cuenca Central sólo persisten escasos retazos ligados a zonas de tectónica acentuada. Las series del diapiro de Guernica permiten precisar algunos puntos importantes: Existencia local de un alto fondo aalenense-batoniense. Presencia de un Calloviense margoso «tipo occidental» y de un Malm «tipo oriental». Facies «purbeckiense-neocomienses» comparables a otras ya conocidas en ambos extremos cantábricos.

RÉSUMÉ

Les séries jurassiques et «purbeckiens» du diapir de Guernica sont un des rares points de liaison entre les aureoles erosives des massifs paleozoïques bordiers du Bassin Cantabrique où se placent la plupart des affleurements de ces époques. Elles permettent préciser: L'existence d'un haut fond local aalienien-batonien. La presence d'un Callovien marneux «type occidental» et d'un Malm «type oriental». Des facies «purbeckien-neocomien» déjà connus des deux cotés du Bassin central.

ABSTRACT

The biggest part of the outcrops of marine Jurassic and «Purbeckian» in the Cantabrian Basin are located around the paleozoic massifs. Towards the Central Basin it can only be found isolated patches in areas of strong tectonics. The geological column in the Guernica diapire allows us to observe several important points: The local existence of an aalienian-batonian «high». A marly Callovian of «western type» and a shallow Malm of «eastern type». «Purbeckian-neocomian» facies which can be compared to the known in both cantabrian ends.

En el dispositivo actual de las antiguas grandes cuencas de sedimentación cantábricas, los estudios geológicos directos de las series jurásicas y del Cretáceo basal están limitados a la aureola de afloramientos de los macizos paleozoicos limítrofes:

Bandas plegadas suroccidentales en relación con el antiguo borde de la Meseta.

Aureola erosiva del Macizo Asturiano occidental.

Aureola erosiva de los macizos «pirenaicos» vasconavarros orientales.

Entre ellas la cubeta cantábrica central carece de afloramientos importantes (fig. 1).

EL JURÁSICO MARINO

El dispositivo general

En ambas aureolas de afloramiento extremas el Jurásico marino presenta peculiaridades propias que lo caracterizan. Su generalización en columnas-tipo es peligrosa, ya que aún siendo una época de sedimentación prácticamente con-

(*) AUXINI. Departamento de Investigaciones Petrolíferas. El Estudio Geológico de la Estructura de Guernica fue realizado en la Empresa Nacional de Petróleos de Navarra (ENPENSA).

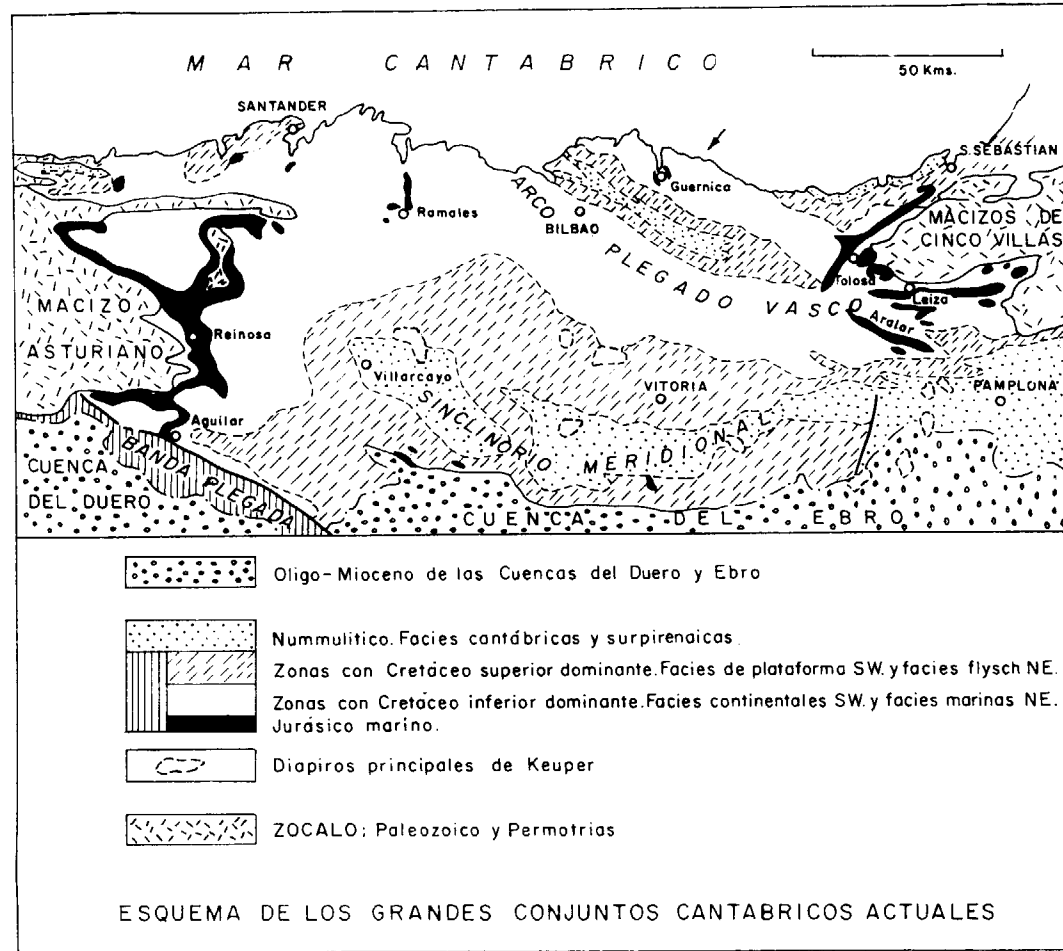


Fig. 1

tinua, pequeños movimientos intermitentes dan lugar a variaciones de detalle de las series en zonas locales de altos fondos con tendencia a la creación de paleoestructuras. Tales «zonas singulares» son patentes en ambos sectores, castellano y vasco, en parte relacionadas directa o indirectamente con los macizos paleozoicos limítrofes o internos hoy, con «configuración alpina» o enmascarada tras la última fase orogénica: macizo del Ebro (Soler, 1970).

Entre los relieves emergidos y los altos fondos internos el dispositivo paleogeográfico muestra una serie de «cubetas» en conexión más o menos generalizada donde se alcanzó la máxima continuidad y potencia de depósitos.

Con estas salvedades las series-tipo de cubeta más representativas serían las siguientes:

Zona Occidental-burgalesa.—(Aguilar de Campoo) (fig. 2).

Zona Occidental-santanderina.—(Ramales de la Victoria) (fig. 3).

Zona Oriental.—Sierra de Aralar (fig. 4).

El esbozo paleogeográfico sencillo es bien conocido. La regresión del mar jurásico es polar en el tiempo retirándose progresivamente hacia el Este:

Los últimos depósitos marinos («burgaleses») son callovienses, en la zona santanderina oxfordienses y tras la gran laguna de afloramientos central, persisten hasta el Malm en la zona oriental.

Aún cuando a la escala cronoestratigráfica de detalle («zonas de ammonites») existen ciertas diferencias, los grupos litológicos dominantes son bastante uniformes hasta el Dogger: Infralías-Lías calizo, Lías margoso y Bajociense-Batonienense calizo, prescindiendo de las series de «alto fondo» locales con lagunas eventuales.

De hecho es general un megarritmo inferior de

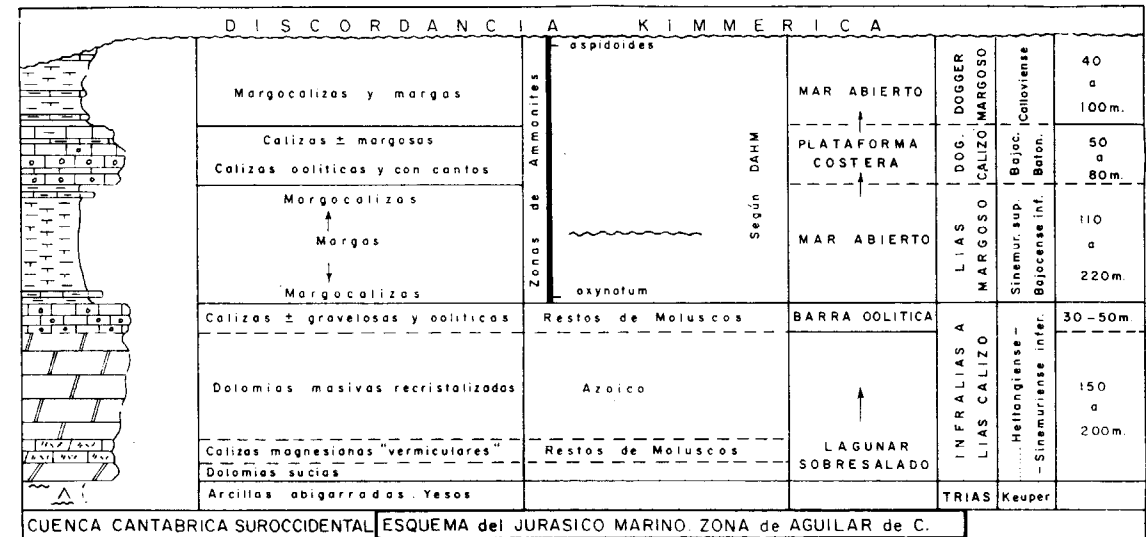


Fig. 2

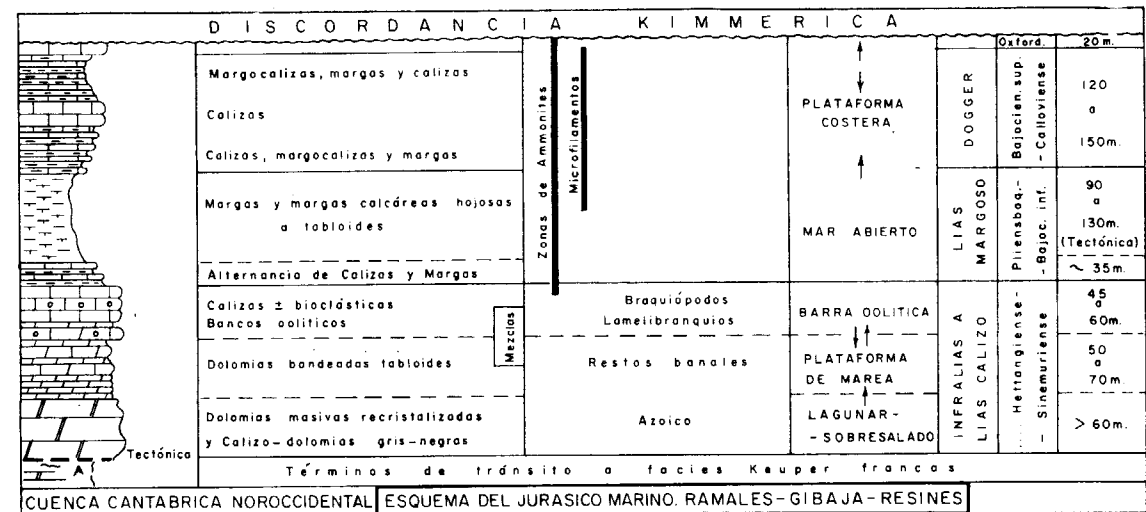


Fig. 3

apertura, clásico de transgresión: Serie de base dolomítica-evaporítica de medio lagunar-sobresalado. Carbonatos bandeados de plataforma de marea, «Barra oolítica» de alta energía (Lías calizo), Margas de mar abierto (Lías margoso). Son facies de la primera transgresión importante del Mesozoico cantábrico tras los depósitos epicontinentales de Keuper. El límite occidental y suroccidental fueron el cratón de la Meseta y los desmantelados relieves paleozoicos de Asturias. Hacia el Este la transgresión invade los dominios ibéricos y está en relación con las series de Francia meridional.

El «Dogger-Calizo» marca la tendencia a la nivelación de las cuencas con nueva aparición de facies carbonatadas de plataforma a veces oolíticas. Margas de mar abierto reaparecen posteriormente con el Calloviense en Burgos-Santander. En el país vasco comienza con el Dogger un megarritmo regresivo en facies calizas cuyo último eslabón son las facies de «barra oolítica» y recifales del Kimmeridgiense («Jurásico nerítico»).

Este inicio regresivo se acompaña de un importante desarrollo de las zonas de «altos fondos» con series reducidas o incompletas, limitando localmente las «zonas de cubeta», menos afectadas.

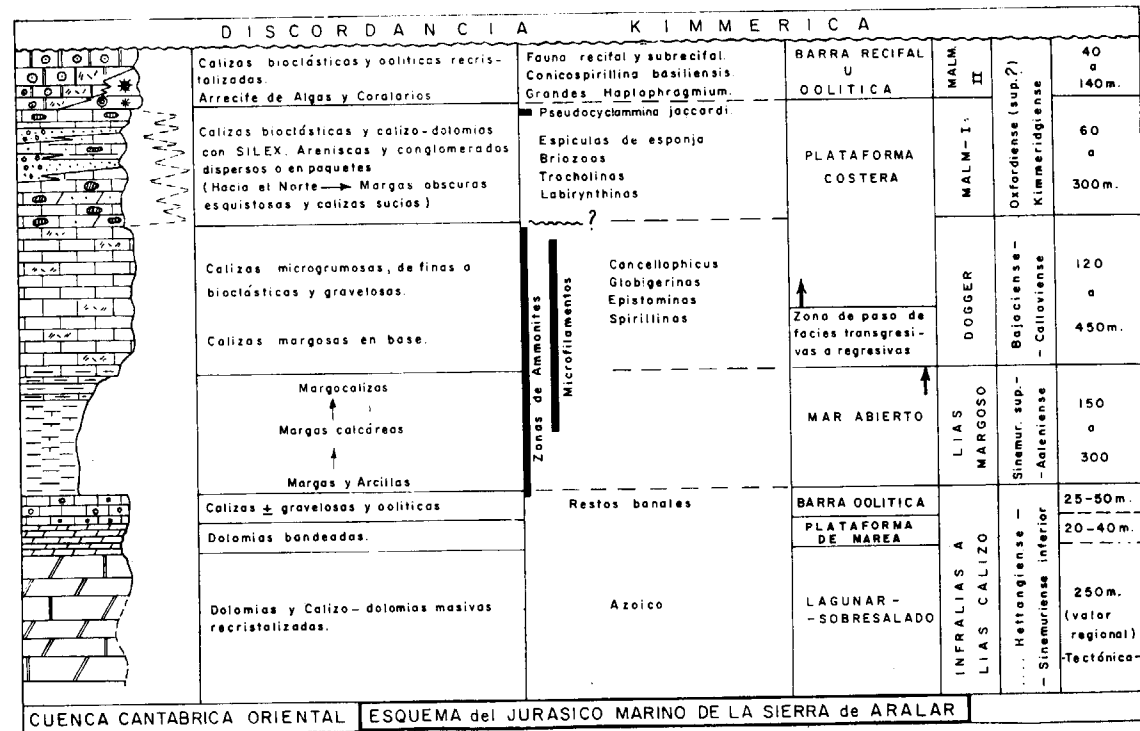


Fig. 4

Una mayor diversificación y compartimentación de los depósitos es bien patente en la zona nor-oriental española y Sur de Francia, donde persisten depósitos de Malm más o menos distintos de unas cubetas a otras, separadas incluso por relieves internos emergidos. Todos estos procesos han tenido una marcada influencia en las estructuras actuales.

Así, en la Cuenca Cantábrica tendremos: Series similares hasta el Dogger: Megarritmo transgresivo común con algunas diferencias cronostratigráficas según los puntos y lagunas eventuales de faunas características y de depósitos.

Series del Dogger-Malm más contrastadas. Bajociense-Batoniense calizo, «regresivo», a veces con hiatos o como «series comprensivas» reducidas. Diferencias notables en el Calloviense: nerítico en el País Vasco, indiferenciable de las facies calizas precedentes y superado por un Malm casi completo; facies más de mar abierto en Burgos-Santander, previas a la emersión que se inicia antes del Malm en el extremo occidental.

LA SERIE DE GUERNICA

Los afloramientos de Ramales son el último eslabón accesible de la zona santanderina. Entre

él y las series vascas orientales sólo los reducidos afloramientos de Guernica y Murelaga, ligados a zonas de tectónica peculiar, permiten el estudio del Jurásico.

La estructura de Guernica es, como la de Ramales, una lámina diapírica de dirección Norte-Sur, ligada a fallas transversales a la estructura de plegamiento del Arco Cantábrico. Los términos de base jurásicos presentan un importante grado de tectonización.

La serie reconocida es la siguiente:

Infralías-Lías calizo

(Más completo en el borde oriental, aunque los valores de potencia son dudosos por carencia de la base estricta y las posibles fracturas de detalle).

Conjunto de dolomías cristalinas blancas sacaroideas evolucionando hacia el techo a dolomías grises criptocristalinas y calizo-dolomías. Masivas con tendencia a estratificación métrica. Potencia original superior a 70 metros.

Dolomías finamente bandeadas («laminitas» de varios milímetros) a veces enmascaradas por recristalización. Potencia del orden de 20 metros.

Calizas gris-oscuras con oolitos ferruginosos dispersos. Potencia del orden de 10 metros.

Estos dos últimos términos carecen en general

de contactos netos, bien por razones primarias: mezcla de ambas facies por acomodaciones de detalle de la transgresión, o secundarias: dolomitización-recristalización conjunta.

Es el típico grupo que caracteriza al Jurásico durante el Hettangiense-Sinemuriense inferior de

Lías margoso

Por sus características mecánicas es el grupo facial más afectado por la tectónica de borde de diapiro (laminaciones).

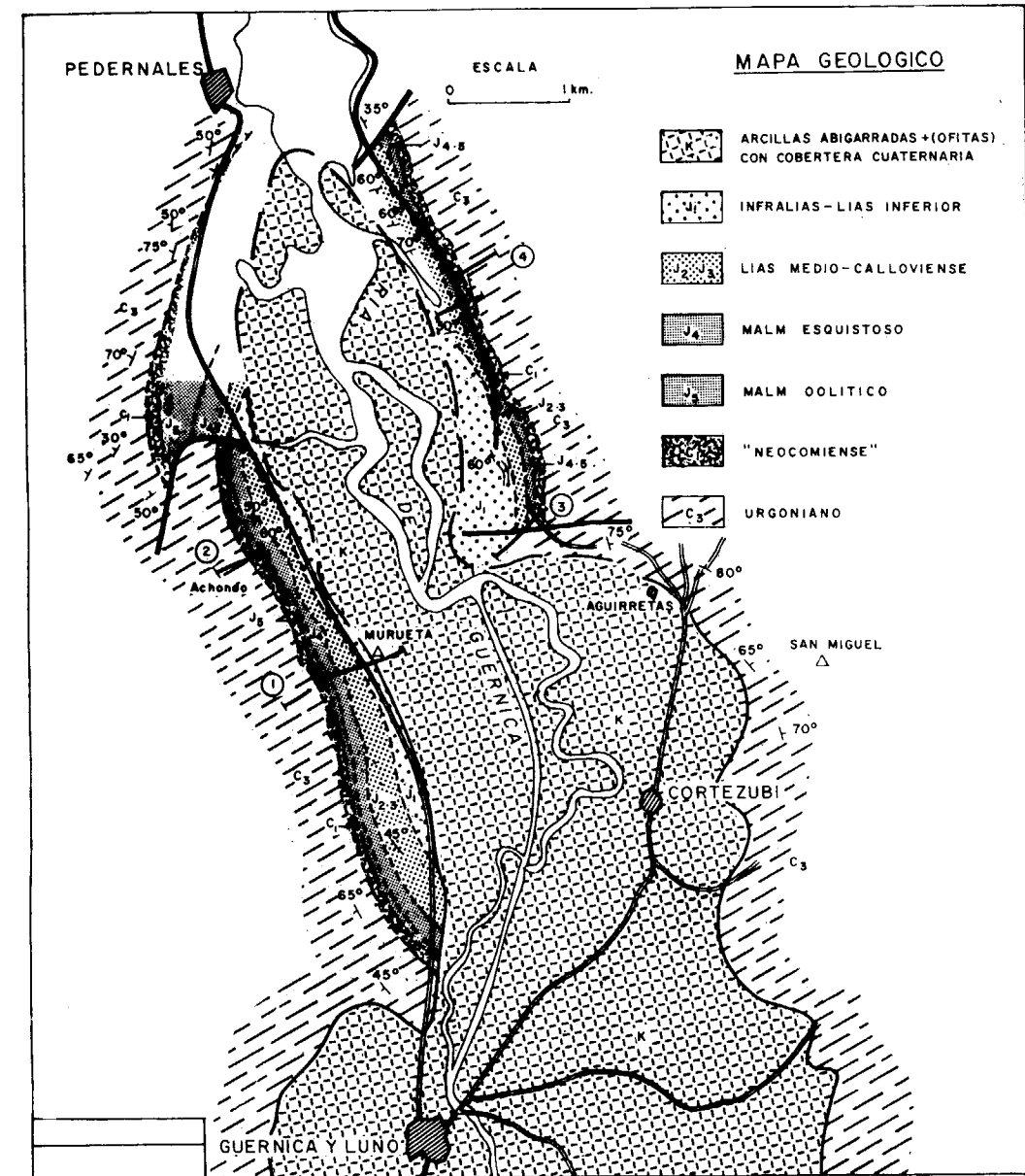


Fig. 5

la serie-guía de Aralar (R. Soler, 1970). Grupo prácticamente azoico con sólo algunas secciones de Lamelibranquios y Gasterópodos al techo.

Margas y margocalizas grises torturadas, «endurecidas», incluso con un comienzo de dolomitización irregular. Potencia original desconocida.

Su equivalente en la Sierra de Aralar cubre el intervalo Sinemuriense superior-Aalenense, este último como «término de tránsito» al «Dogger calizo». En Guernica los ejemplares de Ammonites recogidos en el flanco occidental en los últimos diez metros de serie margosa, próximos además a zonas de pérdidas de la continuidad de la sedimentación, sólo permiten precisar la presencia del Toarciense como último término de la serie accesible:

- Dactylioceras* sp.
- Hildoceras bifrons*. Brug.
- Hildoceras* cf. *sublevisoni*, Fuc. (1).

Los clásicos Microfilamentos caracterizan también esta parte alta.

Dogger calizo

Serie típica de alto fondo constituida por calizas oolíticas y gravelosas con Microfilamentos (oosparitas o packstone-grainstone oolíticas) y separadas por una serie de esporádicos «suelos endurecidos» ferruginosos, centimétricos y microbréichicos («hard grounds»), con fauna de Ammonites, Belemnites y Pectínidos.

Es el equivalente de las clásicas «calizas con Microfilamentos».

De la fauna observada sólo hemos podido reconocer:

- Zigzagiceras* sp.
- Reinekeia*?

La presencia al menos de Batoniense es patente.

En el flanco oriental los retazos accesibles de este grupo comportan algunas alternancias con margocalizas y margas, tal y como están presentes en la parte alta de su equivalente litológico en los afloramientos más orientales de Murelaga.

Potencias globales del orden de 20-30 metros.

Dogger margoso

Serie de 130 metros, margocalcárea y margosa, de aumento progresivo hacia el techo de la fracción margosa sin contrastes marcados:

Calizas mudstone gris-azuladas más o menos margosas hasta margocalizas. Calizas margosas micro-grumosas en alternancias con margocalizas y margas tableadas gris-azuladas. Margas y margocalizas finamente arenosas con tendencia a

escisión en «bolas». La estratificación evoluciona en el mismo sentido desde métrica a centimétrica. Presencia de abundantes nódulos piríticos milimétricos.

La macrofauna está integrada por Pectínidos, Belemnites y Ammonites, de los que se han clasificado:

- Indosphinctes* aff. *hoffati*. Par y Bon.
- Choffatia* gr. *lepta*. Gemm.

El primero en la base de la serie y el segundo en la parte superior. El conjunto debe ser, pues, atribuido al Calloviense.

Los Microfilamentos están presentes hasta la mitad de la serie. Como en Aralar no superan este piso.

Malm I

Conjunto formado por 60 metros de margas arcillosas grises, esquistosas y piríticas, con fracción siltosa y arenosa dispersa. Localmente la serie se carga en nódulos ferruginosos de hasta seis centímetros de diámetro y estructura pisolítica. A techo escasos niveles calizos micáceos y gravelosos.

Es el equivalente del Malm con silex o Malm carbonatado detrítico de Aralar. Esta facies esquistosa «sucía» nos era ya conocida como cambio lateral en otros sectores nororientales del País Vasco: envolvente mesozoica del macizo de Cinco Villas (Tolosa), si bien con un mayor porcentaje de niveles calizos impuros con fauna de plataforma silicificada (Equinodermos, espículas de esponja) y escasos Ammonites mal conservados.

La ausencia de fauna en Guernica salvo restos de Equinodermos escasos en las calizas terminales sólo nos permite extrapolar los datos conocidos más al Este.

Es probable una perturbación de la sedimentación en su base, apoyada en el cambio brusco de las condiciones sedimentológicas: paso rápido de las facies de mar abierto callovienses a esta facies «regresiva» con influencia de material alóctono en un medio semiconfinado. Recordemos en este sentido la «laguna» del Oxfordiense inferior bastante general en ambas vertientes pirenaicas próximas. La serie podría ser así atribuida provisionalmente al Oxfordiense (superior al menos) Kimmeridgiense inferior, por extensión de la cronología vecina.

Malm II

Clásicas facies del Kimmeridgiense vasco, algo más impura, de calizas grises oolíticas (packsto-

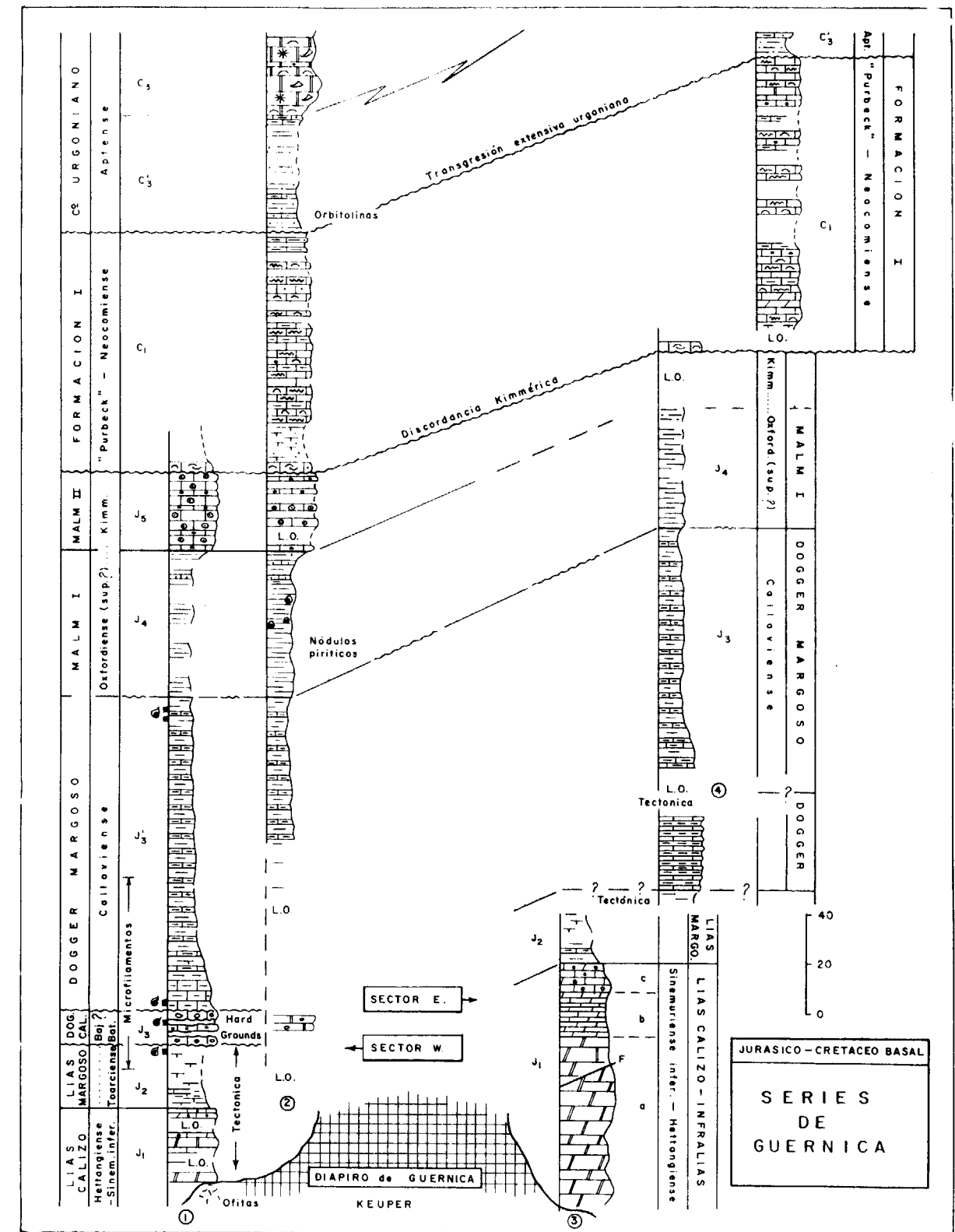


Fig. 6

(1) Clasificación F.L.P. R. E.

ne) de estratificación tabloide irregular y cierto porcentaje de silts y mica. Fauna de plataforma: Crinoides silicificados, restos de Espongiarios, Algas (Solenoporáceas y Dasycladáceas) y como Foraminíferos escasas *Labyrinthina*. Potencia del orden de 30 metros residuales bajo la discordancia kimmérica.

Paleogeografía

La serie jurásica comienza con sus facies ya citadas de transgresión hasta el Lías margoso. La observación de este último es incompleta y a pesar de su fuerte tectonización parece reducido en comparación con sus potencias habituales. No está, pues, excluido un comienzo en la creación de un alto fondo con «barrido» o no deposición de algunos términos liásicos al igual que en otras «series reducidas de paleoestructuras». Sus últimos términos pertenecen a la zona de *bifrons* toarciense.

Durante el Aalenense-Batoniense un alto fondo se instala con claridad en la región con sus depósitos discontinuos, típicos de medios agitados, con lagunas, series comprensivas y desarrollo de «hard grounds». Un estudio detallado podría datar con exactitud cada elemento de depósito. La serie es algo más completa en el flanco Este y en los afloramientos de Murelaga, en zonas más protegidas de los barridos por corrientes.

Con el Calloviense vuelven las facies de mar abierto. Este grupo es similar a sus equivalentes de Burgos-Santander y distinto de las facies neríticas orientales próximas. En Murelaga persisten aún, de manera que el cambio de facies (flexura o umbral abrupto o no) se sitúa entre esta zona y la aureola marginal extrema (Tolosa, Leiza, Aralar). Las facies margosas callovienses invaden, pues, la mayor parte de la Cuenca Cantábrica. Podríamos así distinguir entre el «Calloviense cantábrico» de su equivalente cronológico nerítico «pirenaico».

Tras el Calloviense comienza la regresión generalizada en la parte occidental de la Cuenca donde no hay nuevos depósitos hasta el «Purbeckiense». Hacia Guernica persiste el Malm marino dada su posición. Su carácter es netamente regresivo con la posible laguna de base de parte del Oxfordiense. Las facies de medio semiconfinado, reductor, con netas influencias de los relieves marginales, acaban finalmente en el Kimmeridgiense con el último eslabón regresivo: la «barra oolítica» del Malm II, en posición lateral con las zonas de construcciones recifales o «barras oolíticas» limpias del sector oriental próximo (Aralar). Esta serie nerítica es clásica del extremo oriental cantábrico.

Señalaremos, además, que la totalidad del Malm I puede faltar en el extremo Norte de la estructura de Murelaga. A pesar de la violenta tectónica tiende a confirmar el «hiato oxfordiense».

La emersión kimmérica fruto de movimientos epigénicos de gran radio finaliza el ciclo.

En conclusión, la serie de Guernica, uno de los escasos eslabones de unión entre extremos cantábricos, permite precisar algunos puntos interesantes.

Series de Lías-Dogger inferior con las características nororientales españolas, con particularidades propias de un alto fondo.

Persistencia de las facies margosas callovienses en gran parte de la Cuenca Cantábrica, con neta penetración hacia el Este. Sólo el extremo más oriental presenta condiciones de plataforma continua desde el comienzo del Dogger.

Malm de «tipo vasco». Sus características faciales y potencias más reducidas son indicativas de su mayor proximidad a los neorrelieves occidentales.

Los posteriores depósitos «purbeckiense-neocomienses» fosilizarán la serie de biseles residuales de jurásico marino, no directamente accesibles entre Guernica y Ramales, desde el Calloviense hasta el Kimmeridgiense.

EL PURBECKIENSE-NECOMIENSE

Entre el Kimmeridgiense de Guernica y las facies «urgonianas» aptenses, tras la emersión y moderada erosión kimmérica sin existencia de discordancia angular marcada, unas conocidas facies cantábricas septentrionales forman la columna estratigráfica:

De 90 a 120 metros de calizas oscuras y fétidas más o menos margosas, con frecuencia lumaquéllicas de Sérpulas, pequeñas Ostras y Gasterópodos. Algunos niveles gravelosos y dolomíticos. Pasadas y paquetes de margas oscuras esquistosas, a veces arenosas, sobre todo hacia la base. La microfauna la integran Ostrácodos, Glomospiras y escasas Choffatellas.

En la Cuenca Cantábrica entre los depósitos marinos jurásicos y del Cretáceo (Aptense a Cenomaniense según los puntos), existe una serie de depósitos continentales, laguno-lacustres o con influencias marinas costeras más o menos acentuadas en la mitad Norte. Son series con hiatos y discordancias internas, de cronología difícil y conocidas bajo una terminología de facies: «Purbeckiense», «Wealdense»..., no siempre adecuada.

Un esquema sencillo de los afloramientos conocidos es el siguiente (figura 7):

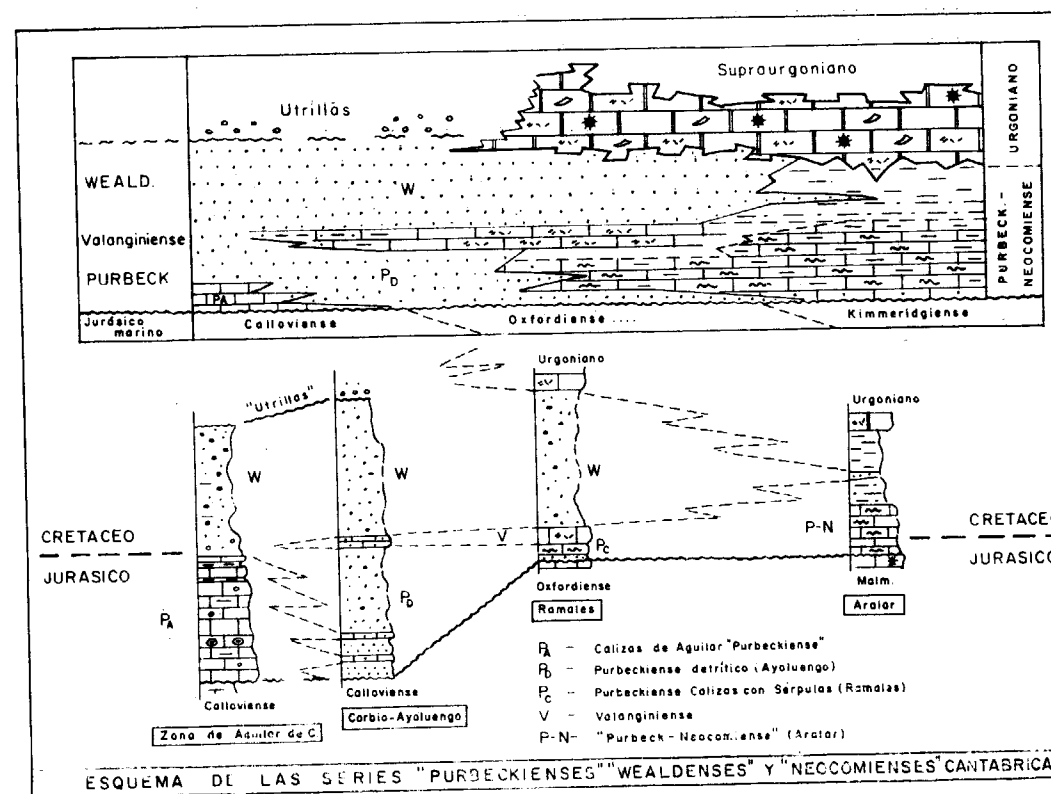


Fig. 7

Sector de Aguilar de Campoo

Calizas lacustres, pisoálticas a veces, con Characeas y Ostrácodos. Conocidas como «Purbeckienses» con tendencia al sentido «jurásico» del término.

Serie detrítica de areniscas y arcillas rojas. Conocidas como «wealdenses».

Sector Sur de Ayoluengo (Corbio-Grijera)

Pérdida lateral de las calizas lacustres.

Aparición de una esporádica intercalación marina «valanginiense», que divide la serie detrítica en dos grupos, por lo que algunos autores diferencian el grupo inferior «purbeckiense» del superior «wealdense».

En ambos sectores las facies de Utrillós (Aptense-Cenomaniense inferior) completan la serie continental-lagunar. Una discordancia a veces muy patente las separa a pesar de su similitud facial. No hay depósitos marinos hasta el Cenomaniense medio.

Sector de Ramales

Calizas con Sérpulas e Iberinas, similares facialmente a la serie de Guernica. «Purbeckienses». Calizas marinas costeras de medio agitado. Valanginiense.

«Wealdense» detrítico clásico bajo el Urgoniano marino (Aptense). Cubriría ya solamente el Barremiense.

Sector Oriental. Serie guía de Aralar

Calizas con Sérpulas idénticas facialmente a las de Guernica, a veces precedidas de una serie lacustre calcáreo-detrítica.

Facies detríticas «wealdenses» acuñándose hacia el Este.

Facies argilo-detrítico-calcáreas variadas. Mezcla de influencias continentales y marinas muy someras.

Esquistos marinos que llegan a cubrir el Hauteriviense superior-Aptense inferior. Erizos y Ammonites.

Así, pues, la serie de Guernica es comparable a las facies «purbeckienses» de Ramales y a las «Calizas con Sérpulas» de Aralar en cuyo seno se realiza el tránsito Jurásico-Cretáceo. Ninguna mayor precisión podemos añadir, salvo indicar el frecuente diacronismo de series faciales idénticas aunque siempre dentro del elástico límite «Purbeckiense».

Las «Calizas de Sérpulas» son en la práctica la única formación casi generalizada en la Cuenca Cantábrica nororiental, en muchos puntos como única formación de este período.

Todas estas facies cantábricas suelen ser ricas en Ostrácodos. Necesitamos para una mayor precisión en las correlaciones una escala faunística regional. En este sentido diversos trabajos comienzan ya a mostrar resultados alentadores. (Kneuper-Haack, 1966; Ramírez del Pozo, 1969).

La «discordancia kimmérica» es, pues, intrajurásica aún. Posiblemente todo el conjunto de depósitos es más antiguo dentro del Jurásico en facies no marinas en la mitad occidental, según puede deducirse del esquema paleogeográfico general.

En la mitad Norte de la Cuenca los depósitos marinos urgonianos fosilizan el dispositivo. Su avance durante el Aptense-Albense se realiza extensivamente hacia Suroeste-Sureste, sobre los bordes emergidos según un dispositivo en abanico entre ambos extremos. Algunos altos fondos internos a modo de islotes sólo fueron cubiertos bien avanzada la transgresión.

En Guernica un conjunto de margas negras esquistosas y piríticas con niveles calcáreo-margosos sucios con Orbitolinas precede a las clásicas calizas urgonianas masivas.

LA ESTRUCTURA DE GUERNICA

Las antiguas zonas con series reducidas tienen un marcado efecto en la estructura actual. Constituyen zonas de debilidad tectónica. Diversos altos fondos han dado lugar a zonas de estructura en escamas de cabalgamiento violentos (Cabalgamientos de Lieza y Lecumberri, p. e.). Otras como Guernica han sido propicias al desarrollo de fracturas con inyección diapírica. De ahí que los escasos retazos hoy accesibles del Jurásico-Cretáceo basal de la zona central sean series reducidas en parte, en zonas de complejidad tectónica.

BIBLIOGRAFÍA

- CIRY, R. (1939). *Etude d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*. «Bull. Soc. Hist. Nat.», tomo 74, Toulouse.
- DAHM, H. (1906). *Der Jura und Wealden in Nordost Spanien*. «Beih. geol. Jhrb.», vol. 44, págs. 13-54, Hannover.
- DUBAR, G.; MOUTERDE, R., y LLOPIS, N.: *Première récolte d'une Ammonite de l'Hettangien inférieur dans les calcaires dolomitiques de la région d'Avilés (Asturias)*. «C. R. Ac. Sc.», t. 257, págs. 2.306-2.308, Paris.
- ENPENA: Abundante documentación interna sobre la Cuenca Cantábrica.
- (1964). *Estudio geológico de la región de Deva* «Notas y Com. I. G. M. España», núm. 76, págs. 237-244, Madrid.
- KNEUPER-HAACK, F. (1966). *Ostracoden aus dem Wealden der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten)*. «Beih. geol. Jhrb.», vol. 44, págs. 165-209 Hannover.
- LAMARE, P. (1936). *Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne*. «Mém. Soc. Géol. France», nouv. sér. t. 12, núm. 27, Paris.
- RAMÍREZ DEL POZO, J. (1968). *Síntesis estratigráfica y micro-palcontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España*. Ediciones CEPESA, S. A., Madrid.
- RAT, P. (1959). *Les Pays crétacés basco-cantabriques*. «Publ. Univ. Dijon», t. 18, Dijon.
- (1962). *Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la région de Santander (Espagne)*. «Bull. Soc. Géol. France», 7.º sér. t. IV, núm. 1, págs. 3-12.
- RÍOS, J. M. (1954). *Bosquejo geológico de parte del país vasco cantábrico (De Laredo a Durango, Vitoria y la Barranca)*. «Pirineos», núm. 31-32.
- RÍOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1944-1946). *Datos para el reconocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo navarro*. «Notas y Com. I. G. M. España», núm. 13 (1944), págs. 141-164; núm. 14 (1945), págs. 139-198; número 16 (1946), págs. 57-119. Madrid.
- SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE (1967). *Des Pyrénées aux Asturies. Réunion extraordinaire*. «Compte rendu somm. des seances de la Soc. géol. France», fasc. 9 (1967). Paris.
- SOLER, R. (1971). *Estudio geológico de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica Oriental)*, «Boletín Geol. y Min.», tomo LXXXII, 5.º fasc., págs. 6-28, Madrid.
- (1971). *El Jurásico Marino de la Sierra de Aralar. Los problemas postkimméricos*. In I Coloquio del Jurásico de España. «Cuadernos de Geol. Ibérica», nm. 2, Madrid.

Recibido: 15 de diciembre de 1971.

Consideraciones sobre las unidades estructurales características del Norte de España

por J. A. MARTINEZ ALVAREZ (*)

RESUMEN

Se definen las características estructurales del Norte de España y se propone la utilidad de diferenciar tres unidades geoestructurales, que resultan evidentes: *Rodilla Astúrica*, *Cordillera Cantábrica*, *Pirineos*. Se propone un documento de trabajo (fig. 1), en el que se relacionan estos elementos estructurales geológicos con el resto de los más característicos de la Península Ibérica, teniendo en cuenta las adquisiciones más recientes de la geotectónica continental y oceánica.

ANTECEDENTES

Desde uno a otro confín de la zona Norte de España se extienden una serie de relieves característicos. El primer grupo de éstos, en la región occidental, actúa como elemento de separación entre la costa Cantábrica y la Meseta. El otro, más oriental, separa —muy característicamente— zonas continentales hispanas y francesas.

Las características y relaciones «geotectónicas» de estos relieves septentrionales de la Península son, todavía, objeto de investigación y discusión. Un resumen, de grandes rasgos, sobre esta problemática nos lleva a distinguir las siguientes etapas características en la definición de índole estructural de ésta trascendente región.

1. ETAPA ANTIGUA

Durante ésta se diferencian las unidades denominadas «Pirineos» y «Rodilla Astúrica», ambas situadas en una y otra extremidad de la alineación que forma la zona Norte de España. Sobre la región de relación entre ambas unidades bien características se plantea una polémica de difícil solución. Se habla (a) de la *zona cantábrica* como unidad particular o se especula (b) en torno a los que dan en llamar *Pirineos cantábricos*.

(*) Laboratorio de Geología. Escuela de Minas. Independencia núm. 9. Oviedo. Trabajo beneficiado por el fondo de «Ayuda a la Investigación».

2. ETAPA MODERNA

No obstante las investigaciones realizadas, las dificultades para diferenciar característicamente ambas unidades prosigue. Los estudios realizados por algunos grupos de extranjeros introducen un nuevo confusiónismo. Estos trabajos se concretan a la extremidad oriental de los materiales aflorantes de la Rodilla Astúrica. Para referirse a los mismos empiezan a manejar, en demasía, el vocablo geográfico con el que —*sintéticamente*— se denominan estos relieves; es éste el de «Cordillera Cantábrica». Últimamente las investigaciones de la plataforma continental cantábrica añaden nuevos valores a considerar en la definición y discusión de la continuación y relación occidental de los Pirineos. Asistimos, en esta etapa reciente, a una generalización del vocablo «Cordillera Cantábrica», en el que se confunde el más antiguo de Rodilla Astúrica y al replanteamiento —sin solución— del viejo problema de concretar la extensión de los Pirineos geológicos; más precisamente geotectónicos.

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES O GEOESTRUCTURALES DEL NORTE DE ESPAÑA

En los últimos tiempos se realizó una apreciable labor de investigación estructural en toda la zona Norte de España. Particularmente interesantes resultan los estudios efectuados en el Noroeste y

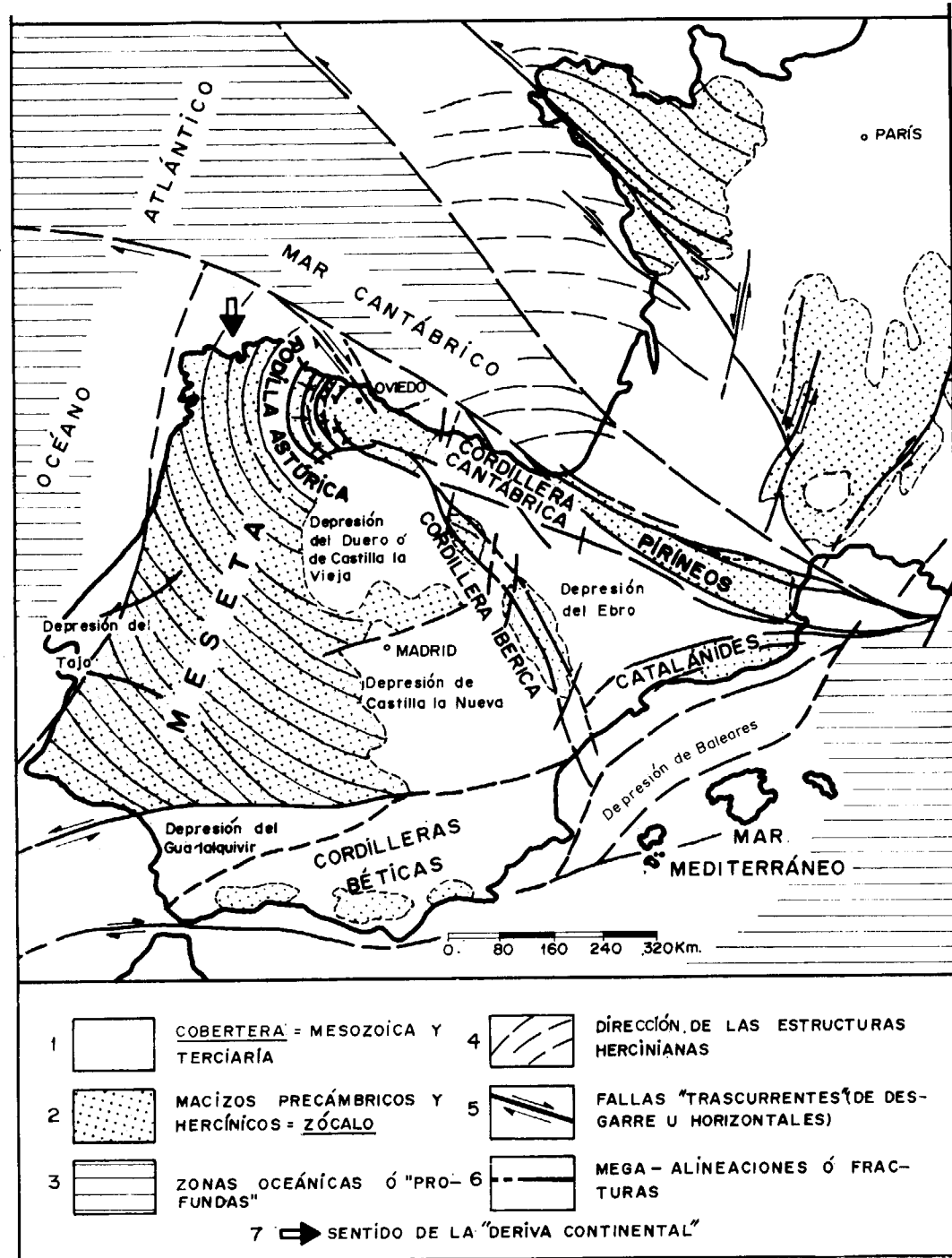


Figura 1.—Unidades estructurales características de la Península Ibérica y sus relaciones con las del norte de España. Characteristic structural units of the Iberian Peninsula and their relations with those of the North of Spain. 1) Mesozoic and Tertiary materials; 2) Hercynian and precambrian materials; 3) Oceanic or deep areas; 4) Direction of the Hercynian structures; 5) Transcurrent faults; 6) Mega-alignments or fractures; 7) Direction of the continental drive.

zona del país vasco. De estos trabajos se desprenden una serie de hechos que conviene resaltar:

a) Definición, notablemente precisa, del carácter estructural de los depósitos antiguos y paleozoicos del Noroeste peninsular. La disposición arqueada de las estructuras queda bien matizada; también su continuación en la plataforma continental del extremo cántabro-atlántico y bajo la depresión del Duero, así como su fracturación bien patente (1), (3), (4).

b) Precisiones muy interesantes sobre las estructuras del sector comprendido entre el oriente de Asturias y San Sebastián, en su zona continental y de la plataforma submarina. Los depósitos mesozoicos y terciarios queda claro que se extienden hasta el talud submarino; también que fosilizan la extremidad oriental de la unidad arqueada paleozoica, tanto en la zona continental como en la correspondiente submarina relacionable con la costa (2), (3), (7).

c) Especulaciones o hipótesis substanciales sobre la presencia de fenómenos y accidentes geotectónicos fundamentales, que debieron intervenir en la configuración de esta región. Está claramente constatado que ciertas fracturas continentales se traducen en la zona submarina. Así mismo como grupos de otras parecen formar lineaciones que adoptan trazados sumamente sugestivos en posibilidades, para el planteamiento de hipótesis geotectónicas transcendentales sobre toda la región del Norte de España y del golfo de Vizcaya (5), (6).

De todo lo expuesto podemos deducir que: 1) Es necesario dar énfasis a la innegable singularidad geoestructural de las estructuras arqueadas del noroeste peninsular. La antigua Rodilla Asturica es un elemento estructural de primera importancia. Queda encuadrado por la línea costera, la depresión del Duero y los depósitos mesozoicos y terciarios que la fosilizan, hacia oriente, en el límite de las provincias de Asturias y Santander. Tiene su continuidad discreta en la plataforma costera. 2) La denominación de Cordillera Cantábrica es preferible reservar para la organización estructural que sirve de puente entre la Rodilla Asturica y los Pirineos occidentales bien característicos.

Si las hipótesis geoestructurales que manejamos se continúan comprobando, no resulta difícil distinguir cómo la personalidad estructural de esta región es bien diferente.

Consideramos bien diferenciadas, estructuralmente, en el Norte de España, las unidades Rodilla Asturica y Cordillera Cantábrica, que con la conocida de los Pirineos, constituyen los tres conjuntos «geoestructurales» de la zona más septentrional de la Península Ibérica. Pensamos que con-

tribuirá al buen entendimiento geológico universal, la utilización de esta nomenclatura de índole geoestructural, mientras proseguiamos los estudios que nos puedan llevar —quizá— a denominaciones más precisas de tipo geotectónico o paleogeotectónico.

RELACIONES CON LOS RESTANTES CONJUNTOS ESTRUCTURALES DE LA PENÍNSULA

En el esquema adjunto (fig. 1) planteamos una hipótesis de trabajo en la que sintetizamos la relación de los conjuntos estructurales característicos de España, con los que acabamos de precisar para su zona septentrional. En el mismo tratamos de compaginar, en una concepción original, que ya habíamos adelantado en otros trabajos (7), (6), (5), las adquisiciones más recientes de la geotectónica continental y oceánica directamente relacionadas con nuestro subsuelo peninsular.

BIBLIOGRAFÍA

(1) MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A.: Aportación al conocimiento estructural de la «Rodilla Asturica» (España). «Not. Com. Inst. Geol. Min. Esp.», núm. 76, págs. 221-236 (Madrid, 1964).
 (2) — — Rasgos geológicos de la zona oriental de Asturias. Publicaciones del «Instituto de Estudios Asturianos», 132 págs., 5 cuadros, 8 figs., 11 lámrs., 1 esquema geológico en colores, escala 1:100.000 (Oviedo, 1965).
 (3) MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A., y TORRES ALONSO, M.: Mapa geológico del noroeste de España (Asturias, Galicia, León y Zamora), a escala 1:500.000. «Doc. Invest. Geol. Geot.», núm. 2. En colores (10 tintas) Formato de 70 x 90 (Oviedo, 1966).
 (4) — — Características estructurales de la zona centro-oriental de la Rodilla Asturica (Cordillera Cantábrica-Noroeste de España). «Doc. Invest. Geol. Geot.», núm. 5, pág. 6 (Oviedo, 1968).
 (5) MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A.: Consideraciones respecto a la zona de fractura («Falla Cantábrica»), que se desarrolla desde Avilés (Asturias) hasta Cervera del Pisuerga (Palencia). «Act. Geol. Hisp.», t. III, núm. 5, páginas 142-144 (Oviedo, 1968).
 (6) — — Consideraciones sobre el trazado de los hercínides en la zona septentrional de la Península Ibérica. «Act. Geol. Hisp.», t. V, núm. 2, págs. 36-37 (Oviedo, 1970).
 (7) — — The Cantabric range. Guide Book of the 1971 International Field Institute in Spain, págs. 25-34 (1971)

Oviedo, marzo de 1972.

Recibido el 5 de febrero de 1972.

Síntesis Paleogeográfica y Estratigráfica del Paleoceno del Norte de Navarra. Paso al Eoceno

por L. LEON GONZALEZ (*)

RESUMEN

En este trabajo se recogen, brevemente, algunas de las observaciones estratigráficas realizadas sobre terrenos de edad Paleoceno y Eoceno inferior del Norte de Navarra.

Se describe una serie tipo con datos litológicos y micropaleontológicos y apoyándose en otras veinte columnas estratigráficas correlacionadas, se estudian las características y evolución de la cuenca. Esto queda resumido en dos gráficos, que indican las distintas áreas y formas de depósito.

Se han podido precisar, también, las distintas épocas de transgresión-regresión, la edad de las dolomías de la base del Paleoceno y la implantación de la sedimentación turbidítica en el tiempo y en el espacio.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se pretende sintetizar algunas de las primeras observaciones que sobre los terrenos del Paleoceno y Eoceno Inferior se han venido realizando a lo largo de dos años de investigación geológica general en la provincia de Navarra (Investigación Geológica de Navarra. Diputación Foral de Navarra), principalmente dirigida hacia la confección de una cartografía 1:25.000.

Nuestra aportación se basa esencialmente en el estudio y correlación de 21 columnas estratigráficas detalladas; en muchos casos se trata de secciones parciales de series más amplias.

Geográficamente corresponden a un ámbito (figura 1), que se sitúa aproximadamente al Norte del paralelo de Noain (localidad situada 10 km. al Sur de Pamplona). Cuando se realicen perfiles en los afloramientos de las sierras de Navascués y Leyre y Norte de Aoiz, se podrá hacer una revisión del trabajo.

Las dataciones micropaleontológicas y estratigráficas han sido llevadas a cabo por el Dr. Ramírez del Pozo, del laboratorio de Estratigrafía de CIEPSA, sin cuya colaboración no hubiera podido realizarse este trabajo. Le quedamos muy agradecidos.

(*) Investigación Geológica de Navarra, Diputación Foral de Navarra (Pamplona).

Gran parte de las columnas han sido levantadas en el campo en colaboración con otros geólogos de la Investigación Geológica de Navarra, cuya participación también agradecemos y queda recogida nominalmente al final del trabajo.

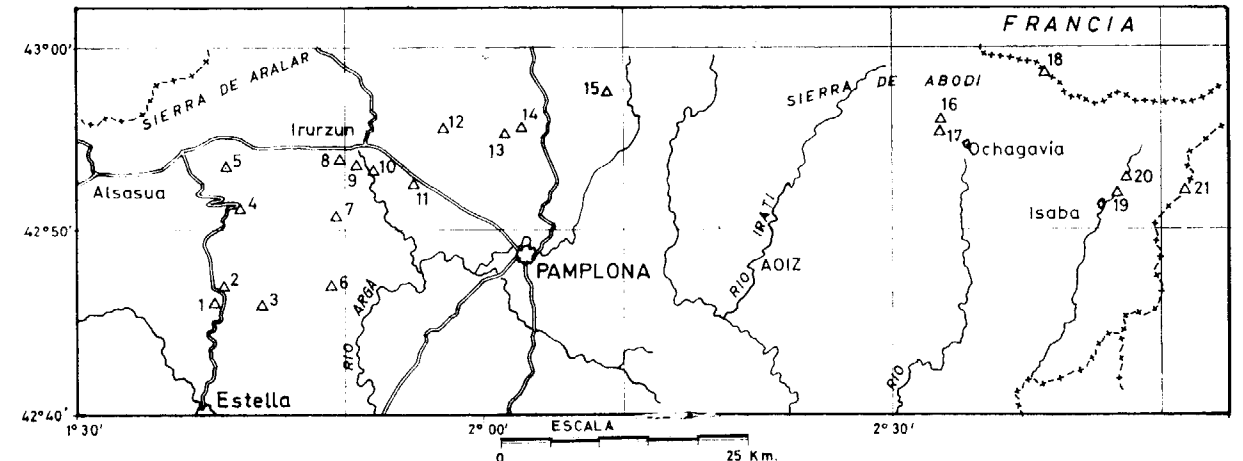
2. TRABAJOS ANTERIORES

Los primeros trabajos sintéticos recientes son los realizados por Mangin (1959), que estudia los mismos tramos que nosotros incluyéndolos todos dentro del Eoceno Inferior. Dada la diferencia de escalas de trabajo, así como de criterios estratigráficos, resulta muy difícil hacer cualquier comparación sobre los resultados, por lo que expresamente renunciamos a ella.

Posteriormente Kind (1967) estudia un área al Oeste del meridiano de Irurzun, muy detalladamente, y a pesar de que también se observa cierto desplazamiento de escalas estratigráficas, se puede establecer una continuidad con la que estudiamos nosotros. Souquet (1967) al trabajar sobre el Cretácico hace breves referencias al Paleoceno de la zona pirenaica.

3. CRITERIOS ESTRATIGRAFICOS

Para la división en pisos del Paleoceno y Eoceno se han seguido los criterios de Hottinger y Schaub. No se ha incluido el Ilerdense dentro del Eoceno, piso al parecer bastante mal definible en



MAPA INDICE DE LAS SECCIONES ESTRATIGRAFICAS

Navarra, y así el Paleoceno queda dividido en inferior y superior, comprendiendo el primero Danense y Monticense, generalmente calizos y/o dolomíticos, y el segundo a Thanetiense e Ilerdense, más margosos o fílschoides.

4. LA SERIE TIPO (fig. 1)

Se trata de la serie representada en el corte de Beorburu (columna 12), que corresponde a una zona central, dentro de ella al área septentrional,

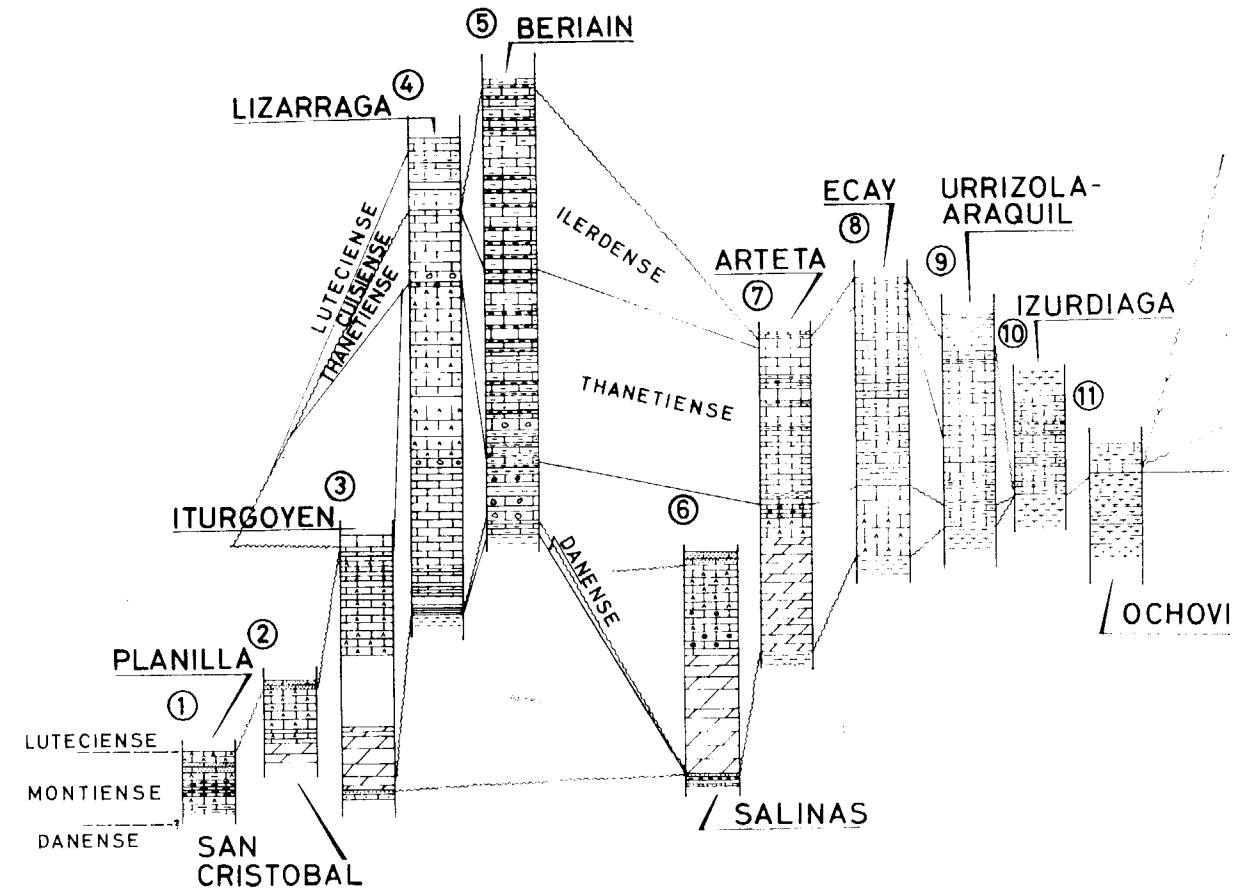


Fig. 1 a.

PLANO DE CORRELACION
DE LAS FACIES PALEOCENAS DEL NORTE DE NAVARRA

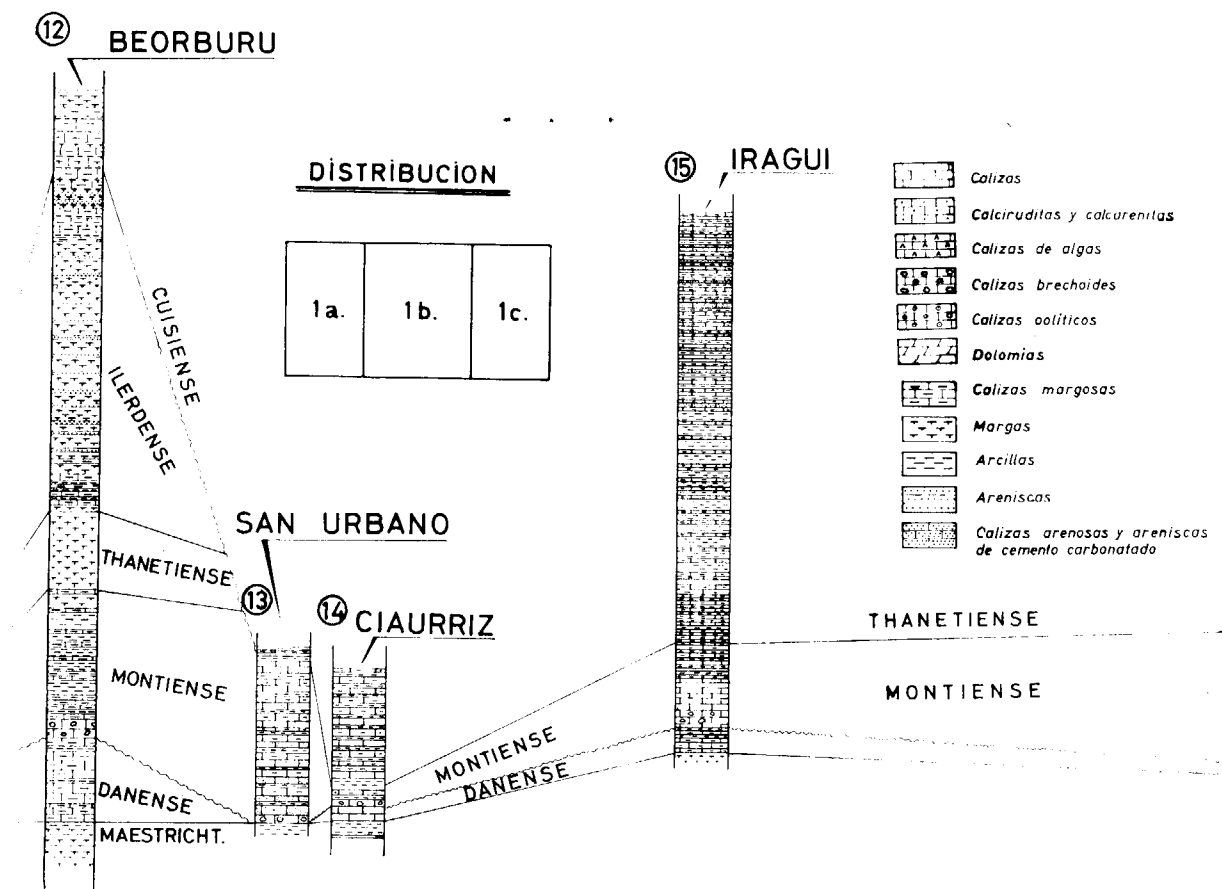


Fig. 1 b.

y que más tarde veremos que se identifica en la cuenca con el área de mayores profundidades.

4.1. Danense

Está formado por unos 70 metros de calizas litográficas, arcillosas, de colores beige, estratificadas en bancos de 0,5 a 1 m. Algunas intercalaciones arcillosas finas.

Paleontológicamente se caracteriza por la presencia de: *Globigerina cf. triloculinoides*, *Globigerinoides cf. daubjergensis*, *Globorotalia cf. pseudobulloidis* y *G. cf. compressa*.

4.2. Montienense

Unos 100 metros de espesor.

En la base se sitúan niveles de brechas intrafor-

macionales, de una potencia de 8-10 m. En realidad estas brechas son unas calizas de grano fino, de matriz micrítica y en las que se observan a modo de grandes intraclastos de la misma naturaleza que la matriz y con la misma microfauna englobada.

Por encima y hasta completar el resto de la serie alternan calizas arcillosas, de grano fino, finamente estratificadas, con niveles de arcillas y margas grises y verdosas.

Este Montienense viene caracterizado aquí por el conjunto de la siguiente fauna: *Cuvillierina vallensis*, *Globigerina triloculinoides*, *G. spiralis*, *Globorotalia compressa*, *G. pseudobulloidis*, *G. trinidadensis*, *G. uncinata*, *Gyroidina cf. gyrardana* y *Planorbulina antigua*.

Se encuentran también: Briozoos, Valvulinidos, Miliólidos (*Quinqueloculina*) y algas (*Lithothamnium*, *Distichoplax*).

4.3. Thanetiense

Tiene una potencia de unos 55 metros y está formado exclusivamente por una monótona sucesión de margas y arcillas, carente totalmente de tramos duros. Este conjunto, que comienza siendo muy arcilloso, aumenta sustancialmente el contenido en carbonato hacia la parte alta.

tuidas, muy rápidamente, por bancos de calizas arcillosas de grano muy fino. El comienzo del Cuisiense (zona de *Globorotalia rex*) coincide con una pérdida casi total de la sedimentación de elementos detríticos.

La fauna de este tramo Ilerdense es la siguiente: *Alabamina*, *Ammodiscus*, *Anomalina*, cf. *grosserrugosa*, *Cibicides cf. alleni*, *Dorothia*, *Discocyclina seunesi*, *Globigerina triangularis*, *G. cf.*

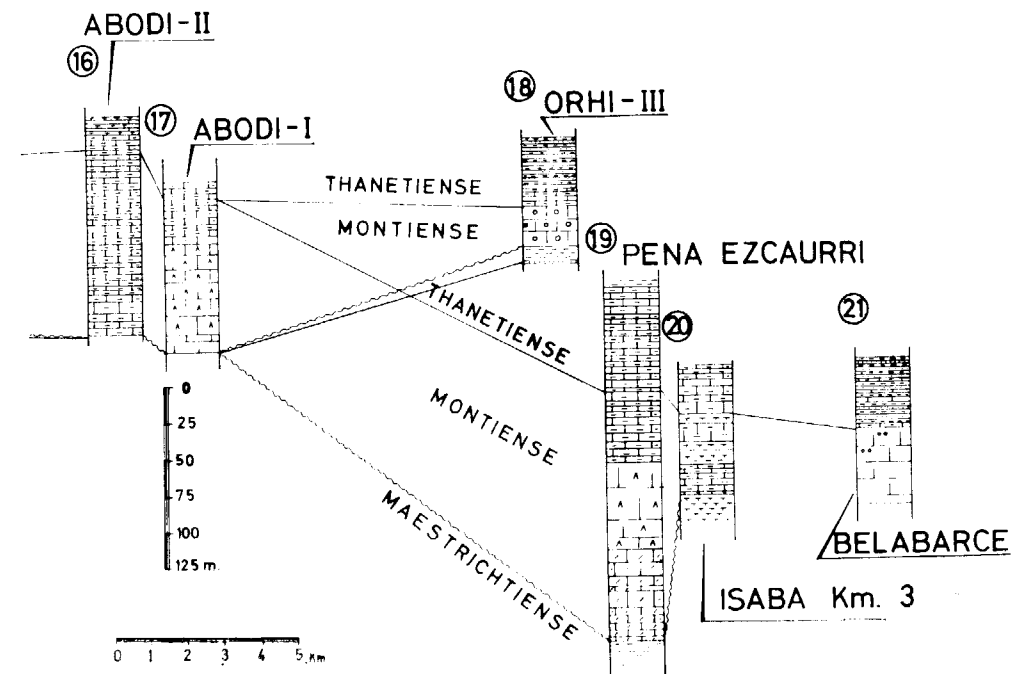


Fig. 1 c.

Se han encontrado, entre otros, los siguientes microfósiles: *Globigerina triangularis*, *G. triloculinoides*, *Globorotalia angulata*, *G. angulata abundocamerata*, *G. cf. chrembergi*, *G. compressa*, *G. pusilla pusilla*, *Haplophragmoides*, *Lenticulina*, *Clavulinoides*, *Alabamina* y *Bolivinosopsis carabbeana*.

4.4. Ilerdense

Espesor total de 230 metros aproximadamente.

En los primeros 25 metros alternan bancos gruesos de calcarenitas y calciruditas que hacia la base pasan a calizas arcillosas, con algunas pasadas de margas. Por encima existe una serie flysch formada por: niveles de arenisca de 0,10-0,20 metros, niveles de margas verdosas de 0,5 metros y esporádicos niveles calcáreos de muy pequeño espesor.

En los últimos 40 metros las areniscas son susti-

soldadoensis, *G. linaperta*, *G. primitiva*, *G. velascoensis*, *Globorotalia aqua*, *G. elongata*, *G. mackannai*, *G. oclusa*, *G. pusilla laevigata*, *G. pseudomenordii*, *G. tortiva*, *G. velascoensis*, *Globulina cf. gibba*, *Glomospira*, *Gyroidina guayabalensis*, *Haplophragmoides*, *Lenticulina*, *Litroporella melobesioides*, *Lithothamnium*, *Nonion*, *perculina cf. canalifera*, *ssangularia*, *PolipeiTyjros*, algas y Briozoos.

5. EVOLUCIÓN DE LA CUENCA (figs. 2 y 3)

5.1. El Tránsito Secundario-Terciario

Al final del Maestrichtienense, en la zona más meridional, hay una sedimentación fundamentalmente detrítica (areniscas de cemento carbonatado, margas arenosas rojizas, etc.), como puede verse en las columnas 3, 6 y 7. Esta misma facies es posible encontrarla unos pocos kilómetros al Norte de Aoiz, en la sierra de Illón y en la de Alaiz.

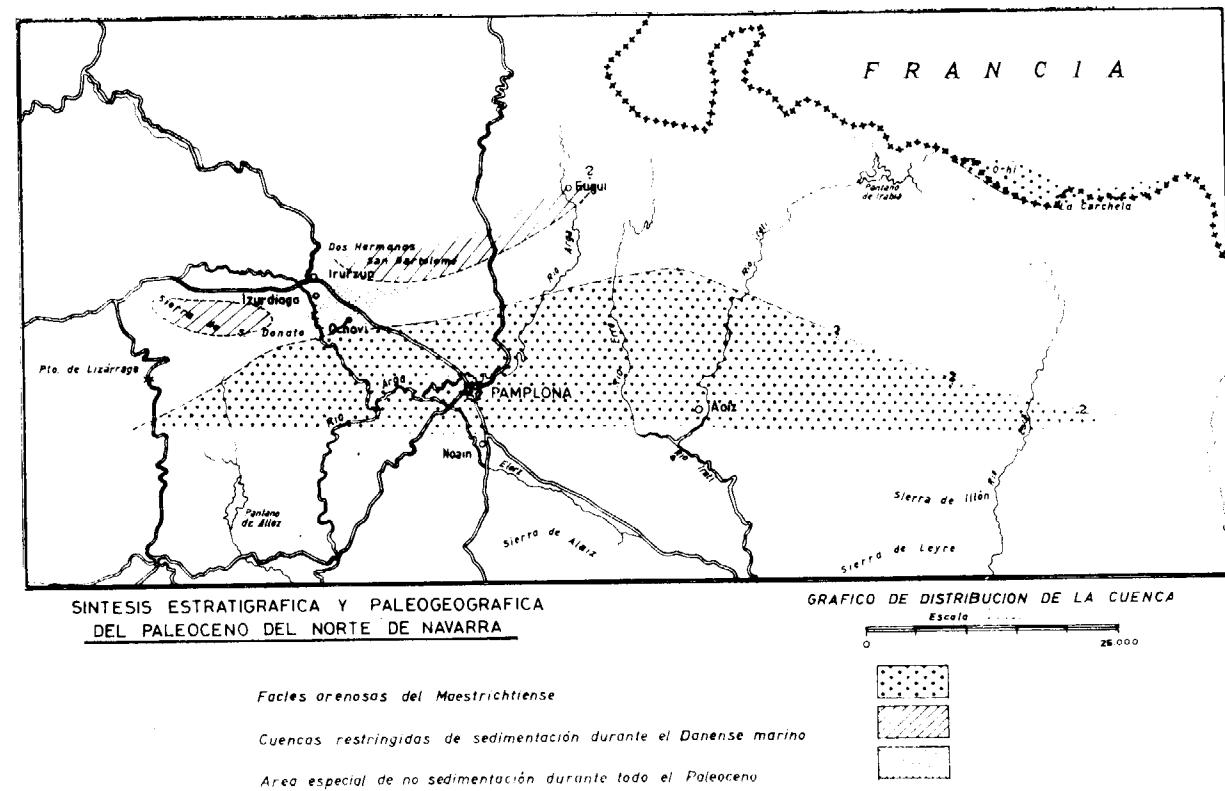


Fig. 2

En los cortes más septentrionales, los sedimentos son fundamentalmente margosos y/o arcillosos, mucho más potentes y en el cuarzo suele estar ausente o sólo representado por la fracción fina, tamaño limo. En general corresponden a una cuenca nerítica externa de bastante subsidencia. Solamente en la zona de Ohri (columna 18) se vuelven a encontrar sedimentos menos profundos, así como en toda la banda fronteriza desde este piso hacia el Este. En la figura 2 queda representado el límite más probable de las facies arenosas del Maestrichtense.

El comienzo del Terciario se caracteriza por un cambio brusco en las condiciones de la cuenca, que va a evolucionar de formas diversas; por un lado desaparecen las faunas de globotruncanas y de ammonites y por otro se diversifican los ámbitos sedimentarios.

Desde un punto de vista interpretativo simple, el Danense, corresponde a un período regresivo marcado y rápido. En las columnas estudiadas es posible señalar un importante hiato en este período y sólo hay sedimentos de edad Danense en las 5, 12, 14 y 15. De esta forma quedaría una pequeña cuenca entre el Paso de Las Dos Hermanas y Eugui, en la que sí hay sedimentos Danenses. Otra

puede situarse en la sierra de San Donato (columna 5). Se trata siempre de un ambiente nerítico interno, salvo en la zona de la columna 12, que es algo más alejado y con mayor espesor de sedimentos. A la primera de estas zonas la denominaremos «cuenca de San Bartolomé», y a la segunda, de «San Donato».

Hacia el Este no se han localizado sedimentos, hasta la fecha, de esta edad. Solamente en la zona del pico de Ohri (columna 18), entre los materiales claramente Maestrichtenses, en facies arenosa, y los claramente Montiensens hay un paquete de margas azoicas que pueden representar una facies de tipo Garumnense, y aunque ello no implique una edad determinada, creemos que pueden ser Danenses por las razones que más adelante exponemos.

Hacia el Oeste la existencia de facies dolomíticas por encima del Cretácico hace imposible toda determinación estratigráfica. Por otro lado, hay que resaltar las observaciones hechas en Izurdiaga y Ochovi (columnas 10 y 11), donde existe un profundo hiato desde el Maestrichtense superior en Ochovi.

Dada la proximidad a esta zona de las cuencas de San Bartolomé y San Donato, por un lado, y

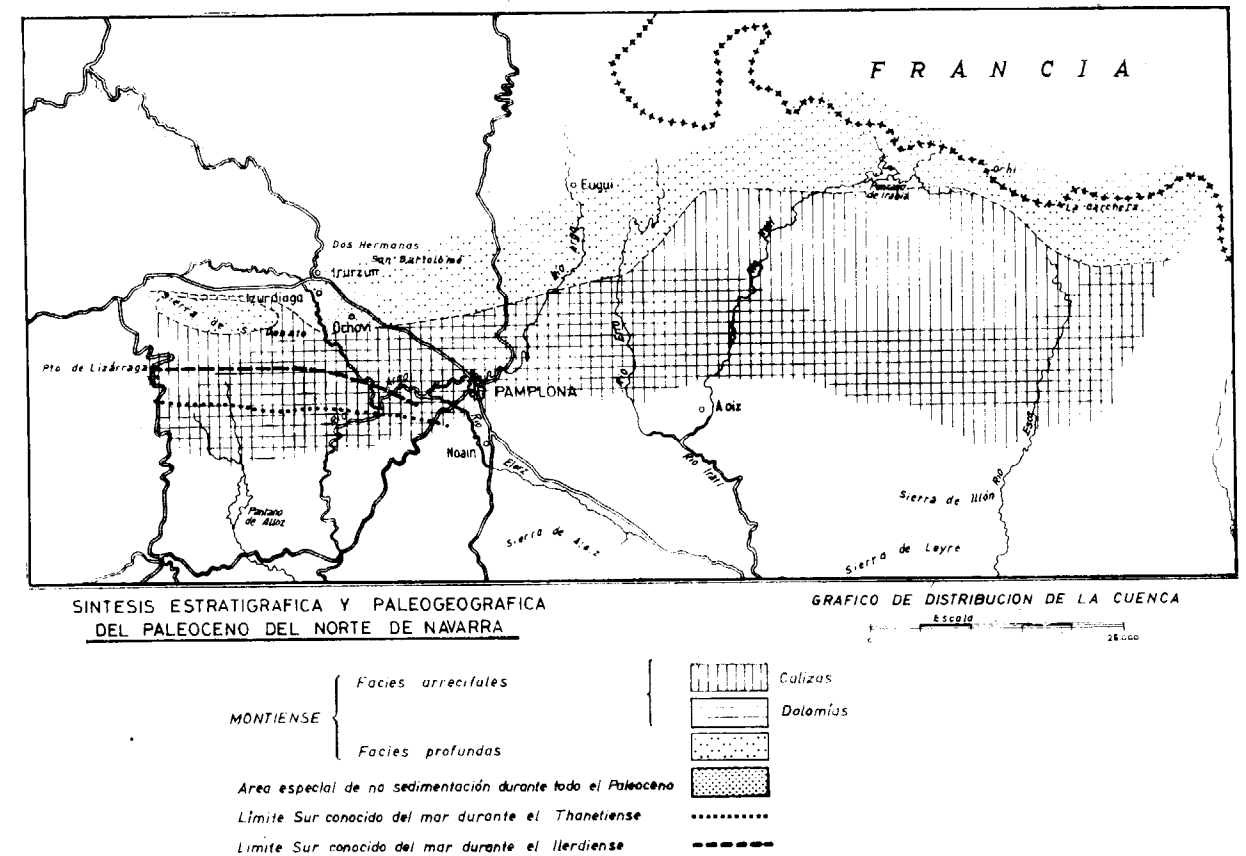


Fig. 3

los asomos diapíricos de Olo, Anoz e Iza, hay que asimilar a ella unas especiales condiciones de funcionamiento, que han impedido la sedimentación durante tan largo período de tiempo. (No creemos que se haya producido un marcado período erosivo ante-Cuisiense, ya que no hemos encontrado ningún rastro de él.)

5.2. El Montienso

La etapa regresiva ocurrida en el Danense culmina, en ese mismo período, por lo que en el Montienso nos encontramos ya con un mar bastante generalizado y transgresivo, en el dominio que estudiamos. Sedimentos de edad Montienso se encuentran prácticamente en todos los cortes.

En la zona del corte tipo el comienzo se caracteriza por la formación de una facies de brechas intraformacionales, que alcanzan su mayor potencia hacia el Este. Son especialmente importantes en el pico de Ohri y en el de la Carchela, en la zona pirenaica. En aquellos cortes en los que se ha encontrado Danense, éste se sitúa inmediata-

mente debajo de estos niveles, por lo que pueden considerarse como un nivel guía, en su base, y por ello atribuimos a los tramos de margas del corte Ohri III esta edad. Aunque los materiales no han sido estudiados sistemáticamente, por su naturaleza, cabe pensar una formación relacionada con violentos movimientos, del fondo de la cuenca. El barro micrítico semiconsolidado quedaría así fracturado, resedimentándose los cantos, sin casi traslación, en el mismo material.

Al Oeste del meridiano de Irurzun, sólo se han encontrado estas brechas en el corte 5, es decir, en lo que hemos denominado «cuenca de San Donato».

El Montienso se presenta con dos ambientes: uno de un mar muy somero y de aguas tranquilas, con un clima propio para la formación de arrecifes de corales y algas, especialmente. Otro más profundo, situado más al Norte, y que correspondería a la cuenca de San Bartolomé, menos restringida.

En el primero se formarían las calizas de algas y los actuales afloramientos dolomíticos que casi sistemáticamente les acompañan. Dada la estrecha

relación que existe entre las formaciones recifales y su dolomitización nos inclinamos a dar a estas dolomías una edad Montienne y no Danense. Además algunas muestras no totalmente dolomitizadas presentan restos de políperos, algas, etc., es decir, faunas propiamente recifales que no se conocen en el Danense.

El límite septentrional actual de las dolomías se sitúa en algunos sitios más al Sur que el correspondiente de las calizas recifales. Esto parece indicar que la dolomitización se ha realizado sobre todo en la zona más interna del arrecife, y por tanto más protegida del mar abierto. Esta observación está de acuerdo con la hecha en los arrecifes Dinantienses de Las Ardenas, por Menning y Vatan (1959).

En la zona occidental y dentro de este ambiente seguiría permaneciendo independizado un pequeño surco, más profundo, equivalente a la cuenca de «San Donato» del Danense.

El segundo ambiente, situado al Norte del anterior, correspondería a la cuenca de San Bartolomé, que ha ganado extensión gracias al fenómeno transgresivo. En él encontramos ya sedimentos y faunas propias de un ambiente nerítico interno y materiales biotróficos provenientes de la parcial destrucción de los arrecifes. Es en éste, donde se depositan las brechas. De todas formas la cuenca no parece estar estabilizada y aparecen episodios más o menos profundos. Hacia el interior estas oscilaciones son menos perceptibles y la sedimentación más continua y potente. Esta inestabilidad se manifiesta claramente en el corte de Beorburu: mientras regionalmente el Montienense es transgresivo, como hemos dicho ya, en esta zona sus materiales representan un medio sedimentario netamente menos profundo que el Danense. Este hecho puede interpretarse como debido a un ligero basculamiento de la cuenca tal como queremos representar en la figura número 4.

5.3. Los fenómenos Post-Montienenses

La inestabilidad incipiente del Montienense va a culminar en la independización casi total de las zonas situadas al Este y al Oeste del meridiano de Irurzun. En la oriental, la sedimentación continúa ininterrumpidamente en un medio marino, con profundidad de agua de 150 a 200 metros, en el que empiezan a aparecer, con débil intensidad primero, los aportes turbidíticos hasta que la sedimentación flysch queda claramente establecida en el Ilerdense prolongándose durante el Cuisiense y Luteciense.

En la occidental hay sedimentación al Norte de una línea que pasa por las proximidades del puerto

de Lizarraga durante el Thanetiense; el Ilerdense corresponde a un período regresivo y actualmente hay un importante hiato entre éste y el Cuisiense. De esta forma el límite del mar Ilerdense se sitúa aún más al Norte que el Thanetiense, y sus materiales se presentan con potencias muy variables. Solamente en el corte de Beriain (columna 5), hay continuidad entre Ilerdense y Cuisiense, con un tramo claramente de tránsito. La cuenca de «San Donato» sigue funcionando, pues, como un

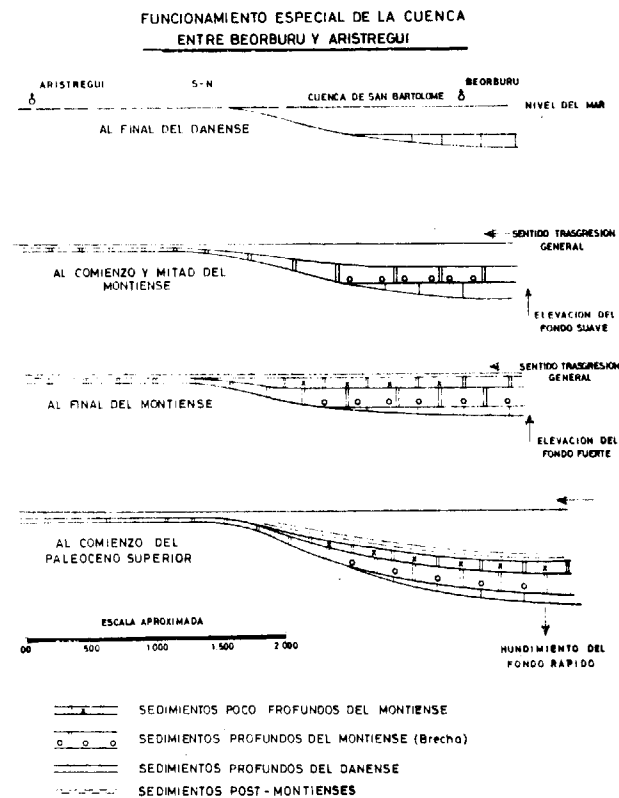


Fig. 4

surco profundo local, protegido de las incidencias regresivas.

Los materiales de lo que denominamos Paleoceno Superior son en este área calizas margosas y margas, esencialmente, depositadas en un ambiente Nerítico externo interno.

6. EL CUISIENSE Y LOS TÉRMINOS SUPERIORES

El mar cuisienense, ya plenamente establecido en el área oriental, se instala transgresivamente en el sentido de Este o Oeste y de Norte a Sur, en lo occidental, primero con una sedimentación cal-

cárea y después margosa. Los aportes turbidíticos prácticamente no llegan hasta aquí y sólo han sido observados algunos tramos flyschoides en la zona de Izurdiaga.

Por el puerto de Lizarraga, la implantación del mar Cuisiense se ha realizado ya en sus postrimerías mientras que en la cuenca de «San Donato» se encuentran los sedimentos más profundos y la serie más potente. Más al Sur esta instalación no culminará hasta el Luteciense cuyos materiales quedan reposando directamente sobre los del Montienense.

7. CONCLUSIONES

- a) El Danense se presenta como un período regresivo, con sedimentación muy local.
- b) Durante el Montienense hay una importante formación de arrecifes. Las calizas están parcialmente dolomitizadas.
- c) La sedimentación continúa en el Paleoceno Superior y Eoceno, y es de tipo flysch en el área oriental.
- d) Funcionamiento independiente del área occidental con un etapa regresiva en el Ilerdense. Etapa transgresiva durante el Cuisiense y Luteciense, con una sedimentación sin aportes turbidíticos.
- e) Área especial de no sedimentación, al Sur de Irurzun, entre el Maestrichtense Superior y el Cuisiense.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

HOTTINGER, L.: *Acerca de las Alveolinas paleocenas y eocenas*, «N. y C. I. G. y M. de E.», núm. 64, pág. 37, Madrid, 1961.
 HOTTINGER, L., y SCHAUB, H.: *División en pisos del Paleoceno y Eoceno. Introducción de los pisos Ilerdense y Biarritzense*. «N. y C. I. G. y M. de E.», núm. 61, págs. 144-234, Madrid, 1961.
 KIND, H. D.: *Diapire und Alttertiär im südöstlichen Basenland (Nordspanien)*. «Beich. Geol. J. b.», t. 66. Hannover, 1967.
 MANGIN, J. P.: *Le Nummulitique sud-Pyrénée a l'ouest de l'Aragon*. «Rev. Pirineos», núms. 51-58, Zaragoza, 1959-60.
 MENNING, J. J., y VATAN, A.: *Repartition des dolomies dans le Dinantien des Ardenes*. «Revue Inst. Franc. Pétrole», volumen XIV, núms. 4-5, Paris, 1959.
 SOUQUET, P.: *Le Crétacé Supérieur sud-Pyrénéen en Catalogne, Aragon et Navarre*. Tesis Doctoral, Toulouse, 1967.

Relación de geólogos que han intervenido en el levantamiento de las columnas: Columnas 4, 5, 7, 8 y 9, por A. Carbayo; L. León, y L. Villalobos. Columnas 16, 18, 19, 20 y 21, por A. Carbayo, y L. León. Columnas restantes por el autor.

Recibido: 21 de junio de 1971.

Sobre la colocación del manto de Pedraforca y sus consecuencias: una nueva unidad tectónica independiente, "el manto del Montsec"

(Vertiente surpirenaica, provincias de Huesca y Lérida)

por A. GARRIDO-MEGÍAS (*)

RESUMEN

Una serie de observaciones recientes han permitido precisar que la colocación del manto de Pedraforca ha ocurrido durante el Cuisiense, es decir, sincrónica con la del manto del Cotiella y con los primeros movimientos del flanco sur del Montsec. Este hecho, unido a otros de carácter estratigráfico, cartográfico, etc., nos induce a introducir una nueva unidad tectónica independiente: «el manto del Montsec».

También se establece la relación existente en el espacio y el tiempo, entre los mantos de Gavarnie y Montsec, así como la sucesión evolutiva de la tectónica pirenaica a partir del Eoceno.

RÉSUMÉ

Une série d'observations récentes ont permis de préciser que la mise en place de la nappe de Pedraforca date du Cuisien, c'est-à-dire est synchrone de la nappe du Cotiella et des premiers mouvements du flanc sud du Montsec. Ce fait confirmé par les résultats d'autres études: stratigraphique, cartographique, etc..., nous conduit à définir une nouvelle unité tectonique indépendante: la nappe du Montsec.

Il est en outre fait mention de la relation dans le temps et l'espace entre les nappes de Gavarnie et du Montsec ainsi que de la succession évolutive de la tectonique pyrénéenne à partir de l'Eocène.

1. INTRODUCCIÓN

En 1967 fue establecido el manto del Cotiella como una unidad alóctona de origen septentrional (13). Su colocación fue resuelta en 1970 (20) donde se demuestra que la serie fosilizante pertenecía al Eoceno inferior, más tarde esta serie post-manto pudo ser datada como Cuisiense. Poco después (enero de 1970) A. Garrido-Megías y M. Soler (inédito) observan que el flanco sur de la Sierra del Montsec está fosilizado (presencia de brechas y discordancias en abanico) por términos pertenecientes a la cuenca de Ager de edad igual, es decir, Cuisiense. Estos hechos, unidos por una parte a discrepancias notables de carácter

paleogeográfico y estratigráfico existente entre las series cretáceas y terciarias (ante-Cuisiense), situadas al Norte y Sur del Montsec, y por otra la analogía de la serie fosilizante Cuisiense-Lute-ciense de uno y otro lado del Montsec, me hizo concebir la hipótesis (ver fig. 1), según la cual Cotiella-Montsec constituirían una sola unidad (8) o manto de corrimiento totalmente independiente del manto de Gavarnie [(3), (4), (17)] no sólo como unidad tectónica sino también en cuanto a su colocación.

Ahora bien, para que este esquema propuesto (ver fig. 1) funcione de una manera coherente era necesario que la colocación del manto de Pedraforca hubiera tenido lugar durante el Cuisiense, al igual que el manto del Cotiella y frente sur del Montsec.

2. EL MANTO DE PEDRAFORCA

En los Pirineos catalanes, al Sur de la Sierra del Cadí, la serie de Pedraforca ha sido interpretada primero como corrida hacia el Norte [(1), (10)], otros la han considerado como autóctona [(2), (5), (9), (18)], y finalmente M. Seguret [(14), (15)] considera y establece con argumentos sólidos que la serie de Pedraforca constituye un manto de corrimiento (manto de Pedraforca) de origen septentrional, cuya patria estaría situada al Norte de

na cuya patria, sin lugar a dudas, estaría situada al Norte de la Sierra del Cadí.

3. EDAD DE LA COLOCACIÓN DEL MANTO DE PEDRAFORCA

Para Seguret (15), la colocación ha tenido lugar durante la sedimentación del Eoceno medio-superior y considera a gran parte de las brechas y conglomerados que se asientan sobre la

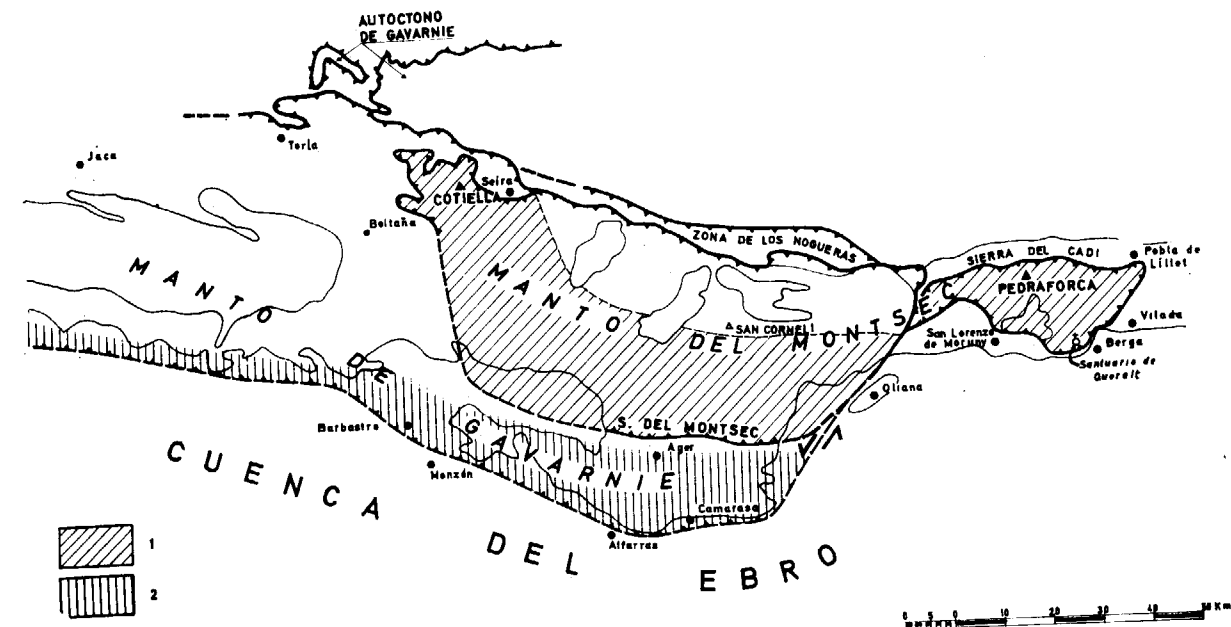


Fig. 1.—Esquema estructural de las unidades corridas hacia el Sur de la vertiente meridional pirenaica (según M. Seguret, 1970), modificado según A. Garrido-Megías (1971). 1. Zona supuesta de recubrimiento anormal de la unidad de Gavarnie por la unidad de Montsec. 2. Zona supuesta de recubrimiento anormal del borde norte de la cuenca del Ebro por la unidad de Gavarnie.

la actual Sierra del Cadí. La llegada del manto va acompañada o precedida de olistolitos triásicos (Triás medio y superior) y eocenos (12), donde no hay lugar a dudas de su origen septentrional, como lo demuestra la vergencia sur de numerosos «slumping» de la serie margo-calcárea de la Sierra de Cadí. Esta misma queda claramente expuesta entre el Llobregat y el Ter (16), donde la presencia de una estructura en «têtes plongeantes» pone de manifiesto la presencia de dos fases, ambas de vergencia hacia el Sur.

Por mi parte, he comprobado sobre el propio terreno diferentes aspectos del problema habiendo llegado a la conclusión de que efectivamente, la serie de Pedraforca constituye una unidad alócto-

unidad de Pedraforca como sintectónicas de la llegada del manto, por otra parte y en la misma nota [(15), pág. 554] dice: «Au Sud de la nappe, les conglomerats de l'Eocène supérieur-Oligocène du bassin de l'Ebre sont transgressifs sur le contact de base de la nappe».

Estas conclusiones de M. Seguret sobre la edad de la colocación del manto de Pedraforca no están de acuerdo con las recientes observaciones efectuadas en la citada unidad tectónica, las cuales constituyen el objeto fundamental de la presente nota y que nos autoriza a considerar el frente del manto de Pedraforca fosilizado por unas brechas (brecha de Queralt), de edad Cuisiense.

En efecto, la zona de nuestras observaciones

(*) Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A.

ha quedado centrada de manera preferente en el frente de cabalgamiento o frente meridional del manto de Pedraforca. Dicho frente está perfectamente representado al Oeste de Berga, en el escarpe morfológico donde se asienta el Santuario de Queral y vértice de Canllong (ver fig. 1). Un buen corte puede ser observado en la carretera de Berga al Santuario de Queral, en el punto donde se encuentra el Hostal del Guin (ver fig. 2). La sucesión observada de la base al techo es la si-

métricos a decimétricos, con rodamiento prácticamente nulo, estando constituidos fundamentalmente por calizas de Alveolinas y Nummulites (Ilerdense). El cemento es una caliza guiposa, a veces microbréctica.

Hacia la zona media de estas brechas existen varias pasadas de caliza con abundante microfau- nas (momentáneas interrupciones de la llegada de elementos) de donde la muestra Y-4 ha dado:

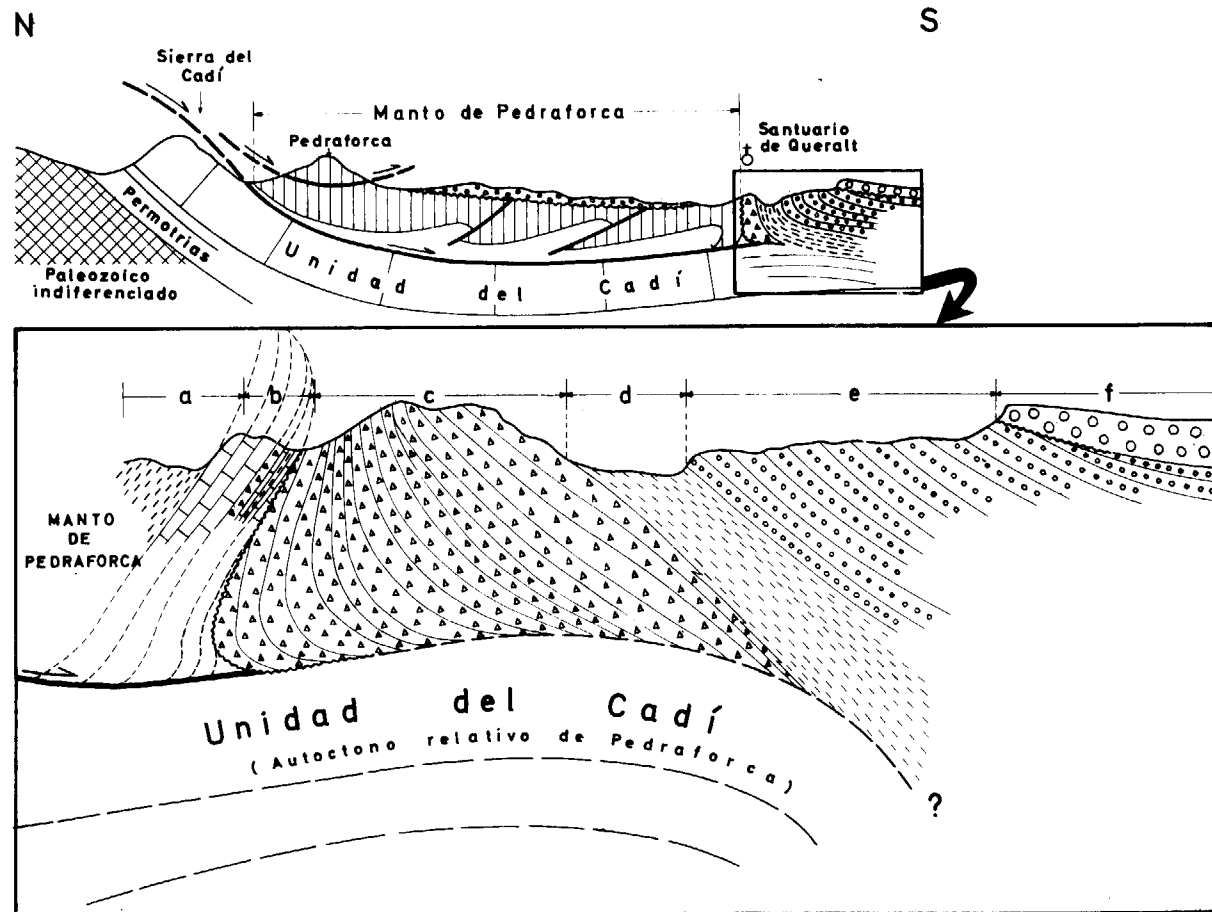


Fig. 2.—Corte tectónico interpretativo N.-S. de la región de Pedraforca y detalle del frente de cabalgamiento del manto de Pedraforca (explicación en el texto). Según: A. Garrido-Megías (1972).

guiente: trempina y Alveolina aff. schwageri; muestra Y-2: Alveolina aff. trempina, Alveolina aff. schwageri y Alveolina aff. rutimeyeri.

Si bien esta zona con Alveolina trempina es muy discutible puede considerarse este tramo b como Ilerdense superior-tránsito a Cuisiense inferior.

Serie post-manto

c) 300 m. de brecha poligénica discordante sobre el tramo b. Los elementos son desde centi-

Serie del manto de Pedraforca

- a) Margas varioladas del Garumnense.
- b) 15 m. de caliza arenosa con Alveolinas.
2 m. de brecha calcárea con elementos centimétricos.
4 a 5 m. de alternancia centimétrica del margas grises y calizas arcillosas.

La fauna de dos muestras cogidas en este tramo es la siguiente: muestra Y-1: Alveolina aff.

Nummulites burdigalensis.
Assilina aff. placéntula.

Lo cual nos autoriza a considerar la zona media de la brecha de Queral como *Cuisiense inferior*.

d) Este tramo viene sobre la brecha de Queral y está constituido por margas grises y margas calcáreas con finas pasadas detríticas con fauna arrastrada del Eoceno inferior. Este tramo pasa lateralmente hacia el Oeste y Este a las series del Eoceno-medio-superior de San Lorenzo de Moruny y Vilada respectivamente.

e) Conglomerados de elementos predominantemente paleozoicos y relativamente bien rodados (Liditas, cuarcitas, sílex, esquistos paleozoicos, e incluso granito) vienen directamente sobre la serie inferior del Eoceno medio superior de San Lorenzo y Vilada. (Estos conglomerados los denomina L. Soló (18): conglomerados de Bastets.) Entre estos conglomerados y la serie marina inferior se intercala una serie roja, más o menos desarrocada según las zonas, discordante con la formación inferior (21) y constituida por margas rojas a pardas, de facies continental con intercalaciones de areniscas y conglomerados que pasa de manera insensible a los conglomerados de Bastets.

f) Conglomerados con predominio de elementos mesozoicos y cenozoicos en disposición subhorizontal, conocidos como «conglomerados horizontales», «conglomerados transgresivos» y «conglomerados de Busa» (18). Estos conglomerados están poco afectados por la tectónica.

Entre los conglomerados de Bastets generalmente verticalizados en su base y los de Buza subhorizontales se desarrolla una discordancia progresiva observable de manera espectacular en San Lorenzo de Moruny.

4. LA BRECHA DE QUERALT

Su nombre proviene del Santuario de Queral, asentado sobre dicha brecha. Esta brecha fue interpretada como un cambio de facies [(9), (18)] de la caliza de Alveolinas. Sin embargo, una observación detallada de la misma nos ha llevado a las siguientes conclusiones (ver fig. 2):

El contacto de base de la brecha de Queral marca una clara discontinuidad sedimentaria.

Su depósito ha tenido lugar en un medio marino como lo atestiguan diferentes intercalaciones marinas y la fauna de su cemento.

Su clara disposición en abanico (discordancia progresiva) demuestra que durante su depósito la serie infra-discordante se estaba verticalizando por un empuje de sentido Norte-Sur.

Estas brechas se han depositado, por lo menos en parte, durante el Cuisiense.

5. OTRAS ZONAS DE OBSERVACIÓN

Como confirmación de la edad de la brecha de Queralt hemos trasladado nuestras observaciones al SE. de la Pobla de Lillet, en donde el borde oriental del manto de Pedraforca está fosilizado por unas brechas con grandes bloques del manto, que hacia el Este pasan de manera rápida a las margas finamente detríticas del Eoceno [15], página 556].

Intercalados con las brechas se encuentran niveles fosilíferos, los cuales dan una edad Cuisiense.

Las muestras más significativas cogidas de la base al techo son las siguientes:

Muestras X-2: Assilina gr. spira, Assilina gr. exponens, Assilina aff. laxispira y N. bi-burdigalensis-campesinus.

Cuisiense (inferior)-medio.

Muestra X-25: Assilina bi-major-spira, Nummulites bi-campesinus-obesus (grupo perforatus).

Cuisiense medio a superior.

6. CONCLUSIONES Y SÍNTESIS EVOLUTIVA

6.1. La serie de hechos y observaciones enumeradas anteriormente nos llevan a la conclusión de que la colocación del manto de Pedraforca es de la misma edad que la del manto del Cotiella, es decir, ambas unidades alóctonas vienen fosilizadas por sedimentos de edad cuisense. Por otro lado la fosilización del flanco sur de la Sierra del Montsec por terrenos de igual edad, unido a las grandes diferencias litológicas, estratigráficas, paleogeográficas y potencia de las series existentes de uno y otro lado de dicha sierra, nos autoriza a emitir, y no gratuitamente, la hipótesis según la cual la Sierra del Monsec constituye el frente meridional de un manto que denominamos *manto del Montsec*, el cual vendría delimitado por el triángulo Cotiella-Montsec-Pedraforca.

6.2. La colocación del manto del Montsec, al menos en su estadio final, ha tenido lugar sobre un medio acuoso (mar eoceno) como se observa en sus bordes oriental (Pedraforca) y occidental (Cotiella), donde la serie cabalgada de facies marina presenta olistolitos, slumping, etc.,

que abogan por un deslizamiento gravitacional, de Norte a Sur, del manto sobre un fondo marino.

6.3. En cuanto a la magnitud del desplazamiento puede estimarse, como mínimo, de 20 a 25 km. para las zonas de recubrimiento anormal de Cotiella y Pedraforca.

El cabalgamiento en el frente del manto, es decir, la Sierra del Montsec sería del orden de 20 km. o ligeramente inferior, ya que el acortamiento por plegamiento y escamamiento es mínimo, como se deduce de la estructura tranquila en

6.4. Finalmente, y teniendo en cuenta que la llamada fase pirenaica está materializada por la colocación de un manto de material paleozoico y su cobertera cretáceo-eocena o manto de Gavarnie (Seguret, 1970), podemos resumir la tectónica pirenaica a partir del Eoceno por la siguiente sucesión de hechos:

a) Durante el Cuisiense tiene lugar la colocación por deslizamiento gravitacional del manto del Montsec despegado a nivel del Trías. El sentido del deslizamiento es de Norte a Sur y la

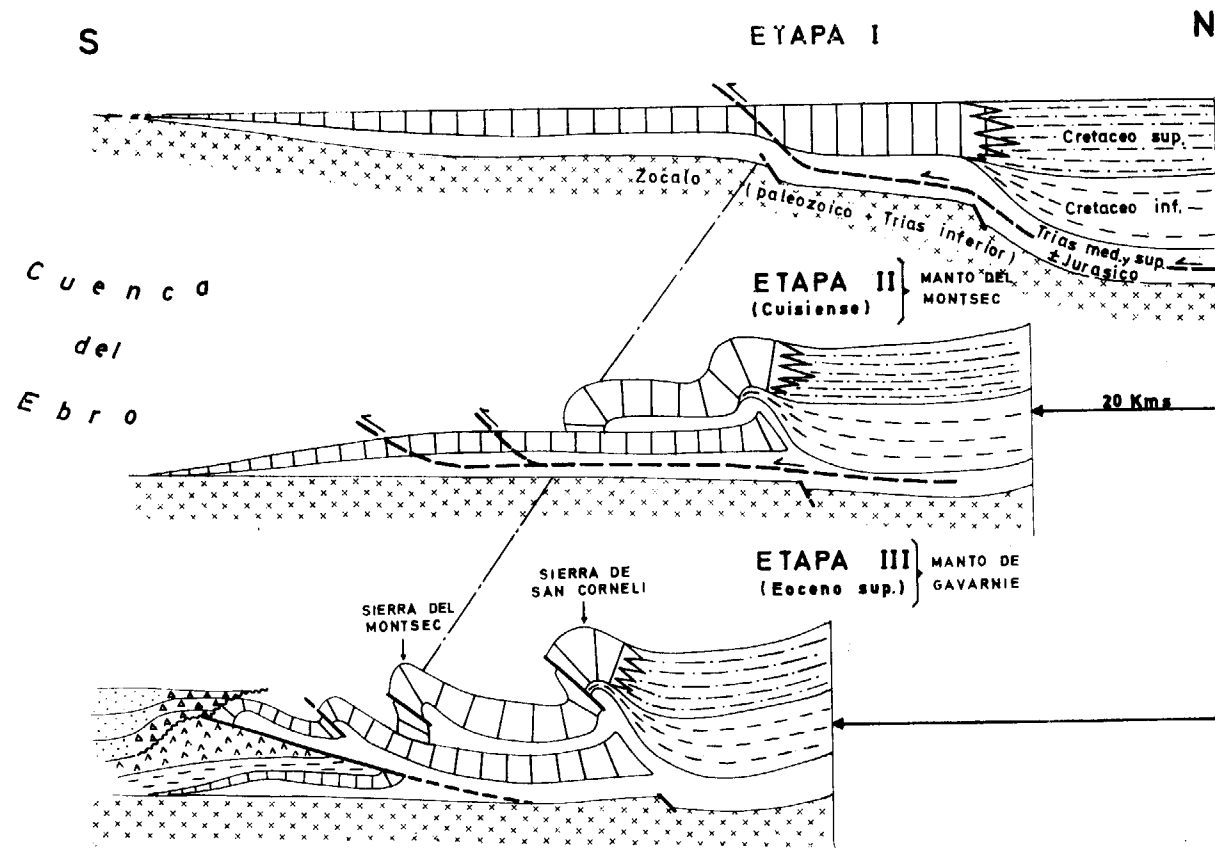


Fig. 3.—Esquema interpretativo y simplificado, según un corte N.-S., sobre la colocación del manto del Montsec y del manto de Gavarnie.

suave sinclinal de dicha unidad (o cuenca de Themp). Esta conclusión viene esquematizada en la figura 1, donde queda reflejada la zona supuesta de recubrimiento anormal de la unidad del Montsec, sobre la unidad de Gavarnie. Conviene destacar aquí que el manto del Montsec está dividido en dos zonas separadas por una falla de desgarre senestra (o falla de desgarre del Segre) posterior a su colocación y de edad fini-eocena, quedando al Este de dicha falla el manto de Pedraforca (ver fig. 1).

magnitud mínima de este desplazamiento puede estimarse entre 20 y 25 km. (fig. 3, etapa II). En cuanto a las dimensiones de esta unidad son del orden de 150 km. de largo por 50 km. de ancho.

Sin lugar a dudas el origen del manto del Montsec está en relación con una surrección de la zona axial pirenaica (presencia de elementos paleozoicos y permotriásicos) que sería progresivamente más acentuada hacia el Este. Esta hipótesis viene corroborada por la presencia de una fase cuisense con depósitos continentales a lagunares en los

BIBLIOGRAFÍA

Pirineos Orientales (11) mientras que hacia el Oeste su facies es progresivamente más marina hasta llegar a la cuenca de Jaca, donde presenta una facies flysch, al mismo tiempo que es discordante sobre el borde norte de la cuenca (19).

b) Durante el Luteciense tienen lugar unos movimientos que originan estructuras de dirección Norte-Sur en la zona del río Cinca (anticlinales de Mediano, Boltaña y otros más pequeños en la zona de Arro-Samper). Estas estructuras afectan a la serie cuisense que fosiliza el manto del Cotiella (20) y quedan fosilizadas por una serie equivalente de los conglomerados de Campanue (6). El origen de estos movimientos puede estar en relación con una falla de desgarre dextra de zócalo, que se traduce en la cobertera por pliegues norte-sur. En relación con esta fase parece estar el manto de Monte Perdido.

c) Finalmente, en el Eoceno superior tiene lugar la colocación del manto de Gavarnie o manto de material paleozoico (zona de Gavarnie) y su cobertera cretáceo-eocena, que se ha despegado en su etapa final, a nivel del Trías y ha deslizado de Norte a Sur del orden de 15 a 30 km. (17). El frente de dicho manto lo constituyen las Sierras Marginales, las cuales cabalgan el borde norte de la cuenca del Ebro (por lo menos a partir de Barbastro y hacia el Este) y vienen directamente sobre los yesos de la «ride de gypse» (7), por lo que los yesos serían eocenos y no oligocenos.

Durante la fase pirenaica el Manto del Montsec se ha comportado de manera solidaria con respecto al manto de Gavarnie, es decir, durante la colocación del manto de Gavarnie ambos mantos han formado un conjunto único actuando como una sola unidad desde el punto de vista mecánico (ver fig. 3, etapa III). Este hecho reduce en 20 kilómetros la cifra de 50 km. estimada por Seguret para el amortiguamiento frontal de las Sierras marginales situadas al Sur del Montsec.

En cuanto al amortiguamiento hacia el Este del manto de Gavarnie, en el supuesto de que la Sierra del Cadí (autóctono del manto de Pedraforca) no ha sufrido desplazamiento alguno, tendría lugar en la falla de desgarre senestra del Segre (ver figura 1).

d) La etapa siguiente se caracteriza por el depósito de las molasas post-orogénicas, de edad eoceno-terminal-oligoceno, que fosilizan la fase anterior.

e) Por último, la fase pre-aquitaniense pliega suavemente el borde norte de la cuenca del Ebro, seguida de los depósitos horizontales aquitanienes que se extienden hacia el centro de la cuenca del Ebro y vienen transgresivos sobre los relieves de las Sierras marginales.

- (1) ASTRE, G. (1924): *Sur les unités tectoniques des Sierras del Cadí, de Port de Compte et de quelques massifs voisins (Pyrénées catalanes)*. «C. R. Acad. Sc. Fr.», 178, págs. 2106-2109.
- (2) ASHAUER, H. (1934): *Die östliche Endigung der Pyrenäen. Abh. ges. Wiss. Göttingen, math.-phys.* «Kl. Bd.» III, H. 10, 115 p. *Publ. Estr. sobre Geol. de España*, Madrid, 1934, fasc. 2, págs. 203-335.
- (3) CHOUKROUNE, P.; MARTÍNEZ, C.; SEGURET, M., et MATTAUER, M. (1968): *Sur l'extension, le style et l'âge de mise en place de la nappe de Gavarnie (Pyrénées centrales)*. «C. R. Acad. Sc. Paris», tomo 266, págs. 1360-1363.
- (4) CHOUKROUNE, P.; SEGURET, M., et MATTAUER, M. (1968): *Sur quelques caractères géométriques de la nappe de Gavarnie (Pyrénées)*. «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 267, págs. 2088-2091.
- (5) DALLONI, M. (1930): *Etude géologique des Pyrénées catalanes*. «Annales Fac. Soc. Marseille», t. XXVI, 373 págs.
- (6) GARRIDO-MEGÍAS, A. (1968): *Sobre la estratigrafía de los conglomerados de Campanue (Santa Liestra) y formaciones superiores del Eoceno (Extremo occidental de la cuenca de Tremp-Graus, Pirineo central, prov. de Huesca)*. «Acta Geol. Hisp.», t. III, núm. 2, págs. 39-43.
- (7) GARRIDO-MEGÍAS, A. (1972): *Precisiones sobre la «mise en place» del manto de Gavarnie en el borde norte de la cuenca del Ebro (región de Barbastro, provincia de Huesca)*. «Ac. Geol. Hisp. (en prensa).
- (8) GARRIDO-MEGÍAS, A., y RÍOS, L. M. (1972): *Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre (Pirineo central de la vertiente sur pirenaica, provincia de Huesca-Lérida)*. «Bol. Geol. y Min.», t. LXXXI-I, págs. 1-47.
- (9) GUERIN-DESJARDINS, B., et LATREILLE, M. (1961): *Etude géologique dans les Pyrénées espagnoles entre los ríos Segre et Llobregat (provincias de Lérida et Barcelona)*. «Rev. Inst. Fr. du Pétrole», t. 16, número 9, págs. 922-940.
- (10) JACOB, CH.; FALLOT, P.; ASTRE, G., et CIRY, R. (1926): *Observations tectoniques sur le versant méridional des Pyrénées orientales et centrales*. «C. R. XIV Cong. Geol. Int. Madrid», fasc. 2, págs. 335-412.
- (11) KROMM, F. (1969): *Résultats d'une étude géodynamique en Catalogne orientale: Chronologie des déformations Paléogéographie à l'Eocène*. «Act. Soc. Linn de Bordeaux», t. 106, série B, numero 3.
- (12) REILLE, J. L., et SEGURET, M. (1969): *Sur la présence d'olistolithes dans l'Eocène marin de la Sierra del Cadí (versant sud des Pyrénées) et sur leur significations*. «C. R. Ac. Sc. Paris», t. 268, págs. 1845-1848.

- (13) SEGURET, M. (1967): *Mise en évidence sur le versant sud des Pyrénées centrales d'une nappe à matériel crétacé déversée au Sud: la nappe du Cotiella*. «C. R. Ac. Sc. Paris», t. 265, págs. 1448-1451.
- (14) — (1969 a): *Contribution à l'étude de la tectonique sud-pyrénéenne: sur le style et l'importance des déplacements vers le Sud des séries secondaire et tertiaire de la partie centrale du versant sud des Pyrénées*. «C. R. Ac. Sc. Paris», t. 268, 907-910.
- (15) — (1969 b): *La nappe de Pedraforca: nouvelle unité alloctone du versant sud des Pyrénées*. «C. R. Ac. Sc. Paris», t. 269, págs. 552-555.
- (16) SEGURET, M., et VERGELI, P. (1969): *Sur le style en têtes plongeantes des structures pyrénéennes entre le Llobregat et le Ter (versant sud des Pyrénées orientales)*. «C. R. Acad. Sc. Paris, t. 268, págs. 1702-1705.
- (17) SEGURET, M. (1970): *Etude tectonique des nappes et série decollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées*. «Thèse Fac. Sc. Montpellier.»
- (18) SOLÉ SUGRAÑÉS, L. (1970): *Estudio geológico del Prepirineo, entre los ríos Segre et Llobregat*. Tesis Fac. Ciencias, Barcelona.
- (19) SOLER, M., y PUIGDEFABREGAS, C. (1970): *Lineas generales de la geología del Alto Aragón occidental*. Pirineos, 96, págs. 5-20, Jaca.
- (20) SOLER, M., y GARRIDO-MEGÍAS, A. (1970): *La terminación occidental del manto del Cotiella*. Pirineos, 98, págs. 5-15, Jaca.
- (21) SOLÉ SUGRAÑÉS, L. (1972): *Nota sobre una discordancia en el Eoceno medio del Prepirineo oriental*. «Acta Geol. Hisp.», año VII, núm. 1, págs. 1-6.

NOTA DEL AUTOR.—En otros trabajos (ver (7) de la bibliografía), hemos empleado la expresión francesa *Mise en place*, y que se ha sustituido en el presente trabajo por la palabra *colocación*.

Recibido: 6 abril de 1972.

Comercio exterior de productos minerales 1964-1970

por E. FERNANDEZ MARINA (*)

RESUMEN

En este estudio se analiza la evolución de nuestros intercambios con el exterior de los principales recursos minerales en el período 1964-1970.

En él se incluye la calificación arancelaria de los mismos y se comentan los daños, en cantidad y valor, relativos a las importaciones y exportaciones de cada una de las sustancias. Finalmente se formulan algunos juicios acerca de las perspectivas futuras que ofrece el abastecimiento procedente de fuentes externas de este importante grupo de materias primas.

1. INTRODUCCIÓN

Los datos y comentarios que a continuación se exponen se refieren exclusivamente a las sustancias minerales. Se prescinde, por tanto, de todo lo relativo al comercio exterior de productos semielaborados.

Con ello el estudio podrá parecer incompleto, puesto que, en algunos casos, la necesidad de una determinada sustancia se cubre importando no sus minerales, sino una primera elaboración de los mismos e igualmente sucede con algunos excedentes que se colocan en el mercado exterior previa transformación.

La razón de no incluirlos se debe, de un lado, a que su mayor cuantía y valor disminuyen la importancia relativa del comercio de minerales al ser presentados conjuntamente convirtiéndose en el tema principal del estudio. De otro, a que la selección del grupo de semielaborados que se deben incluir para cada sustancia resulta, inevitable, arbitraria. Las diferencias pueden ser muy importantes según la selección previa que se haga.

No obstante lo anterior, fue preciso hacer excepción en los casos del mercurio y las potasas.

Su no inclusión por hallarse agrupados respectivamente, a efectos del comercio exterior, entre los productos químicos inorgánicos y los abonos hubiera distorsionado sensiblemente la balanza minera al prescindir en ella de dos de nuestras más importantes sustancias excedentarias.

Con carácter previo a la exposición de los da-

(*) Ministerio de Industria.

tos, en cantidad y valor, del tráfico de minerales en ambos sentidos, se incluye asimismo un cuadro con el régimen arancelario de cada uno de los citados productos.

En un tercer apartado se han recogido algunos de los problemas que afectan a las exportaciones de las principales partidas de nuestra balanza minera puestos de relieve en el Plan Nacional de la Minería.

Finalmente se hacen algunas consideraciones en torno a la evolución previsible del comercio exterior de minerales.

2. ARANCEL DE PRODUCTOS MINERALES

Uno de los factores que pueden dejar sentir su influencia en el volumen de importaciones de productos minerales es su calificación arancelaria y el mayor o menor grado de protección que suponga al nivel de los derechos arancelarios. Por ello se ha estimado que quizá fuera interesante la inclusión del arancel de los distintos productos.

El cuadro I recoge la calificación arancelaria de los más importantes productos minerales objeto de transacciones con el exterior. En este cuadro figura el régimen comercial de cada una de ellas junto con sus respectivos derechos arancelarios, impuesto de compensación de gravámenes interiores y desgravación fiscal a la exportación.

Por régimen comercial liberado se entiende aquél en que la autorización de importación y

ARANCEL DE PRODUCTOS MINERALES

DERECHOS ARANCELARIOS

S u b s t a n c i a	Régimen comercial importación	Preferenciales		Impuesto compensación gravámenes interiores	Desgrava-ción fiscal
		Definitivos	Transitorios		
<i>Carbones:</i>					
Hulla para coque	Globalizado	19	16	7	7
Resto hulla	Comercio de Estado (1)	19	16	7	7
Antracita	Globalizado	14	10,5	7	7
Lignito	Liberado	14	10,5	7	1,5
Turba	Liberado	Libre	Libre	7	1,5
<i>Minerales metálicos:</i>					
Hierro	Liberado	Libre	Libre	8	8
Pirita de hierro	Bilateral	Libre	Libre	8	8
Pirita ferrocobrizada	Bilateral	Libre	Libre	8	8
Cenizas de piritas	Liberado	Libre	Libre	8	8
Plomo	Bilateral	13	1	8	1,5
Zinc	Liberado	Libre	Libre	8	1,5
Estaño	Liberado	Libre	Libre	8	1,5
Antimonio	Liberado	15	Libre	8	1,5
Manganeso	Liberado	10	Libre	8	1,5
Aluminio	Liberado	Libre	Libre	8	1,5
Cobre	Liberado	Libre	Libre	8	1,5
Cromo	Liberado	Libre	Libre	8	1,5
Wolframio	Liberado	5	3,5	8	8
Ilmenita	Liberado	5	3,5	8	8
Mercurio	Liberado	5	1	9	9
Níquel	Liberado	Libre	Libre	8	1,5
<i>Minerales no metálicos:</i>					
Sulfato de bario natural triturado o pulverizado	Liberado	Libre	Libre	8	8
Sulfato de bario en otra forma; carbonato de bario	Liberado	Libre	Libre	6	6

Minerales no metálicos:

Sulfato de bario natural triturado o pulverizado	Libre	Libre	Libre	4	4
Sulfato de bario en otra forma; carbonato de bario	Libre	Libre	Libre	10	10
Asfalto	Libre	20	Libre	10	10
Azufre en polvo y moldeado	Bilateral	4	3,8	Libre	6
Las demás clases de azufre	Bilateral	1	Libre	7	7
Fosfatos de calcio naturales en bruto	Liberado	Libre	Libre	6	6
Magnesita	Liberado	Libre	Libre	7	7
Caolín en bruto	Liberado	Libre	Libre	6	6
Caolín beneficiado	Liberado	Libre	Libre	9	9
Bentonita	Liberado	Libre	Libre	9	9
Creta triturada	Liberado	4	2,7	6	6
Espato flúor	Liberado	1	0,9	9	9
Feldespato	Liberado	Libre	Libre	7	7
Grafito natural en escamas	Liberado	2	1,8	8	8
Grafito natural en otras formas	Liberado	35	33,2	8	8
Salas potásicas } cloruro	Liberado	Libre	Libre	8	8
} sulfato	Liberado	8	7,6	8	8
Salas sódicas	Liberado	25	23,7	6	6
Talco	Liberado	5	2,5	7	7
Mica en polvo	Liberado	3	1,9	7	7
Mica en otras formas	Liberado	Libre	Libre	7	7
Tierras colorantes	Liberado	Libre	Libre	6	6
Tierras de infusorios	Liberado	Libre	Libre	8	8
Azabache	Liberado	Libre	Libre	7	7

Rocas industriales:

Arcillas	Librado	3-5	2,5-4,5	7-9	7-9
Alabastro	Librado	25-40 ptas./100 kgs.	22,90-34,20 ptas./100 kgs.	7	7
Granito en bruto	Librado	10	9 ptas./100 kgs.	6	6
Granito en otras formas	Librado	3-15	3,5-14,5	6	6
Cales	Librado	Libre	Libre	8	8
Yeso	Librado	Libre	Libre	8	8
Aridos	Librado	7-10	6,5-12,5	6	6
Dolomita en bruto	Librado	Libre	Libre	7	7
Dolomita en otras formas	Librado	5-10	5,5-11	9	9
Arenas	Librado	10 ptas./100 kgs.	8,50 ptas./100 kgs.	6	6
Cuarzo y cuarcita en bruto	Librado	Libre	Libre	6	6
Cuarzo en otra forma	Librado	3	3,5	6	6
Piedra pómez	Librado	3-5	3,5-7	6-7	6-7
Pizarras	Librado	Libre	Libre	6	6

(1) En la práctica funciona en régimen bilateral.

pago de las mercancías son automáticas, no existiendo limitaciones cuantitativas de ninguna clase.

Régimen comercial globalizado es el relativo a las mercancías sujetas a contingentes anuales globales para las que rige el principio de no discriminación por países de procedencia a fin de que todos tengan la misma posibilidad de acceso al mercado nacional.

Un tercer tipo de régimen comercial es el comercio de Estado, y es aquél cuyo tráfico de importación lo realiza un monopolio con intervención gubernamental, directa o delegada.

Por último, se entiende por régimen bilateral aquél que afecta a las mercancías no liberalizadas, globalizadas o declaradas comercio de Estado. El tráfico de las mismas se realiza normalmente en base a acuerdos bilaterales entre el país con el que se trafica y España.

Como puede observarse en el cuadro, prácticamente la totalidad de los productos minerales en él recogidos se hallan en régimen de comercio liberado.

Se exceptúa la hulla distinta a la de coque; cuyo régimen legal es el de comercio de Estado, aunque en la práctica funcione en régimen bilateral, las piritas de hierro y ferrocobrizas, el plomo y el azufre, que se hallan en régimen de comercio bilateral así como la hulla de coque y la antracita cuya importación se realiza por cupos globales fijados anualmente con cargo a los cuales, y hasta su cobertura, se van concediendo las licencias que se soliciten.

Independientemente del régimen comercial en que se hallen incluidas, las mercancías están sujetas al pago de los derechos arancelarios de importación cualquiera que sea el fin a que se destinen y la persona del importador, aunque éste sea el Estado.

Tienen, por tanto, el carácter de impuestos indirectos y, por la finalidad que persiguen, pueden ser fiscales o protectores, según sea su objeto principal, la obtención de recursos para el Tesoro o la penalización a la entrada de determinadas mercancías. En cualquier caso, lo normal es que se persigan ambas finalidades conjuntamente.

Se distinguen entre derechos arancelarios definitivos o transitorios atendiendo al tiempo de vigencia.

También se recogen los convenidos, que se aplican a la importación de productos procedentes de países o áreas con los que exista un Tratado en este sentido.

Los derechos que en cada caso se aplican son los transitorios, que oscilan por encima o por debajo de los definitivos, según las circunstancias lo exijan, y los convenidos para las importaciones procedentes de países con los que exista acuerdo.

Los derechos pueden aplicarse bien sobre el valor de Aduana de la mercancía (derechos «ad valorem»), bien, sobre su peso, cuenta o medida (derechos específicos) o combinando ambos (derechos compuestos y mixtos). Cuando se trata de derechos «ad valorem» el valor de las mercancías se calcula a precio CIF, es decir, al precio de la mercancía en origen se añaden los gastos que tiene hasta ser puesta en la Aduana.

Examinado el cuadro I se comprueba cómo de las 60 partidas en él recogidas, 33, que en 1970 representaron el 59 por 100 del valor de las importaciones de productos minerales aquí contemplados tienen derechos arancelarios nulos, es decir, se hallan libres del pago de este impuesto. Otras 12 tienen derechos arancelarios simbólicos, entendiendo por tales los que son inferiores al 5 por 100. Las partidas desgravadas más las que tienen derechos simbólicos llegan a sumar el 62 por 100 del valor de la importación realizada en 1970.

Los derechos más elevados se hallan establecidos para el grafito natural en forma distinta a escamas (35 por 100); sales sódicas (25 por 100); azufre en polvo y moldeado (20 por 100); hulla (16 por 100) y antracita y lignito (10,5 por 100).

Los tipos aplicables a los productos procedentes de la Comunidad Económica Europea como consecuencia del Acuerdo Preferencial, firmado en 1970, son ligeramente inferiores a los transitorios, aunque se trata de derechos móviles convenidos, es decir, sujetos a un calendario de reducción preestablecido.

Formando también parte de la Renta de Aduanas, figura, además de los derechos arancelarios, el Impuesto de compensación de gravámenes interiores cuya finalidad es situar a las mercancías de importación en igualdad de condiciones con las nacionales, añadiendo al valor de aquéllas el de los impuestos indirectos que éstas han de soportar (fundamentalmente, el de Tráfico de las Empresas, los impuestos provinciales, locales y tasas parafiscales, así como todos aquellos que graven los bienes y servicios adquiridos por los fabricantes nacionales y empleen en el proceso de producción de un artículo dado). Para los productos minerales, el Impuesto de compensación oscila entre un máximo del 10 por 100 (caso del azufre) y un mínimo del 4 por 100 (caso de los asbestos). Este tipo se aplica sobre el resultado de adicionar al valor en Aduana de la mercancía los derechos arancelarios de importación correspondientes.

Cuando las mercancías son exportadas, los impuestos indirectos, tasas y exacciones parafiscales liquidados e ingresados por los productos que se exporten son devueltos (Desgravación

fiscal a la exportación). Normalmente, por tanto, el Impuesto de compensación de gravámenes interiores y la Desgravación fiscal a la exportación, coinciden en sus tipos, como puede comprobarse en el cuadro I, y ello porque ambos recogen, salvo casos excepcionales, los mismos conceptos.

3. EVOLUCIÓN DE LOS DATOS DE COMERCIO EXTERIOR

Los cuadros II y III recogen, en cantidad y en valor, respectivamente, los datos correspondientes al tráfico con el exterior de productos minerales a lo largo de los siete últimos años, es decir, desde el comienzo de los Planes de Desarrollo.

A grandes rasgos, la marcha de nuestro comercio exterior, según los citados cuadros, habrá sido la siguiente.

1. Carbones

En los siete últimos años el valor del déficit de la balanza comercial del grupo «carbones» se ha multiplicado por 2,6.

Las importaciones de hulla han crecido, en cantidad, en un 90 por 100 en el período. Hasta 1970 se exportaban cantidades ínfimas y, en 1970, la cantidad exportada fue algo inferior a las 400.000 toneladas. El valor del déficit en el comercio exterior de este mineral fue, en 1970, de 4.773 millones de pesetas, frente a 1.712 en 1964. En 1970 el 80 por 100 de las importaciones de hulla procedían de Estados Unidos.

Frente a esta partida, el resto de las componentes del grupo «carbones» (antracita, lignito y turba) apenas si tiene alguna significación.

2. Minerales metálicos

El grupo de «minerales metálicos» registraba, en 1964, un superávit de 1.189 millones de pesetas. A partir de 1967 se convirtió en deficitario y, en 1970, el valor del déficit ascendía a 2.303 millones de pesetas.

Dentro de este grupo, el más importante sin duda, por la intensidad de el tráfico que en ambos sentidos se produce, es el mineral de hierro. Las importaciones de este mineral pasaron de 94.312 toneladas en 1964 a casi dos millones y medio en 1970. Las exportaciones, por su parte, también aumentaron de 1,6 millones de toneladas en 1964 a dos millones en 1970. El valor del saldo de la balanza comercial pasó de un superávit de 487,5 millones de pesetas en 1964 a un déficit de 1.893

millones de pesetas en 1970. Las importaciones totales del grupo y sus exportaciones es el 22 por 100 de las del grupo. Brasil, con el 50 por 100 del tonelaje importando, es el principal proveedor, seguido de Mauritania, con el 20 por 100 en 1970. El principal cliente es la R. F. Alemana, con el 46 por 100 del tonelaje exportado en 1970, seguido del Reino Unido, con el 28 por 100, y Francia, con el 22 por 100.

Las exportaciones de piritas de hierro ha descendido, pasando de 1,2 millones de toneladas en 1964 a 0,6 millones de toneladas en 1970. La reducción comenzó en 1966 y, a partir de esa fecha, la cifra más alta fue de 0,74 millones de toneladas alcanzada en 1969. En este período el valor de la exportación pasó de 531 millones de pesetas en 1964 a 455 en 1970. En este año representó el 13 por 100 de la exportación total del grupo y el 7,5 por 100 de la exportación total de los minerales que aquí se consideran.

La exportación de piritas ferrocobrizas pasó de 15.412 toneladas en 1964 a 283.166 en 1970, y, en valor, de 7,7 millones en 1964 a 303,6 en 1970. Según estos datos, la exportación habría comenzado a alcanzar cifras de consideración en 1966, situándose en su máximo en 1969 y manteniéndose prácticamente al mismo nivel en 1970. En este año, el valor de las exportaciones de piritas ferrocobrizas representaba el 8,7 por 100 de las del grupo y el 5 por 100 de las del conjunto de minerales aquí considerado.

Tanto en piritas de hierro como en piritas ferrocobrizas, el principal cliente es la R. F. Alemana, que absorbió, en 1970, el 47 por 100 del tonelaje exportado de las primeras y el 80 por 100 del de las segundas. Le sigue en importancia Dinamarca, Bélgica y Francia.

La exportación de cenizas de piritas disminuyó en el período de 803.081 toneladas en 1964 a 671.207 toneladas en 1970. La disminución se produjo de forma gradual hasta 1967, año en que se recuperó para continuar descendiendo, si bien con lentitud. En valor, la exportación de cenizas de piritas pasó de 217 millones de pesetas en 1964 a 353 en 1970. En este último año, dicho valor representaba el 10 por 100 de las exportaciones del grupo y el 5,8 por 100 de las del conjunto de minerales. Los principales clientes en 1970 han sido: R. F. Alemana, con el 80 por 100 del total, seguido del Reino Unido, con el 7,9 por 100, Países bajos, Bélgica y Francia.

El comercio exterior de minerales de plomo presenta una tónica de equilibrio, siendo prácticamente nulas las importaciones y exportaciones en 1964, 1967, 1968 y 1969. En 1966 y 1970 se importaron cantidades de consideración (3.768 y 5.025 toneladas, respectivamente, por un valor de 38,4

CUADRO II

COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS MINERALES
(EN TONELADAS MÉTRICAS)

	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
	Impor- tación	Impor- tación	Impor- tación	Impor- tación	Impor- tación	Impor- tación	Impor- tación
	Expor- tación	Expor- tación	Expor- tación	Expor- tación	Expor- tación	Expor- tación	Expor- tación
<i>Carbones:</i>							
Hulla	1.808.450	600	1.576.339	245	1.320.741	41	1.304.299
Antracita	41.238	10	84.518	2.402	65.094	—	84.145
Lignito	16.342	1.655	55.413	1.636	70.857	1.448	86.316
Turba	1.762	—	2.308	—	2.733	9.818	2.619
<i>Minerales metálicos:</i>							
Hierro	94.312	1.649.670	352.800	1.233.957	570.189	511.033	597.992
Pirita de hierro	3.900	1.202.465	20	1.167.872	20	699.350	56
Pirita ferrocaliza	—	15.412	—	—	5	127.625	—
Cenizas de piritas	—	803.031	8.773	712.362	5.325	519.431	451
Plomo	—	—	213	—	3.768	—	—
Zinc	11.331	24.308	52.993	6.533	39.233	6.157	40.975
Estaño	3.218	15	2.436	1	3.144	—	2.099
Antimonio	531	—	708	—	310	—	65
Manganeso	149.667	20	86.625	2	142.940	—	134.844
Aluminio	53.124	—	85.236	—	77.552	—	64.696
Cobre	19.833	2	22.864	—	22.823	—	33.305
Cromo	18.289	—	29.575	—	29.154	20	15.939
Wolframio	147	156	191	247	136	74	116
Titanio	9.212	26.726	4.076	19.114	12.467	13.507	9.479
Mercurio	—	—	—	—	—	—	—

5 NO ME TONELADAS:

Barita	191	56.876	415	49.935	532	49.040	346	23.152	680	50.150	947	41.624	918	48.458
Asbestos	51.509	29	49.423	9	75.634	—	47.936	182	62.311	—	85.446	1	77.772	20
Azufre	38.311	—	43.819	—	44.659	—	70.395	—	60.540	170	74.511	108	67.592	316
Fosfatos	1.101.465	—	1.140.734	—	1.170.946	801	1.173.049	—	1.259.575	—	1.343.395	—	1.402.288	—
Magnesita	3.921	29.079	11.734	30.869	7.212	16.046	6.420	10.428	19.080	12.646	23.503	36.364	35.373	54.325
Caolín	16.032	18.732	28.404	25.106	39.238	18.312	44.393	19.585	53.648	17.708	65.007	33.004	77.022	40.218
Bentomita	9.001	5.625	12.507	3.247	15.204	1.722	15.473	3.279	15.136	2.886	19.094	5.765	21.147	5.046
Creta	862	—	2.649	—	4.341	—	5.054	22	6.938	211	7.818	42	11.533	1
Espato flúor	—	137.317	—	154.569	—	180.373	—	171.219	20	139.074	4	201.949	1.195	170.431
Feldespato	88	—	1.361	31	1.206	800	2.054	930	1.623	843	2.356	1.021	3.830	45
Grafito	309	—	300	—	971	—	773	12	850	1	885	—	1.263	—
Sales potásicas	720	322.251	1.202	402.693	1.249	452.601	230	526.634	1.135	668.651	503	535.916	1.531	472.956
Sales sódicas	395	334.456	501	404.010	858	319.044	813	301.049	1.297	321.939	1.317	273.284	1.338	173.391
Talco	871	233	2.135	1	2.530	15	2.456	12	2.729	28	3.727	9	5.001	130
Mica	437	—	901	—	564	—	696	1	720	13	1.137	23	1.073	—
Tierras colorantes	79	42	100	138	165	623	127	1.503	179	536	79	503	74	423
Tierras de infusorios	2.043	531	1.390	792	1.321	965	1.512	1.055	8.193	2.103	5.910	1.402	1.402	1.741
Azabache	—	1.641	905	2.623	—	5.837	50	8.335	—	8.294	—	8.753	153	17.060
<i>Rocas industriales:</i>														
Arcillas	14.234	11.407	23.271	6.562	24.606	11.370	24.432	16.333	29.624	32.379	33.833	37.560	37.335	29.036
Mármoles y alabastro	3.675	27.416	9.734	13.073	14.412	10.931	14.355	8.311	20.408	10.947	27.679	15.143	26.192	17.754
Granito	2.230	5.139	3.949	10.235	8.179	9.277	6.423	7.937	7.446	14.192	8.532	15.398	9.026	20.070
Calces	450	471	1.227	455	2.269	494	3.950	367	3.547	5.398	4.492	6.468	2.430	5.411
Yeso	679	4.504	637	6.627	1.169	3.321	3.888	4.339	1.009	4.249	1.109	15.446	1.246	4.136
Aridos	1.634	7.998	1.010	4.311	15.231	153	3.711	145	12.676	4.234	17.373	1.956	18.746	2.643
Dolomitas	2.063	623	937	2.032	1.172	3.655	1.007	12.305	1.321	11.054	2.315	17.036	4.012	19.333
Arenas	54.634	63.009	74.393	30.163	67.439	18.652	53.769	25.140	59.493	28.456	66.383	15.153	63.316	13.354
Cuarzo y cuarcita	138	13.434	673	22.331	1.346	23.152	1.007	32.733	630	38.313	704	71.173	1.337	92.705
Piedra pómez	1.156	5	1.376	10	430	24	1.332	91	630	6	1.073	1.733	1.934	322
Pizarras	433	1.497	233	337	667	139	1.036	47	532	7	447	72	155	39

COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS MINERALES

(EN MILES DE PESETAS)

	1964		1965		1966		1967		1968		1969		1970	
	Importación	Exportación	Importación	Exportación	Importación	Exportación	Importación	Exportación	Importación	Exportación	Importación	Exportación	Importación	Exportación
<i>Carbones</i>	1.786.450	2.485	1.614.838	3.344	1.413.739	1.209	1.86.388	1.239	2.418.867	1.903	2.621.784	9.405	5.241.758	607.682
Hulla ¹	1.713.320	1.037	1.454.885	198	1.263.063	67	1.261.207	64	2.341.696	565	2.546.610	8.207	5.177.169	404.397
Antracita	52.347	7	103.754	1.700	79.539	—	39.669	99	35.453	—	43.133	29	24.253	202.351
Lignito	13.710	1.440	47.917	1.446	61.219	1.142	75.098	1.076	30.101	1.330	18.498	1.095	30.523	874
Turba	7.073	1	8.282	—	9.918	—	10.364	—	11.617	8	13.543	74	9.813	60
<i>Minerales metálicos</i>	1.207.707	2.396.434	1.712.323	3.203.114	2.079.214	2.330.930	1.781.351	2.582.738	2.713.192	3.095.961	3.519.186	3.384.598	5.796.837	3.494.632
Hierro	65.722	533.214	261.090	373.471	433.704	157.659	456.596	223.833	505.150	370.984	794.618	545.072	2.655.814	763.545
Pirita de hierro ...	2.704	531.351	33	611.277	284	462.151	793	434.064	275	496.649	1.337	607.529	1.471	454.880
Pirita ferrocobrizada ...	—	7.732	—	—	395	123.275	—	106.448	—	258.626	311	324.788	—	303.593
Cenizas de piritas ...	—	216.741	9.742	212.759	1.145	190.742	1.112	287.987	23	308.113	14.126	290.929	19.009	353.192
Plomo	—	—	2.146	—	38.468	—	—	4.009	1.726	—	5	177	62.857	—
Zinc	68.858	92.146	301.633	29.924	203.328	30.744	169.723	46.804	261.381	32.416	73.474	67.760	56.026	67.868
Estaño	437.388	515	304.800	60	445.586	—	266.646	—	376.379	—	736.289	153	885.950	—
Antimonio	5.011	—	8.460	—	3.219	—	704	—	12.102	—	18.174	—	36.142	—
Manganeso	263.209	53	183.548	30	310.407	—	257.785	—	351.492	—	270.045	—	397.631	—
Aluminio	52.276	—	79.257	—	86.410	—	74.175	178	106.069	—	142.887	—	155.181	—
Cobre	230.735	14	373.027	—	441.432	—	428.639	—	987.506	—	1.326.838	—	1.288.708	—
Cromo	33.745	—	51.977	—	59.317	46	27.350	—	61.604	—	103.378	—	169.870	—
Wolframio	7.671	9.546	17.696	20.720	19.888	12.863	20.055	40.306	4.964	70.333	—	93.476	4.453	207.073
Titanio	35.296	23.444	26.569	1.008	35.110	5.803	55.267	23.962	44.052	—	37.704	854	62.970	10.802
Mercurio	66	961.678	122	1.953.865	152	1.346.901	218	1.415.147	469	1.558.790	—	1.453.860	281	1.333.679
Niquel	5.026	—	2.163	—	469	746	2.288	—	—	—	—	—	474	—
<i>Minerales no metálicos</i>	1.686.753	1.049.279	1.896.200	1.281.105	2.364.406	1.371.838	2.103.506	1.502.803	2.732.365	1.839.193	3.236.439	1.772.097	3.399.503	1.738.595
Barita	529	38.545	1.931	33.503	2.459	34.530	1.096	19.211	3.685	50.150	5.304	40.423	5.125	49.969
Asbestos	629.701	327	604.044	137	934.357	—	613.482	3.506	900.857	4	1.235.414	34	1.167.794	175
Azufre	70.756	—	90.076	—	128.430	—	227.377	—	215.985	997	234.087	819	150.050	1.478
Fosfatos	872.266	—	993.687	—	1.071.451	359	1.032.551	3	1.216.926	—	1.278.376	—	1.372.812	—
Magnesita	20.385	72.145	59.312	73.695	40.305	48.008	38.008	30.425	111.456	36.605	139.592	101.995	232.877	164.522
Caolín	33.749	16.383	66.010	21.518	92.389	19.271	101.822	25.518	155.932	20.074	192.669	47.607	278.837	63.626
Bentonita	8.812	3.191	17.346	4.787	23.928	1.614	25.570	3.027	30.592	5.660	35.179	8.371	46.289	10.758
Creta	1.764	—	4.331	—	7.800	—	9.160	24	14.748	240	16.748	49	25.843	2
Azabache	—	4.883	687	6.335	—	13.000	72	8.875	—	18.925	—	23.872	2.429	46.910
Espato flúor	—	212.864	—	244.974	—	249.230	10	346.901	146	339.766	19	492.869	1.288	450.786
Feldespato	532	—	2.103	44	2.008	724	3.914	842	4.479	760	6.479	1.027	11.361	53
Grafito	7.972	—	8.523	—	10.562	—	9.173	203	11.380	10	11.604	10	17.866	—
Sales potásicas	3.902	623.910	3.863	813.873	4.631	922.814	4.728	980.204	4.619	1.259.042	2.078	965.959	7.443	884.696
Sales sódicas	2.079	75.307	2.543	79.271	4.158	77.758	3.923	77.554	6.079	96.029	8.025	81.629	7.023	58.321
Talco	3.369	301	9.407	6	10.845	45	8.846	46	12.188	164	18.845	53	26.369	343
Mica	14.138	4	19.458	—	14.694	—	11.523	934	16.978	18	28.067	243	22.564	—
Tierras colorantes ...	807	104	846	463	1.607	1.389	1.010	1.852	1.835	979	1.333	2.029	1.124	1.760
Tierras de infusorios.	15.992	1.315	12.033	2.499	14.282	3.036	10.706	3.678	24.530	9.743	21.620	5.108	22.409	5.196
<i>Rocas industriales.</i>	85.767	71.545	132.641	81.186	186.832	68.041	189.982	75.354	254.484	116.062	315.263	169.844	349.585	199.642
Arcillas	20.824	12.631	27.249	8.262	37.462	12.907	35.868	14.153	46.529	39.891	53.253	48.478	70.105	51.663
Mármoles y alabastros	21.827	31.758	51.564	43.173	76.621	27.582	76.298	27.484	105.965	31.037	135.441	44.098	143.948	52.514
Granito	4.687	7.305	9.759	9.453	19.059	11.050	16.654	8.939	36.658	17.648	48.158	19.868	53.674	28.268
Cales	301	327	1.081	372	2.519	479	5.572	345	5.398	512	8.052	11.770	4.347	10.478
Yeso	726	3.809	617	5.627	1.516	3.451	1.858	3.534	2.154	3.459	1.880	9.216	3.534	4.124
Aridos	2.816	1.928	1.548	1.915	7.680	266	7.844	235	6.433	978	11.028	2.521	6.892	6.345
Dolomita	3.860	2.081	2.561	1.704	3.281	2.274	4.396	6.851	5.605	6.750	6.800	7.889	10.046	9.741
Arenas	26.058	2.661	29.066	2.201	29.453	1.958	29.672	1.960	38.184	3.110	39.892	1.555	41.791	2.639
Cuarzo y cuarcita ...	1.011	4.511	3.009	7.568	5.598	7.325	4.897	11.685	4.247	12.437	3.602	22.487	6.132	31.512
Piedra pómez	3.026	1.550	5.879	158	2.756	105	5.183	85	2.375	212	6.465	1.614	8.891	2.113
Pizarras	631	3.034	308	753	887	144	1.735	83	936	28	692	348	225	177
<i>Total general</i>	4.766.677	3.519.743	5.356.002	4.568.749	6.044.191	3.772.018	5.441.177	4.162.134	8.118.908	5.053.119	9.692.672	5.335.944	14.787.633	6.046.561
<i>Déficit</i>	1.246.934	—	787.235	—	2.272.173	—	1.279.043	—	3.065.789	—	4.356.728	—	8.747.132	—

y 62,6 millones de pesetas). El mineral importado en 1970 procedía en su totalidad de Italia.

En mineral de zinc, el tráfico se produce en ambos sentidos. La importación pasó de 11.381 toneladas en 1964 a 9.158 en 1970, con cifras en los años intermedios de cierta consideración, que alcanzaron su máximo en 1968 (54.622 toneladas). La exportación por su parte pasó de 24.308 toneladas en 1964 a 11.594 en 1970, alcanzando su mínimo en 1966 (6.157 toneladas). En cualquier caso, no pueden considerarse significativos tales altibajos al tener su origen en una causa fortuita como fue el hundimiento de la mina de Reocin. En 1970, el superávit de la balanza comercial fue de 11,8 millones de pesetas. Fueron en este año nuestros principales proveedores: Irán (46,7 por 100 del tonelaje importado), seguido de Canadá (22,9 por 100); Argelia (16 por 100), y Francia (14 por 100). Como principales clientes figuran la R. F. Alemana, que absorbe el 48 por 100 de nuestra exportación, seguida de los Países Bajos, con el 22 por 100; Italia, con el 15,5 por 100, y Francia, con el 14 por 100.

La importación de mineral de estaño registra cifras crecientes. Frente a las 3.218 toneladas que importaban en 1964, en 1970 se importaron 5.450, por un valor de 886 millones de pesetas, que representa el 15 por 100 de las importaciones del grupo «minerales metálicos», y el 6 por 100 de la importación total de los minerales aquí recogidos. Como principales proveedores figuran Australia, con el 36 por 100 del tonelaje importado, seguido de Congo Kinshasa (20 por 100); Francia (7,7 por 100), y Bolivia (7,5 por 100), en 1970.

De minerales de antimonio se importaron, en 1964, 531 toneladas y, en 1970, 432, por un valor de 36 millones de pesetas. La cifra máxima de importación se registró en 1968, con 889 toneladas. Los principales países proveedores de este mineral fueron, en 1970, Marruecos (58 por 100); Bolivia (35 por 100), y Perú.

La importación de minerales de manganeso que en 1964 fue de 149.667 toneladas, en 1970 se hallaban situadas en las 200.350 toneladas, por un valor de 398 millones de pesetas. Aunque presenta altibajos su tendencia es claramente creciente. Entre los países proveedores figura en primer lugar Australia (33 por 100); seguido de Ghana (23,5 por 100); Brasil (20, 6 por 100); Costa de Marfil (14 por 100), etcétera.

La importación de minerales de aluminio fue, en 1970, de 92.212 toneladas, un 73,5 por 100 superior a la cantidad importada en 1964. Su valor, en 1970, fue de 155 millones de pesetas, frente a 52 millones en 1964. No obstante, la importación de minerales de aluminio no proporciona una idea acertada de cuáles son las necesidades

reales de materia prima para fabricación de aluminio. La mayor parte de tales materias primas se importa en forma de óxido o hidróxido de aluminio (alúmina). En 1970 se importaron 236.534 toneladas de óxido de aluminio, con un valor de 1.330 millones de pesetas, y 8.972 toneladas de hidróxido de aluminio, cuyo valor fue de 55 millones de pesetas. El proveedor más importante de óxido de aluminio es la República de Guinea, con el 47 por 100 del tonelaje total, seguida de Francia (22 por 100); Guayana Británica (13 por 100); Guinea Ecuatorial (12 por 100), etc. En cuanto a los minerales, el mayor tonelaje se importó en 1970, de Grecia (47 por 100), seguida de la Guayana Británica (34,5 por 100); Surinam (12,4 por 100) y Ghana (5 por 100); en proporciones más pequeñas como abastecedores de mineral: R. F. Alemana, Francia y Países Bajos.

El cobre es otro de los minerales que sólo registra corriente importadora, con una tendencia marcadamente alcista. En 1964 se importaron 19.883 toneladas, con un valor de 231 millones de pesetas; en 1970 la importación fue de 72.433 toneladas, con un valor de 1.289 millones de pesetas. En este año el principal proveedor fue Chipre, con el 24,2 por 100 del total, seguido de Estados Unidos (24,1 por 100); Italia y Perú (en torno a un 14 por 100 cada uno) y, con menor importancia, Irlanda, Zambia, Canadá y República Dominicana. El valor de las importaciones de mineral de cobre representa el 22,2 por 100 de las de minerales metálicos y el 8,7 por 100 del total de minerales considerados en el cuadro III.

Con tendencia fuertemente expansiva figura también el mineral de cromo que, en 1964, registraba un volumen de importaciones de 18.289 toneladas, alcanzando en 1970 las 58.911 toneladas, con un valor de 170 millones de pesetas. Esta cifra representa el 3 por 100 de las importaciones de minerales metálicos y el 1,1 por 100 de las del total de minerales aquí considerados. Como principales proveedores figuran: La República Sudafricana, con el 79,6 por 100 del total, seguida de Filipinas, con el 6 por 100, Irán (5,8 por 100), Turquía (4,7 por 100), Cuba y Países Bajos.

El comercio exterior de minerales de wolframio registra movimiento en ambos sentidos, predominando en todos los años del período el volumen de exportaciones, salvo en 1966, en que las compras superaron a las ventas. La importación en 1964 fue de 147 toneladas, que subieron hasta 191 en 1965, para decrecer luego paulatinamente y hacerse nulas en 1969. En 1970 se importaron 41 toneladas, con un valor de 4,5 millones de pesetas. La exportación en 1964 alcanzó un volu-

men de 156 toneladas, descendiendo hasta 1966 (74 toneladas), aumentando luego con rapidez y situándose en 669 toneladas en 1970, cuyo valor fue de 207 millones de pesetas. Dicho valor representa el 5,9 por 100 del grupo, y el 3,4 por 100 de la exportación total de minerales. Las compras realizadas en 1970 procedían, en su integridad, de Australia. Nuestros principales clientes en este año fueron: R. F. Alemana, con el 56 por 100 de las ventas, seguida del Reino Unido (25,4 por 100); Países Bajos (12,4 por 100); Alemania del Este y Japón.

El mineral de titanio presenta unas cifras oscilantes de comercio exterior, tanto en el capítulo de las importaciones como en el de las exportaciones.

En 1964 se compraron al exterior 9.212 toneladas de este mineral por un valor algo superior a los 35 millones de pesetas. En 1970 se importaron 13.889 toneladas, cuyo valor fue próximo a los 63 millones de pesetas. La cifra más baja del período se registró en 1965 (4.076 toneladas) y la más alta en 1968 (27.682 toneladas). Como principales proveedores figuran, en 1970, Noruega (90,5 por 100); en relación con este país, los demás proveedores (Australia, Estados Unidos, Japón, República Sudafricana, etc.), carecen de relevancia. La exportación que, en 1970, apenas si alcanzó las 36 toneladas, con valor de casi 11 millones de pesetas, había sido en 1964 de 26.726 toneladas, descendiendo continuamente a lo largo del período. Estados Unidos y Reino Unido fueron los países destinatarios de nuestras ventas.

El mercurio es una de las principales partidas de nuestra balanza minera. La exportación de este producto registra cifras decrecientes regularmente a lo largo del período. En 1964 se exportaron 2.439 toneladas, cuyo valor fue de 262 millones de pesetas. En 1970, con un nivel sensiblemente igual al de 1969, se exportaron 1492 toneladas, con 1.334 millones de pesetas. Este valor representa el 38 por 100 del de las exportaciones totales del «grupo metálicos», y el 22 por 100 del grupo de minerales recogidos en los cuadros. Como principales clientes figuran, en 1970, R. F. Alemana (32,2 por 100), seguido del Japón (15,7 por 100); Francia (7,9 por 100); India (6 por 100); Bélgica (5,3 por 100); Alemania del Este (4,1 por 100), y, en menor medida, Estados Unidos, Polonia, Suecia, Suiza, etc.

Nuestro país carece totalmente de producción de minerales de níquel. Hasta 1967 se importaba alguna cantidad de este mineral (476 toneladas en 1964; 310, en 1965; 66, en 1966; 332, en 1967). A partir de esta fecha cesaron las importaciones, centrándose las compras en el metal. En 1970 se importaron 2.328 toneladas de ferromanganeso por

valor de 194 millones de pesetas, y 4.452 de níquel, cuyo valor ascendió a 1.217 millones de pesetas, en su mayor parte en forma de níquel bruto sin alear (53,3 por 100) procedente de Canadá (33,1 por 100), Reino Unido (24,4 por 100); República Sudafricana, Cuba, Finlandia, etc.

3. Minerales no metálicos

Los dieciocho minerales incluidos en el grupo de los no metálicos presentan un saldo conjunto de comercio exterior deficitario a lo largo del período que se considera. En 1964 el déficit era de 638 millones de pesetas, mientras en 1970 había aumentado a 1.661 millones de pesetas. El grupo de los no metálicos representa el 23 por 100 del valor de las importaciones totales de minerales y el 29 por 100 aproximadamente del de las exportaciones. Asbestos y fosfatos son las dos partidas determinantes de su carácter deficitario.

El comercio exterior de bario, en forma de sulfato en su mayor parte, presenta un balance positivo para nuestro país. En 1964 el superávit fue de unos 38 millones de pesetas, mientras en 1970 era de unos 45. Los principales clientes son, por orden de importancia, la R. F. Alemana, que absorbió en 1970 el 43 por 100 del tonelaje vendido; Reino Unido, con el 35 por 100; URSS, Italia, Francia, Países Bajos y Venezuela. Las importaciones, en muy reducida cuantía (918 toneladas en 1970) proceden de Francia y R. F. Alemana.

Al carecer de producción de asbesto, el consumo interior de este mineral ha de realizarse en base a las importaciones que, con alguna oscilación, presenta una tendencia claramente alcista. En 1964 se importaban 51.509 toneladas de este mineral, con un valor de unos 630 millones de pesetas. En 1970 se importaron 77.772 toneladas, cuyo valor superó los 1.167 millones de pesetas, cifra que representa el 34 por 100 de las importaciones realizadas por el grupo de los no metálicos, y el 8 por 100 de las correspondientes al conjunto de minerales aquí considerado. Son nuestros dos principales proveedores la República Sudafricana, que suministra el 56 por 100 del tonelaje importado y Canadá, que aporta el 42,9 por 100. Entre los restantes cabe mencionar a Italia, Francia, Estados Unidos y Etiopía, si bien todos ellos con cantidades insignificantes.

Las importaciones de azufre pasaron de 38.311 toneladas en 1964 a 67.592 en 1970, con un valor de 150 millones de pesetas. Desde 1968 se han venido realizando exportaciones de cuantía mínima (en 1970 se exportaron 316 toneladas). El principal abastecedor es Francia, con el 74,1 por 100 del tonelaje importado, seguido de Polonia (19,6 por 100) y Finlandia (6,2 por 100).

Los fosfatos es otro de los grandes capítulos de nuestras importaciones de productos minerales. Su aumento ha sido ininterrumpido a lo largo del período, pasando de 1,1 millones de toneladas, con valor de 872 millones de pesetas en 1964 a 14 millones de toneladas, cuyo valor fue de 1.373 millones de pesetas en 1970. Este valor representa el 40 por 100 del de las importaciones del grupo y el 9,2 de las del conjunto de minerales. Marruecos suministra el 86,6 por 100 del tonelaje importado, Estados Unidos el 12,2 por 100, y Argelia y Senegal las cantidades restantes.

En magnetita, y salvo en 1968, predomina el tonelaje exportado sobre el importado, aunque, en valor, se produce déficit desde 1967. En 1970 la cuantía de dicho déficit era de 68 millones de pesetas. En este año, el principal proveedor fue Grecia, con el 30 por 100 del tonelaje importado, seguida de Austria (12,5 por 100); Reino Unido (11,7 por 100), Italia (11,3 por 100); Estados Unidos, Brasil, etc. Los clientes más importantes fueron: Reino Unido, que absorbió el 57,3 por 100 del tonelaje exportado; R. F. Alemana (39,5 por 100); Dinamarca, Irlanda, etc.

El comercio exterior de caolín se produce en ambos sentidos, si bien con predominio de la importación sobre la exportación. En 1964 se importaron 16.032 toneladas, cuyo valor fue de unos 34 millones de pesetas. En 1970 la importación realizada fue de 77.022 toneladas, y su valor 279 millones de pesetas. Como principales proveedores figuran: Reino Unido, que representa el 81 por 100 del tonelaje importado; Estados Unidos, el 12 por 100; Francia, República Sudafricana, etc. La exportación realizada en 1964 fue de 18.732 toneladas, con un valor de unos 16 millones de pesetas. En 1970 se exportaron 40.218 toneladas por valor de 63,6 millones de pesetas con destino a la R. F. Alemana, Italia, Grecia, Polonia y Países Bajos, principalmente.

Los intercambios de bentonita con el exterior tienden a aumentar en el capítulo de importaciones (9.000 toneladas importadas en 1964; 21.147 en 1970) y a mantenerse estancados en el de las exportaciones (5.625 toneladas exportadas en 1964; 5.046, en 1970).

El déficit de la balanza comercial de este producto pasó de 5,6 millones de pesetas en 1964 a 35,5 millones de pesetas en 1970. Los proveedores más importantes fueron: en 1970, Marruecos, que suministró el 39 por 100 del tonelaje importado, seguido de Italia, con el 26,5 por 100, Reino Unido (20 por 100); Estados Unidos y otros con aportaciones mínimas. Entre los clientes destacados figuran Suecia, que absorbe más de la mitad de nuestra exportación; Países Bajos, R. F. Alemana, Cuba, etc.

Respecto al comercio exterior de creta, lo único que cabe significar es el rápido crecimiento de las importaciones, con un tonelaje trece veces superior en 1970 que en 1964. Las exportaciones son prácticamente inexistentes. Las 11.583 toneladas importadas el pasado año procedían en un 66 por 100 de Francia y, en cuantía reducida, de la R. F. Alemana, Reino Unido, Bélgica y otros.

El espato fluor constituye, con las sales potásicas, las sustancias más destacadas en la actividad exportadora del grupo «minerales no metálicos». De 137.317 toneladas exportadas en 1964 se pasó a 170.431 en 1970, con un máximo de más de 200.000 en 1969, y un mínimo de 130.373 en 1966. El valor de dicha exportación se aproximó a los 451 millones de pesetas en 1970, lo que representan el 26 por 100 de las exportaciones del grupo y el 7,5 por 100 de las del conjunto de minerales para los que se han recogido datos. Los países destinatarios de este producto fueron, en 1970, Estados Unidos, que absorbió el 70 por 100, aproximadamente, del tonelaje exportado; R. F. Alemana (21,8 por 100); Noruega, Países Bajos, Italia, Portugal, etc.

El comercio exterior del feldespato es de importación y apenas si tiene entidad. En 1970 se importaron 3.830 toneladas, con valor algo superior a los 11 millones de pesetas, mientras en 1964 se habían importado 88 toneladas, valoradas en medio millón de pesetas. Los principales proveedores fueron, en este último año, Francia, Noruega, República Sudafricana y Portugal.

A niveles similares se mueven las transacciones de grafito, con 1.263 toneladas importadas en 1970, por un valor de unos 17 millones de pesetas, frente a 809 en 1964, con valor próximo a los 8 millones de pesetas. Los principales abastecedores fueron, en el último año, la República Malgache (29,4 por 100); R. F. Alemana (25,2 por 100); Francia, Noruega, etc.

La exportación de sales potásicas constituye la partida más importante del grupo de los no metálicos (51 por 100 de la exportación del grupo), ocupando, en 1970, el segundo lugar en importancia exportadora tras el mercurio. Aumentó regularmente entre 1964 y 1968, año en que alcanzó el máximo del período con 668.651 toneladas, con un valor de 1.259 millones de pesetas. Descendió en 1969 y, en 1970, registró un nuevo descenso, situándose en 472.956 toneladas, con valor de 884 millones de pesetas. En un 94 por 100 estas exportaciones se realizaron en forma de cloruro de potasio y el resto en forma de sulfato. Los clientes más importantes fueron, en 1970: Polonia, que absorbió el 21,7 por 100 del tonelaje exportado; Noruega, con el 20 por 100; Reino Unido (13,3 por 100); Irlanda, Portugal,

República Sudafricana, Italia, Venezuela, Argelia, etc.

El comercio exterior de sales sódicas tiene también signo exportador, si bien se observa un descenso gradual a lo largo del período pasando de 334.436 toneladas en 1964, con valor de 75,3 millones de pesetas a 179.000 toneladas en 1970, por valor de 58 millones de pesetas. Son nuestros principales compradores: Noruega, cuyas compras representaron el 20,4 por 100 del tonelaje total; Canadá (14 por 100); Islandia (13,9 por 100); Suecia (12,3 por 100); Dinamarca (11,2 por 100); Estados Unidos (8,7 por 100); Togo, Irlanda, Costa de Marfil, etc.

Las importaciones de talco han aumentado con regularidad en el transcurso de los siete últimos años. De 871 toneladas en 1964 se pasó a 5.000 en 1970, valoradas en unos 26 millones de pesetas. Procedían estas importaciones principalmente de Francia y Noruega.

Las importaciones de mica pasaron de 437 toneladas en 1964 a 1.157 en 1969, descendiendo a 1.073 en 1970, con un valor de 22,5 millones de pesetas. Proceden en su mayor parte de Noruega, Argentina, India y Reino Unido.

Parecidos niveles en cuanto a valor registran las importaciones de tierras de infusorios (4.137 toneladas en 1970, valoradas en 22,4 millones de pesetas). Existe también comercio de exportación en esta partida (1.741 toneladas en 1970, con un valor de 5,2 millones de pesetas). Los principales vendedores son Estados Unidos y Argelia y, como compradores más importantes, figuran Francia y también Argelia.

Respecto a las tierras colorantes, la importación y exportación se hallan en valor prácticamente nivelados, con cantidades inferiores a los dos millones de pesetas.

El comercio exterior de espuma de mar y azabache es de exportación creciente a ritmo notable. De 1.641 toneladas en 1964 pasó a 17.067 en 1970, con valor próximo a los 47 millones de pesetas. Los principales clientes son: Reino Unido, Francia y R. F. Alemana.

4. Rocas industriales

Este grupo deminerales, pese a ser el que mayor valor aporta a la producción minera, es el que menor intensidad de tráfico registra con el exterior. Al igual que los tres restantes grupos —carbones, metálicos y no metálicos—, es de signo deficitario a lo largo del período que se considera. Dicho déficit pasó de 14 millones de pesetas en 1964 a 147 en 1970, lo que representa el 1,6 por 100 del déficit minero total. Se importaron rocas industriales por valor de 346,6 millo-

nes de pesetas en 1970, y se exportaron por valor de 199.

En el capítulo de las importaciones destacan, por el valor de las mismas, los mármoles y alabastro (que también figuran en primer lugar como exportadores); las arcillas (que igualmente ocupa el segundo lugar en el capítulo de las exportaciones); el granito y las arenas.

Estas cuatro sustancias representaron, en 1970, el 89,3 por 100 de las importaciones totales del grupo. De las restantes, las cantidades importadas son realmente modestas, del orden de 10 millones de pesetas, la más elevada.

Citadas por orden de importancia, las exportaciones del grupo se produjeron en mármoles y alabastro, arcillas, cuarzo y cuarcita y granito. De las restantes, salvo las cales (10,5 millones de pesetas), ninguna rebasó los 10 millones en exportación.

A título de curiosidad cabe hacer referencia al intenso tráfico de mármoles que en ambos sentidos se mantiene con Italia. Este país absorbió casi el 70 por 100 de las 17.754 toneladas que España exportó en 1970, y al mismo tiempo suministró el 68 por 100 de las 26.192 toneladas que se importaron en dicho año. No son menos notables las diferencias de precios: mientras el precio del mármol italiano importado era de unas 5.640 pesetas la tonelada, el precio del mármol español exportado a Italia era de 2.890 pesetas, es decir, casi exactamente la mitad que el anterior.

4. Precios de importación y exportación

A efectos meramente informativos se han reflejado en el cuadro IV los precios de importación y exportación de los minerales más importantes obtenidos de las Estadísticas de Aduanas para los años 1964 y 1970.

Acerca de los mismos no se formula ningún comentario al no considerarlos demasiado representativos, porque incluyen factores ajenos a los precios en sí de cada producto.

Únicamente cabe recordar que los precios de importación incluyen la parte correspondiente a los gastos de puesta en Aduana española del producto, dado que se trata de precios CIF. Variaciones, por tanto, en los costes del seguro o del flete se reflejan en estos precios haciéndolos oscilar aunque el precio del mineral en origen permanezca constante.

Por otra parte, existe el problema de las calidades. Aunque las partidas arancelarias son bastante detalladas, no llegan a recoger con fidelidad diferencias de calidades, con lo cual precios que en el cuadro figuran bajo el mismo epígrafe pueden referirse a productos distintos.

CUADRO IV

Preios de comercio exterior
(pesetas tonelada)

	DE IMPORTACION		DE EXPORTACION	
	1964	1970	1964	1970
Hulla	940	1.590	1.590	1.070
Hierro	690	1.090	330	370
Pirita de hierro	—	—	440	750
Pirita ferrocobrizada	—	—	510	1.070
Cenizas de piritas	—	—	260	520
Plomo	—	12.500	—	—
Zinc	6.050	6.110	3.790	5.850
Estaño	135.910	162.550	34.330	—
Manganeso	1.750	1.980	2.650	—
Aluminio	980	1.680	2.650	—
Cobre	11.600	17.790	7.000	—
Cromo	1.840	2.880	—	—
Wolframio	52.180	108.600	61.190	309.520
Titanio	3.830	4.530	870	—
Mercurio	—	—	394.290	893.880
Niquel	10.550	—	—	—
Asbestos	12.220	15.010	11.270	8.750
Azufre	1.840	2.210	—	—
Fosfatos	790	970	—	—
Caolín	2.100	3.620	870	1.580
Espato flúor	—	—	1.550	2.640
Sales potásicas	5.410	4.700	1.930	1.870
Sales sódicas	5.260	5.050	220	320
Mármol	5.930	5.490	1.150	2.950
Granito	2.050	5.940	1.400	1.400

5. Problemas de los minerales exportadores

Cuando se plantea el tema del comercio exterior de productos minerales existe la tendencia, un tanto simplista, a tratarlo como algo residual, como la mera consecuencia de un desfase entre producción y consumo desconociendo o, en todo caso concediendo poca importancia, a otra serie de factores concretos, propios de la comercialización externa, que pueden limitar la colocación de un excedente o dificultar las compras en la cuantía precisa.

Las transacciones de minerales en el mercado exterior, igual que las de cualquier otro producto se hallan sujetas a incidencias coyunturales en unos casos, persistentes en otros, y siempre dignas de ser tenidas en cuenta.

Por ello se recogen a continuación alguno de los juicios emitidos por el Plan Nacional de la Minería en torno a problemas propios del comer-

cio exterior de cada sustancia, comentarios que aquí se limitan a las que registran los volúmenes de exportación más elevados, es decir, al mineral de hierro, pirita, mercurio, Espato flúor y potasas. Por ser poco conocido y por las posibilidades que tiene para el futuro, se incluyen también algunos comentarios sobre el comercio exterior de rocas industriales.

Mineral de hierro

Nuestro comercio exterior de mineral de hierro es, a la vez, de importación y exportación.

La razón de que, siendo, fuertemente deficitario se exporte una parte de la producción es doble. De un lado, porque en gran parte se trata de minerales «finos» y su baja ley no permite introducirlos en el horno alto sin un tratamiento previo; la actual capacidad de sinterización resulta insuficiente para absorber la producción nacional re-

gistrándose, por tanto, excedentes. De otro, porque su elevado índice de impurezas hace que los siderúrgicos tiendan a rechazarlos; tiene, sin embargo, aceptación en el mercado exterior, donde, con instalaciones aptas para tratarlos o diluyendo sus impurezas en una gran masa de mineral resultan atractivos por su bajo precio.

Se importan, por tanto, minerales ricos y se exportan, por las razones anteriores, parte de nuestra producción. Este tráfico se halla sometido a deficiencias de infraestructura que encarecen y dificultan los transportes. Nuestros puertos no están preparados ni por su calado, ni por su capacidad de carga y descarga para atender a los grandes buques, lo cual significa una situación precaria en el mercado de fletes si se quieren conseguir éstos a precios que acentúen la competitividad de nuestra siderurgia.

Por otra parte, estudios realizados sobre el mercado mundial de mineral de hierro presentan a éste de signo deficitario en los próximos años. Grandes consumidores como Japón tienen cubiertas sus necesidades hasta 1980 con contratos a largo plazo. Estados Unidos y Canadá cuentan con recursos propios abundantes y participan en la explotación de minas extranjeras. La URSS puede autoabastecerse. Con todo ello, el déficit previsible gravitará fundamentalmente sobre los países de Europa Occidental —España entre ellos—, a menos que tomen medidas para ponerse a cubierto (negociación de contratos, participación en explotaciones de otros países, etc.).

Piritas

La competencia que plantea a las piritas el azufre elemental y el azufre contenido en el gas natural, entre otros, como materias primas para la obtención de ácido sulfúrico, deteriora los precios del mineral y pone en peligro uno de los capítulos más importantes de nuestra exportación de minerales.

La limitación del mercado interior no permitiría a las explotaciones el grado de desarrollo necesario para obtener rendimientos máximos. Exportar, por tanto, es una necesidad.

Las minas españolas figuran entre las más importantes del mundo, tanto en reservas como en calidad, pero si han de competir en precio con otras materias en el mercado exterior habrán de procurar reducir al mínimo sus costes de explotación. En la actualidad contribuye a encarecer el precio de venta, la insuficiente capacidad del puerto de embarque, que no permite buques de gran tonelaje, con lo cual el coste del transporte es más elevado.

A afianzar su futuro contribuirán, además, los proyectos en marcha para lograr la recuperación de todos los metales que este mineral contiene.

Mercurio

España, primer productor mundial de mercurio, no controla los precios de éste. Ello implica que los niveles de su producción se hallen subordinados a factores ajenos a nuestro país.

Los bajos precios que alcanzó el mercurio últimamente en el mercado internacional han obligado a restringir las ventas colocando en situación difícil a los productores, especialmente a los distintos de Almadén, y situando el nivel de ingresos por exportación en su punto más bajo desde 1964.

La antigua aspiración española de llegar a controlar los precios de este metal en el mercado mundial, pese a que entraña la práctica de una costosa política de stocks, debería llevarse a cabo para conseguir una capacidad de decisión sobre este metal, acorde con nuestra capacidad de producción.

Espato flúor

La demanda exterior de espato flúor —en el que España ocupa el segundo lugar en el mundo en cuanto a volumen de exportación— es elevada y su tendencia alcista.

Por ello no se esperan dificultades a la hora de colocar nuestros excedentes.

El comercio de este mineral como, en general, el de todos los restantes, para los que se mueven grandes volúmenes, se halla afectado por la insuficiente capacidad de las instalaciones portuarias. En este caso deberían mejorarse los puertos de Almería, Huelva, Avilés y Gerona, que son los puntos de embarque naturales del mineral.

Potasas

En los últimos años el mercado mundial de la potasa pasó por momentos críticos ante la aparición de nuevos productores canadienses con los yacimientos más ricos del mundo.

Los precios bajaron a partir de 1966 y, en 1969, la situación se tornó crítica. A fines de dicho año las autoridades canadienses reglamentaron su producción, estableciendo a la vez un precio mínimo. Esta autolimitación produjo una reacción positiva en el mercado, restableciendo la normalidad.

España ha logrado colocar su producción en el exterior, en estos años de crisis y, en el supuesto de que la producción canadiense continúe reglamentada, no parece que tenga dificultades para continuar su política exportadora.

La comercialización de la potasa española en el exterior se lleva a cabo por una doble vía: Potasas de Navarra comercializa su producción mientras las empresas de la cuenca catalana tienen una sociedad comercial común, Potasas Españolas, S. A., encargada de dar salida a su producción en el mercado exterior.

Se halla a punto de ser una realidad la unificación de ambos canales de comercialización en una entidad única, lo que redundará, sin duda, en beneficio de la producción al lograr una dimensión exportadora a escala internacional.

Entorpecen los embarques del mineral insuficiencias en los puertos de Barcelona y Pasajes, que habrán de ser subsanadas.

Rocas industriales

En la actualidad el comercio exterior de rocas industriales tiene escasa significación.

Sin embargo, alguna de las sustancias que componen este grupo, tales como los granitos, mármoles, yesos, puzolanas, piedra pómez y pizarras, seguramente tendrían grandes posibilidades en los mercados exteriores si su comercialización se organizase debidamente.

La calidad y el precio competitivo de la producción nacional de estas sustancias hacen prever positiva y rentable la gestión de una entidad dedicada a promocionarlos más allá de nuestras fronteras.

En arcillas somos deficitarios, mientras la investigación y explotación de las reservas permitiría eliminar la mayor parte de las importaciones.

La demanda del mercado interior de piedras en bloque parece haber remitido y es de prever que el estancamiento continúe. La solución para este producto parece hallarse en la apertura a los mercados exteriores.

En yesos existen claras posibilidades de exportar. Previamente habría que fomentar la investigación en materia de fabricación y homologación del yeso, así como de la diversificación de sus prefabricados.

La producción de puzolanas de Canarias tienen asimismo mercados exteriores próximos, los de Africa Occidental, que podrían llegar a absorber unos cuatro millones de toneladas para su producción cementera e igualmente la piedra pómez que podría ser absorbida por los mercados del Norte de Europa. Ello exigiría una inversión

relativamente reducida en explotación y la creación de instalaciones portuarias apropiadas.

6. CONCLUSIÓN

En los últimos años la industria transformadora ha conocido ritmos de desarrollo nunca antes alcanzados en nuestro país. Es natural, por tanto, que el consumo de materias primas, entre ellas los productos minerales, haya aumentado paralelamente con una intensidad desacostumbrada.

Los datos de comercio exterior expuestos son un índice claro de la evolución del consumo de minerales con fuerte crecimiento de las importaciones y descenso o, en algunos casos, cambio de signo, en determinadas sustancias de las que fuimos tradicionalmente excedentarios.

Pero hay que señalar que el impacto del consumo sobre el comercio exterior se ha visto reforzado porque la producción, en la mayoría de los casos, ha permanecido estancada.

Esta falta de respuesta de la producción a las exigencias de la demanda, en los casos en que existen reservas suficientes, podría explicarse en base a la rigidez innegable que a corto, e incluso a medio plazo, tiene el sector minero para lograr aumentos de producción. Pero la demanda pulsa fuerte desde casi un decenio y el desfase se va haciendo excesivo.

Tal anomalía fue la causa principal que motivó la elaboración del Plan Nacional de la Minería. Hay un riqueza natural que está siendo insuficientemente aprovechada a costa de agravar el déficit de la balanza comercial.

En uno de los programas del citado Plan se formula una serie de previsiones acerca del cual cabe esperar que sea la evolución del sector minero en el presente decenio.

Los cuadros de previsiones de producción de cada una de las sustancias y la inversión necesaria para alcanzarlos van precedidos de una advertencia que delimita su alcance.

«En modo alguno —se dice— se trata de anticipar el futuro sino de calcular hasta dónde se puede llegar realizando un esfuerzo que se considera factible.»

El programa esperanzador que el Plan nos ofrece hay que contemplarlo, por tanto, teniendo muy presente la anterior advertencia, que puede parecer ociosa, pero que a menudo se olvida: en último término la ejecución del Plan depende del esfuerzo inversor que se lleve a cabo.

Si las previsiones de inversión del Plan Nacional de la Minería se cumplen, en general, la evo-

CUADRO V

Comercio exterior de minerales (en toneladas)

	1969			1970		
	Real	Prevista	% Cumplimiento	Real	Prevista	% Cumplimiento
<i>Importación:</i>						
Mineral de hierro	1.000.000	1.000.000	100,0	2.452.000	1.200.000	204,3
Mineral de plomo	—	—	—	5.025	10.000	50,3
Mineral de cinc	12.672	16.000	79,2	9.158	21.000	43,6
Mineral de estaño	5.028	2.500	201,1	5.450	2.600	209,6
<i>Exportación:</i>						
Piritas	1.046.750	850.000	123,1	864.300	950.000	91,0
Potasas	514.346	435.000	118,2	443.438	540.000	82,1

Fuente: Memoria sobre la ejecución del Plan de Desarrollo.

lución del comercio exterior de minerales en los próximos años diferirá considerablemente de la aquí recogida para los pasados. Si no se lograra un nivel aceptable de cumplimiento, dichas previsiones carecerán de valor y su contraste con la realidad no será muchos más brillante que lo fue,

por ejemplo, el contraste de las previsiones de comercio exterior formuladas por el II Plan de Desarrollo con los resultados realmente obtenidos tal como lo recoge el siguiente cuadro.

Recibido: 5-III-72.

Aguas termales de la provincia de Granada

J. CRUZ-SANJULIAN (*); L. GARCIA-ROSSELL (*) y J. GARRIDO-BLASCO (**)

RESUMEN

Se presenta un inventario de las aguas termales de la provincia de Granada, así como toda la Bibliografía que ha podido localizarse referente al tema. En total se han inventariado 39 puntos de agua cuyas características hidroquímicas y termales permiten establecer tres grupos: Uno de ellos es de facies sulfatada-cálcica, y está ubicado en las zonas internas o en las proximidades del contacto Bético s. s.-Subbético. Otro es de tipo bicarbonatado calcomagnésico; sus manantiales quedan en zonas muy externas. Finalmente, la de tipo clorurado-sódica está circunscrita casi exclusivamente a la zona de Lanjarón.

ABSTRACT

A complete assemblage of data about hot springs of Granada (Spain) is presented as well as related Bibliography. There are 39 points whose hydrochemical and thermal characteristics permit the establishment of three groups. One is calcium-sulphate, an other is calcium-magnesium bicarbonate, and the other is sodium chloride. The first lies in a region near the contact between Betic s. s. and Subbetic or in the internal areas. Its maximum temperature is 49° C. The second occurs between Subbetic and Prebetic areas, and is only 22° C., maximum. The last outcroppings in the Lanjarón area, in the internal zone.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas termales constituyen un capítulo importante en el panorama hidrogeológico de las Cordilleras Béticas. Las provincias en las que se encuentran en mayor número son Murcia, A.mería, Granada y Málaga.

Presentamos aquí los resultados obtenidos hasta el momento en la provincia de Granada, y que forman parte de un estudio general sobre el termalismo que se viene realizando en el Laboratorio de Hidrogeología de esta Universidad.

Será preciso utilizar métodos adecuados para localizar la totalidad de las surgencias termales existentes, ya que parece evidente que algunas de ellas se incorporan directamente a los cauces de agua (ríos, arroyos, manantiales de agua fría, etcétera). En la zona Bética s. s., esto es espe-

cialmente importante, e impide por el momento tratar de realizar cualquier tipo de balance sobre el caudal total que afluye realmente a la superficie. Tal vez a este aporte termal se deban ciertas anomalías térmicas observadas en algunos sectores de Guadix y Vega de Granada, y que por el momento no serán consideradas en este trabajo. En la zona de Albuñol es indudable la importancia de tales aportes, que probablemente sean los principales en la alimentación del acuífero ligado a la Rambla del mismo nombre. En la zona de Almuñécar parece que sucede algo similar (García-Rossell, en preparación).

Una cuestión importante es el criterio a seguir para delimitar las temperaturas correspondientes a las *aguas termales* de aquellas otras consideradas como *normales*. La literatura hidrogeológica es pródiga en este aspecto, pero raramente llega a criterios definitivos de valor universal. Tal vez por la índole misma del problema deban adoptarse criterios particulares en cada región. Paralelamente a ello corren las numerosas clasificaciones propuestas.

(*) Dpto. de Geotectónica. Fac. de Ciencias. Univ. de Granada.

(**) Proyecto Hidrog. del Guadalquivir (FAO-IGME).

Nosotros hemos seguido en líneas generales los criterios de Castany y Schöeller, y consideramos aguas termales a aquellas cuya temperatura es mayor en 4 ó 6° C. a la media anual del aire ambiente o mayor que la más frecuente en las aguas subterráneas de la misma región climática.

Para la provincia de Granada, la temperatura más frecuente de pozos, sondeos y manantiales oscila alrededor de $15 \pm 3^\circ$ C. Por tanto, a partir de 19° C. se han considerado termales, siempre que este valor sea mayor en todo momento al de los otros puntos de agua subterránea circundantes.

Como se puede observar en el gráfico de la figura 1, las temperaturas más frecuentes son 19 a 21° C. Existe otro máximo alrededor de 26° C. El resto se escalonan hasta 49° C.

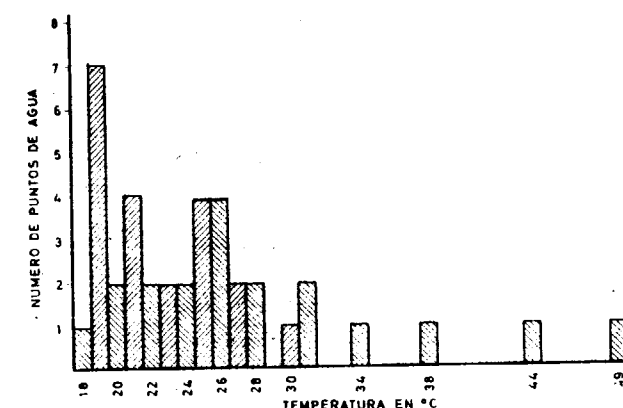


Fig. 1.—Frecuencia de las temperaturas.

De acuerdo con estos criterios se han inventariado un total de 39 puntos de agua, que incluyen:

33 manantiales, de ellos 6 con Balneario.

6 pozos.

La situación de los mismos se expone en el plano 1, donde han sido representados los límites de los grandes conjuntos de las Cordilleras Béticas (Prebético, Subbético, Depresiones interiores y Bético, s. s.).

Las restantes características hidrogeológicas se presentan tabuladas en la tabla 1.

Las principales fuentes de información utilizadas han sido:

1.º Publicaciones hidrogeológicas, geológicas, geográficas y médicas, en las que se hace referencia al tema.

2.º Proyecto Hidrogeológico del Guadalquivir (FAO-IGME).

3.º Datos facilitados por las direcciones de algunos balnearios (Zújar, Alhama y Graena) y especialmente de Aguas de Lanjarón, S. A. A ellos expresamos nuestro agradecimiento.

4.º La existencia de termalismo en la zona de Albuñol nos ha sido facilitada por Nieto Salvatierra y Fernández-Rubio, que en la actualidad estudian las características hidrogeológicas de la Rambla de Albuñol.

5.º Diccionario Madoz, que es una excelente fuente de información sobre existencia y características físico-químicas de manantiales termales y minero-medicinales. Ya en 1846 describe los manantiales de Albuñol, Alhama, Graena, Zújar, etcétera.

II. MÉTODOS DE ESTUDIO ANALÍTICO

Se ha realizado el análisis químico de 28 muestras, con determinación cuantitativa de los siguientes iones:

Aniones: Carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros.

Cationes: Calcio, magnesio, sodio, potasio.

Los carbonatos y bicarbonatos se determinaron mediante volumetría, utilizando como indicador fenolftaleína para los carbonatos y naranja de metilo para los bicarbonatos.

Los sulfatos, colorimétricamente con dicromato bórico.

Los cloruros mediante complexometría volumétrica con nitrato mercurico. Se utilizó como indicador una mezcla de difenil-carbazona y azul de bromofenol.

El sodio y potasio, con fotometría de llama.

El calcio y magnesio complexométricamente con EDTA, negro de eriocromo T para calcio y magnesio, y calceína para la determinación del calcio.

Los resultados de los análisis se expresan en miliequivalentes/litro.

La conductividad eléctrica se expresa en mmho/cm, a 25° C.

Los citados análisis se realizaron en su mayoría antes de veinticuatro horas desde que fue tomada la muestra, pero no en el mismo punto de surgencia.

Los resultados analíticos se representan mediante diagramas de Piper y de Schöeller-Berkaloff (figuras 2 y 5, respectivamente).

III. FACIES HIDROQUÍMICAS

Los datos analíticos muestran la existencia de tres facies, de acuerdo con el predominio de los respectivos aniones:

Bicarbonatadas cálcico-magnésicas.

Sulfatadas cálcicas.

Cloruradas sódicas.

III.1. Bicarbonatada cálcico-magnésica

A esta facies corresponden los puntos números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 31.

Todos ellos están situados en las zonas más externas de la Cordillera, próximos al contacto Prebético-Subbético. Hay que exceptuar la número 31, ubicada en el sector de Lanjarón (Zonas Internas, Bético, s. s.). Las condiciones de surgencia de este manantial sugieren muy fundamentalmente la posibilidad de que proceda de la mezcla de aguas superficiales con otras termales.

Las temperaturas de esta facies bicarbonatada no superan los 22° C., y su máxima conductividad es de 1,036 mmho/cm.

III.2. Sulfatada cálcica

A este tipo pertenecen los puntos números 7, 12, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 33, 34, 35, 36, 37, 38 y 39.

Dentro de esta facies hay un grupo de manantiales cuyo contenido en cloruros es elevado (números 12, 20, 23, 24, 27 y 21). Creemos que también debe incluirse en este subgrupo la número 21, aunque los resultados de los análisis (reiteradamente repetidos) no sean demasiado satisfactorios.

Están situados en las proximidades del contacto del Bético s. s. (zonas internas, metamórficas) con el Subbético s. l. (zonas externas, sedimentarias, no metamórficas).

Sus temperaturas son netamente superiores a las que presentan la facie bicarbonatada.

En la zona de Orce, intermedia geográfica y geológicamente entre ambos dominios, parecen coexistir ambas facies. También allí las temperaturas son intermedias. Puede tratarse por tanto de una zona donde coexistan las circunstancias genéticas de ambos tipos de termalismo, o bien donde se mezclen aguas procedentes de dominios diferentes.

Es notorio el hecho de que estos manantiales sulfatados clorurados surjan en materiales calizo-dolomíticos, ya sea en el Trías Alpujarride, ya sea en el Subbético Interno.

III.3. Clorurada sódica

Esta facies comprende los puntos 14, 29, 30 y 32.

Tanto las condiciones de surgencia como las características físico-químicas son notablemente diferentes entre el número 14 (Zújar) y los restantes (Lanjarón). En tanto que el primero está

relacionado con materiales del Subbético Interno (Cruz-Sanjulián y García-Rossell, 1972 a y b), los de Lanjarón aparecen en unidades muy internas del Bético, s. s.

Respecto al quimismo, el de Zújar presenta un contenido en sulfatos equiparable al de cloruros, en tanto que en los de Lanjarón preponderan netamente estos últimos.

La temperatura es de 38° en el número 14, y de 28° como máximo en los restantes.

El caudal es de 180 l/seg. en Zújar, en tanto que los tres de Lanjarón no superan más de 10 l/seg. Las conductividades son:

Zújar	5,609 mmho/cm.
Baños núm. 1 (Lanjarón)	7,294 » »
Ferruginoso 2 (Lanjarón)	12,47 » »
Banca del Molino (Lanjarón)	22,446 » »

La razón por la que incluimos el punto 14 en el mismo grupo que los 29, 30 y 32 es, como indicáramos al principio, por el predominio de las cantidades en reacción de cloruros sobre sulfatos ($r Cl^-/r So_4$ mayor que 1).

No obstante, las diferencias señaladas, junto a las analogías que el punto 14 presenta con los manantiales sulfatados (ver figs. 2 y 5) nos inclinaria a considerarlo genéticamente ligado a estos últimos.

IV. TEMPERATURAS

Las temperaturas más frecuentes son 19-21° C., como se puede observar en el gráfico de la figura 1. Otro máximo se muestra alrededor de 26° C., y el resto se escalonan hasta 49° C. De todas formas, el número de puntos considerados es demasiado reducido como para dar significación estadística a tales valores. Para una serie de manantiales sulfatados, parece existir una relación entre su temperatura y la distancia al contacto Bético, s. s.-Subbético. Cualquier conclusión en este sentido debe basarse en datos regionales, ya que las circunstancias locales de surgencia provocan notables diferencias térmicas sin ninguna significación de tipo general.

Nombre y número del manantial	Distancia al contacto Bético s. s.-Subbético	Temperatura
Alhama de Granada,		
G 23	0,7 km. aproximad.	49° C.
Baños de Graena, G 21.	1 » »	44° C.
Baños de Zújar, G 14	5 » »	38° C.
Baños de Alicún, G 12.	9 » »	34° C.
Balneario Sierra Elvira,		
G 20	12 » »	31° C.

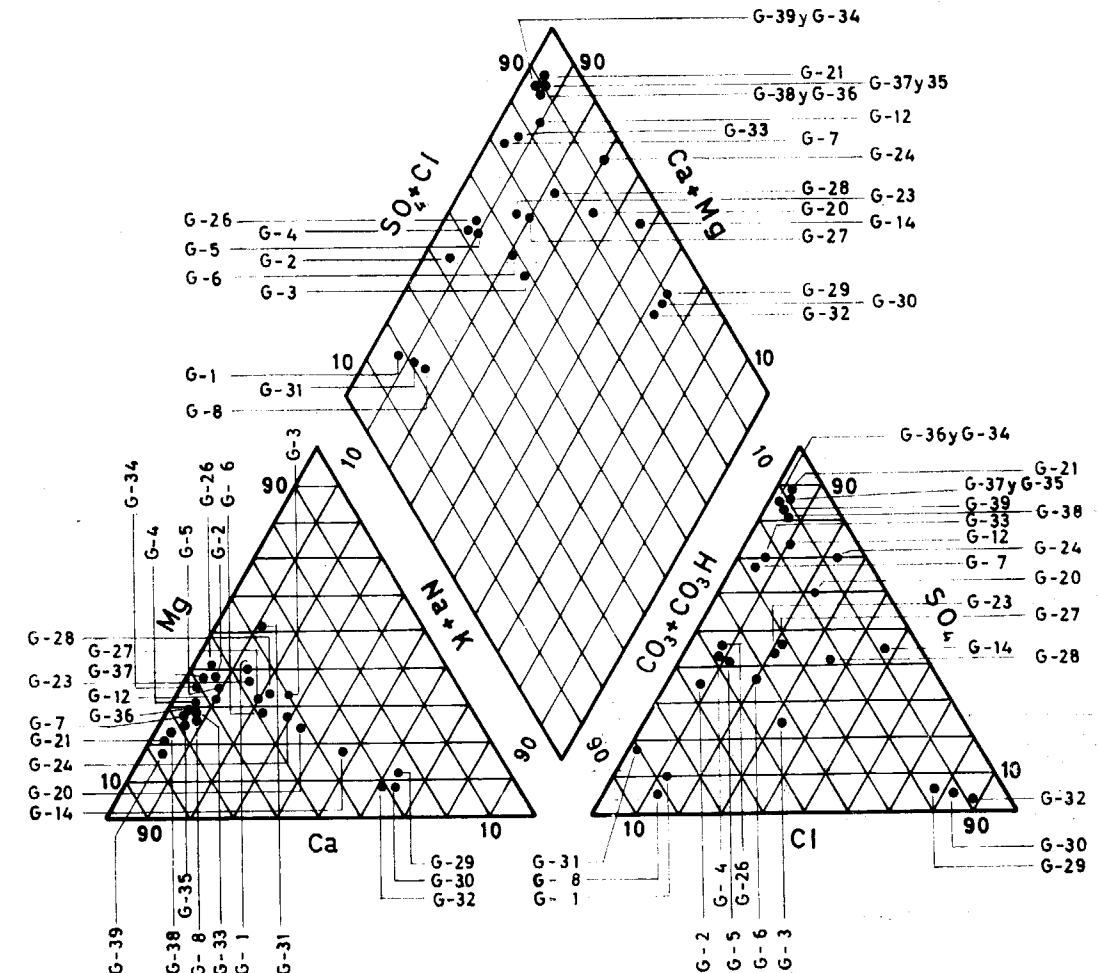


Fig. 2.—Diagrama de Piper.

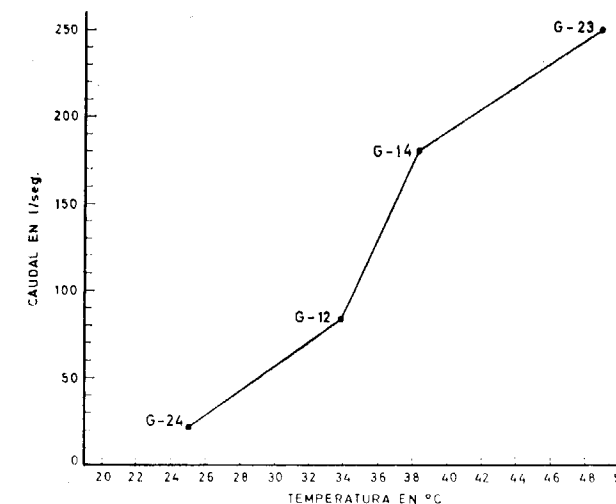


Fig. 3. Relación caudal-temperaturas.

Estos valores se expresan en el gráfico de la figura 4, que muestra una relación de tipo logarítmico entre distancias y temperaturas. Ello permitiría establecer una zonalidad horizontal expresable mediante isotermas. Tal vez los nuevos datos de otras provincias permitan corroborar y precisar estas hipótesis.

Por razones obvias, los manantiales de la zona de Lanjarón merecen una especial atención. De los 42 allí existentes hay 25 que sobrepasan 18° C., pero sin llegar en ningún caso a 30° C. (Jordana, 1968). Aunque los conocimientos actuales sobre su génesis son aún precarios, los datos de que disponemos hacen suponer que existe una mezcla de aguas procedentes de acuíferos termales, profundos, con otros superficiales, no termales y ricos en Fe y CO₃H⁻.

En este trabajo hemos incluido solamente los

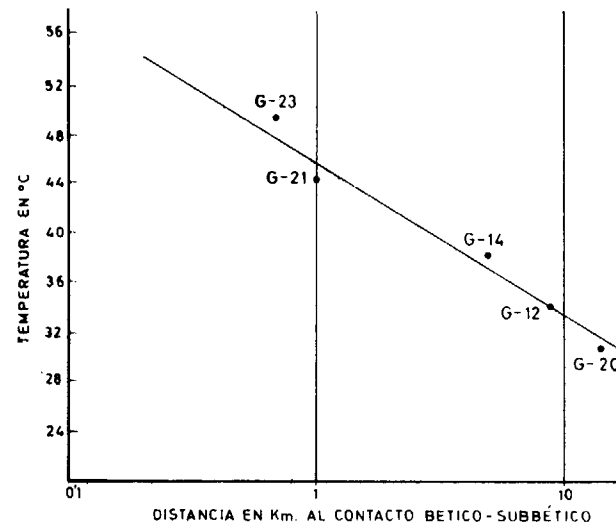


Fig. 4.—Relación temperatura-distancia contacto bético-subbético.

cuatro manantiales de mayor temperatura, por ser los únicos que cumplen las condiciones de termalismo indicadas al principio. No obstante creemos que las conclusiones enumeradas respecto a los mismos deben considerarse aún provisionales.

V. CAUDALES

También parecen estar relacionados los caudales con las temperaturas de surgencia.

El gráfico de la figura 3 parece mostrar que los caudales son mayores en las surgencias de mayor temperatura. Algunos de los puntos inventariados no cumplen esta norma general, ya que, naturalmente, entran en juego a este respecto otros factores, entre los cuales es de importancia decisiva el desconocimiento de los verdaderos caudales que proceden de zonas profundas. A este respecto, las zonas de Lanjarón, Rambla de Albuñol y Bacamías son especialmente significativas, ya que el caudal que aflora sólo representa una mínima parte de la fluencia termal.

VI. CONCLUSIONES

1. Hay un número considerable de manifestaciones termales en la provincia de Granada. Ha de tenerse en cuenta —además—, que los conocimientos sobre el tema son aún precarios, y puede que exista mayor número de surgencias de las aquí inventariadas,

2. Existen tres facies hidroquímicas:
 - Bicarbonatada cálcico-magnésica.
 - Sulfatada cálcica.
 - Clorurada sódica.
3. La facies bicarbonatada cálcico-magnésica está asociada a las zonas Externas (Prebético y Subbético, s. l.). Su temperatura media es la más baja.
4. La facies sulfatada está ligada a las zonas Internas o al contacto de estas con el Subbético

HIDROQUIMICA DE LAS AGUAS TERMALES DE LA PROVINCIA DE GRANADA

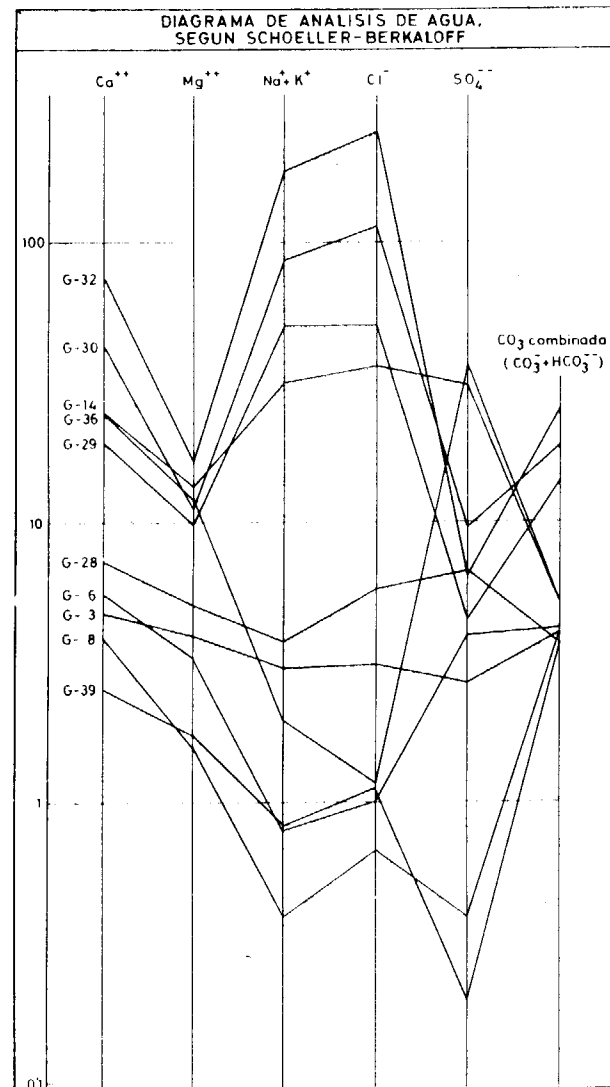
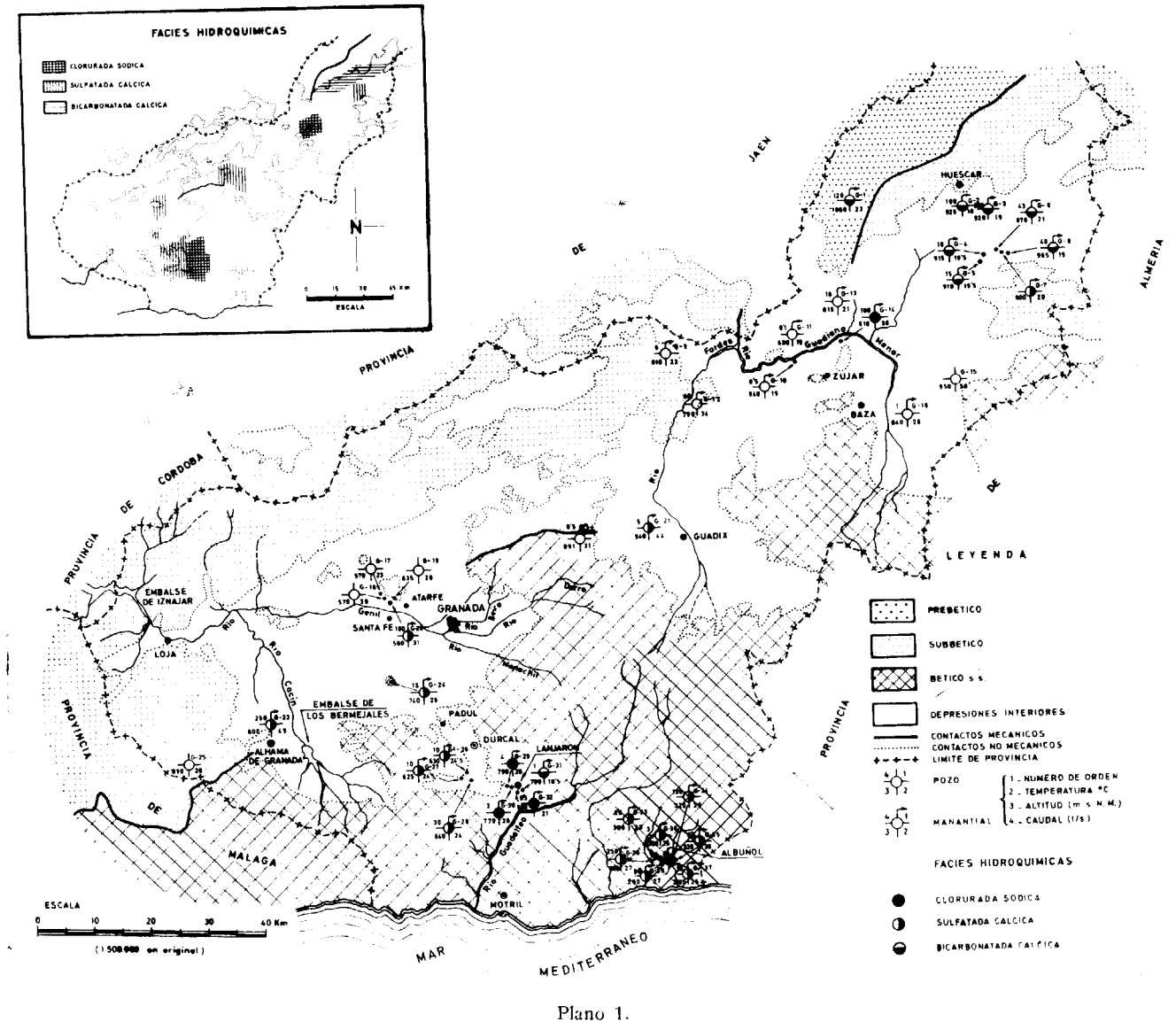


Fig. 5.—Diagrama de Schöeller-Berkaloff.



más meridional. Sus temperaturas y caudales son los más elevados.

5. La facies clorurado-sódica está circunscrita casi exclusivamente al sector de Lanjarón (zonas Internas). Sus temperaturas son intermedias entre las otras dos facies y los caudales muy reducidos.

6. Las variaciones de temperatura dentro de la facies sulfatada parecen estar controladas por dos factores: caudal y distancia al contacto Bético, s. s.-Subbético, s. l.

7. Puede hablarse de tres provincias geotérmicas

caracterizadas por sus distintas facies hidroquímicas y temperaturas. Uno de nosotros (Cruz-Sanjulián) piensa que estas tres facies pueden reducirse genéticamente a sólo dos. De esta forma la facies clorurada (sector de Lanjarón) corresponderían a aguas originariamente sulfatadas que han sufrido importantes procesos de reducción y cambio de bases.

8. Los actuales estudios de ciertos oligoelementos en un área más amplia, junto con otros datos regionales, tal vez conduzcan a alguna conclusión suficientemente justificada sobre la génesis de estas aguas termal.

Núm.	Nombre	Hoja 5.0000	Coordenadas	Cota	T. agua °C	T. aire °C	Fecha medida	Q l/s	Conduct. µmho/cm.	Ca	Mg	Na	K	CO ₂ H	SO ₄ =	Cl-	Situación geológica	Tipo
G-1	Fuente de Tubos.....	950	0°55'12" E 37°49'15" N	1080	22	17	24-9-66	120	0,60	3,2	2,68	0,97	00	5,3	0,7	0,87	Contacto Prebético Subbético.	Manantial
G-2	Parpacén	950	1°06'58" E 37°48'16" N	925	18	23	22-9-66	100	0,75	5,1	3,74	0,59	0,0	4,7	3	0,58	Neógeno sobre Subbético septentrio- nal.	Idem
G-3	Fuencaliente (Huéscar).....	950	1°09'56" E 37°48'08" N	920	19	23	22-9-66	600	1,034	4,85	3,96	3,03	0,1	4,2	2,7	3,11	Idem id.	Idem
G-4	Fuente de la Balsa de la Alquería	950	1°09'28" E 37°43'07" N	915	19,5	14	7-9-66	10	0,844	5,94	2,88	0,57	0,0	4,3	3,9	0,58	Idem id.	Idem
G-5	El Vaho	950	1°09'02" E 37°42'50" N	910	19,5	18	7-9-66	15	0,823	5,22	3,24	0,85	0,0	4,2	3,9	0,97	Idem id.	Idem
G-6	Fuencaliente (Orce).....	951	1°10'58" E 37°43'40" N	876	21	11	8-9-71	43,5	1,034	6,40	3,60	2,27	0,39	5,4	4,8	2,62	Idem id.	Idem
G-7	El Marchal.....	951	1°11'12" E 37°43'33" N	900	20	21	7-9-71	10	0,895	8,28	3,42	0,48	0,0	3,4	8,2	0,58	Idem id.	Pozo
G-8	Fuente Almorzara.....	951	1°12'36" E 37°43'10" N	965	19	14	13-10-66	40	0,351	3,51	1,62	0,4	0,0	4,5	0,35	0,68	Idem id.	Manantial
G-9	Balsa del Cerro de Alicún.....	971	0°52'51" E 37°36'22" N	810	23	13	5-11-66	6	—	—	—	—	—	—	—	—	Subbético.	Idem
G-10	Cortijo del Cura	971	0°46'28" E 37°33'40" N	640	19	16	26-10-66	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	Neógeno sobre contacto Bético s. s. Subbético.	Idem
G-11	Cortijo de Buenavista	971	0°46'56" E 37°33'40" N	630	19	11	27-10-66	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	Idem id.	Idem
G-12	Baños de Alicún	971	0°34'56" E 37°30'34" N	790	34	25	20-8-71	80	2,45	16,3	9,2	1,8	0,9	4,4	21,2	2,7	Subbético.	Idem
G-13	Cortijo de Figue Alto	972	0°52'00" E 37°39'37" N	815	21	26	8-9-66	10	—	—	—	—	—	—	—	—	Neógeno sobre Subbético.	Idem
G-14	Baños de Zújar	972	0°52'22" E 37°35'22" N	618	38	19	14-9-69	180	5,57	25,6	13	32,6	1	4,1	3,4	3,6	Subbético meridional.	Idem
G-15	La Serrá.....	972	1°05'35" E 37°31'29" N	990	30	29	6-9-66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Neógeno sobre contacto Bético s. s. Subbético.	Sondeo
G-16	Cortijo del Curcás.....	994	0°59'52" E 37°28'48" N	840	28	33	10-8-66	1	—	—	—	—	—	—	—	—	Neógeno sobre Bético s. s.	Manantial
G-17	Carretera de Atarfe a Pinos	1009	0°03'04" W 37°14'33" N	570	23	11	5-4-66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Subbético meridional.	Pozo
G-18	Cantarrana	1009	0°02'44" W 37°14'16" N	570	20	10	17-2-67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Idem id.	Idem
G-19	Pozo del Cementerio	1009	0°00'01" E 37°23'44" N	635	20	10	27-1-67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Idem id.	Idem
G-20	Balneario Sierra Elvira.....	1009	0°02'02" W 37°13'31" N	580	31	18	29-3-66	160	3,22	13,4	8,4	9,5	1,7	5,3	20	7,7	Idem id.	Manantial
G-21	Baños de Graena.....	1010	0°28'45" E 37°19'41" N	940	44	20	5-9-66	5 ?	2,65	25,4	7,5	1,1	0,23	2,5	2,4	0,5	Neógeno sobre Bético s. s.	Idem
G-22	Los Bañuelos.....	1010	0°22'04" E 37°18'04" N	890	31	22	3-9-66	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	Contacto Bético s. s. Subbético.	Idem
G-23	Balneario de Alhama	1025	0°17'39" W 37°01'08" N	800	49	18	13-6-66	260	0,861	4,05	3,11	1,4	0,1	2,9	3,92	1,74	Subbético meridional.	Idem
G-24	Baños de la Malahá.....	1026	0°02'24" W 37°06'08" N	740	26	11	28-4-66	15 ?	—	15,9	10,2	10,9	0,10	2,03	26,0	9,0	Bético s. s.	Idem
G-25	El Consejo (Zafarraya).....	1040	0°28'43" W 36°58'40" N	890	20	14	1-4-67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Subbético meridional.	Sondeo
G-26	Urguizar Norte	1041	0°08'15" E 35°58'30" N	630	24,5	9	18-1-72	10	0,843	4,8	3,3	0,7	0,1	4,4	4,5	0,68	Bético s. s.	Manantial

Núm	Nombre	Hoja 5.0000	Coordenadas (1)	Cota (2)	T.º agua °C	T.º aire °C	Fecha medida
G-27	Urquizar Sur...	1041	0°06'15" E 35°58'30" N	625	24,5	9	18-1-72
G-28	Bacamías ...	1041	0°06'10" E 35°58'20" N	640	24	8	18-1-72
G-29	Baños núm. 1...	1042	0°11'40" E 36°55'25" N	790	26	8	28-1-72
G-30	Ferruginoso... 2	1042	0°11'40" E 36°55'25" N	770	28	10	28-1-72
G-31	Fuente del Río ...	1042	0°13'00" E 36°55'20" N	700	18,5	10	28-1-72
G-32	Bancal del Molino ...	1042	0°13'00" E 36°55'15" N	680	21	10	28-1-72
G-33	Las Moraillas...	1056	0°28'10" E 36°47'55" N	300	23	15	18-2-72
G-34	Las Angosturas Norte ...	1056	0°29'50" E 36°47'45" N	320	26	12	18-2-72
G-35	El Espéñao...	1056	0°29'50" E 36°47'45" N	320	26	12	18-2-72
G-36	La Alberca...	1056	0°29'45" E 36°47'45" N	310	25	12	18-2-72
G-37	Las Angosturas Sur ...	1056	0°29'50" E 36°47'45" N	305	25	11	18-2-72
G-38	Manantial del Río ...	1056	0°28'45" E 36°47'40" N	300	27	20	18-2-72
G-39	Del Molino...	1056	0°28'45" E 36°47'35" N	280	27	13	18-2-72

- (1) Los valores de la longitud se refieren al meridiano de Madrid.
- (2) En m. S. N. M.
- (3) Todos los contenidos de aniones y cationes se expresan en meq./l.

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ ARAYACA, M. (1911): *Algunos datos hidrogeológicos de la zona que comprende Guadix y Baza (provincia de Granada)*. «Bol. Geol. Min.», tomo XXII, páginas 165-178, Madrid.

ANÓNIMO (1890): *Estado de los establecimientos balnearios oficiales...* «Gaceta de Madrid», núm. 111, 21 de abril, páginas 187-189, Madrid.

— (1944): *Guía balnearia de 1944*. Direc. de Turismo Público.

BALNEARIOS Y AGUAS MINERALES NATURALES DE ESPAÑA (1968). Dirección general de Promoción del Turismo. Suplemento 245, Madrid.

BOTELLA Y DE HORNOS, F. DE (1892): *Monografía de las aguas minerales y termales de España*. Ministerio de Fomento.

CORMY, C.; DEMIANS, D'ARCIMBAUD, J., y SURCIN, J. (1970): *Prospection géothermique aux Antilles françaises. Guadalupe et Martinique*. United Nations Symposium of the development and utilization of geothermal energy, Pisa.

CRUZ-SANJULIÁN, J. (1970): *Estudio geológico e hidrogeológico del sector Zújar-Jabalón*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada (inédita).

CRUZ-SANJULIÁN, J., y GARCÍA-ROSELL, L. (1972a): *Nota sobre la estratigrafía, estructura y posición tectónica del Jabalón y sectores adyacentes. (Cordilleras Béticas. Provincia de Granada)*. «Cuadernos de Geología».

— y — (1972b): *Características hidrogeológicas de la zona del Jabalón (Granada)*. «Bol. Geol. Min.», tomo LXXXIII, I, núm. 351-358, 3 figs., 1 mapa.

CHAMORRO MUÑOZ, J.; IZQUIERDO FERNÁNDEZ, E., y LÓPEZ MARÍN, J. (1970): *Estudio hidrogeológico de la zona del Temple*. Trab. inédito, Lab. Hidrog. Fac. Cienc. Universidad de Granada.

CHOCRÓN MURCIANO, J. (1969): *Estudio hidrogeológico de una zona de los alrededores del pueblo de La Malahá*. Trab. inédito del Lab. de Hidrog. Fac. de Cienc. Universidad de Granada.

DÍEZ TORTOSA, J. L. (1909): *Nota sobre el Turbal de El Padul*. «Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», págs. 280-284, tomo IX, Madrid.

GOGUEL (1953-oct.): *Le régime thermique de l'eau souterraine*. «Annales des Mines», Paris.

HAUSER (1902): *Nuevas investigaciones sobre la relación*

duct. ho/cm.	Ca (3)	Mg	Na	K	CO ₂ H ⁻	SO ₄ =	Cl ⁻	Situación geológica	Tipo
407	6,4	4,2	2,5	0,2	4,5	6,5	3	Idem.	Idem
161	7,2	5,1	3,7	0,0	3,8	7	5,7	Idem.	Idem
294	21,5	10,5	50	2	13,9	4,9	62,5	Idem	Idem
47	45	13,5	90	5	19,9	10	123,1	Idem.	Idem
623	3,06	4,14	0,9	0	6,2	1,5	0,1	Idem.	Idem
446	77,4	16,2	16	9,2	26,3	6,5	237,6	Idem.	Idem
47	13,3	5,8	1,5	0	5,1	16	1,3	Idem.	Idem
54	26,5	16,2	1,9	0,1	4,6	36	1	Idem.	Idem
68	27,4	10,6	2,6	0	4,3	36	2,9	Idem.	Idem
54	25,2	11,7	2,0	0,1	4,7	34	1,2	Idem.	Idem
68	25,9	16,9	2,1	0	4,6	38	1,7	Idem.	Idem
41	26,3	8,3	1,7	0	4,9	33,2	1,3	Idem	Idem
48	33,2	8,1	1,8	0,1	4,8	34	1,4	Idem	Idem

entre la evolución y la estructura geológica de la Península Ibérica y las aguas minerales. «Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», t. 2, págs. 61-62, Madrid.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1947): *Contribución al estudio de las aguas juveniles, y a la hidrogeología de la península Hispánica*. Cong. Luso-Esp. Hidl. First. Lisboa Act, páginas 407-420. Lisboa.

KELLER, G. V. (1970): *Induction methods in prospecting for hot water*. United Nations Symposium. Pisa.

LINN, T. (1893): *The health springs of Europe. A medical guide to the mineral springs of Europe*. London. H. Kimp-ton, pág. 330, 13 vignettes, mapa 5.ª ed. 1897. New York. D. Appleton and Co. 323 págs.

MADOZ, P. (1846): *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*. (2.ª edic.), Madrid.

MAHON, W. A. T. (1970). *Chemistry in the exploration of hydrothermal systems*. United Nations Symposium for devel. Pisa.

MÉDICOS DIRECTORES DE BAÑOS (1903): *Reseña de los principales Balnearios de España*. Libro dedicado a los miembros del XIV Congr. Intern. de Med., abril 1903, 332 páginas, 30 ilustr., Ed. Cover, XIV Congr. Int. Med. Aguas mineromedicinales de España, abril, 1903, Madrid.

MORET, L. (1946): *Les Sources Thermominerales*. Masson et Cie, Paris.

SÁNCHEZ LOZANO, R. (1913): *La tectónica general en relación con las aguas minero-medicinales*. «Bol. Geol. Min.», tomo XXXIV, págs. 295-306.

SCHÖELLER, M. (1949): *La temperature des eaux souterraines*. Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Bordeaux, 1 vol. 182 págs., 69 figs., Paris.

URBAIN, P. (1967): *Geochimie et hidrogeologie des enveloppes aqueuses et des eaux thermominerales*. Librairie Scientifique et Technique. A. Blanchard. 9, Rue de Médecis, Paris.

WARING, G. A. (1965): *Thermal springs of the United states and other countries of the World*. A Summary. Geological survey Professional. Paper. 492 U. S. Gov. printing office. Washington.

WHITE, D. E. (1970): *Geochemistry applied to the discovery evaluation and exploration of geothermal energy*. United Nations Symposium, Pisa.

Recibido: 24 de marzo de 1972.

Los métodos geofísicos en cartografía geológica

por F. FERNANDEZ ALONSO (*)

RESUMEN

Se exponen las posibilidades de los métodos de prospección geofísica en la cartografía geológica del subsuelo y se muestran algunos ejemplos prácticos.

SUMMARY

The possibilities of the geophysic prospection methods in the subsoil geological cartography are shown and some practical examples given.

1. INTRODUCCIÓN

Hay dos técnicas relativamente modernas que pueden prestar ayuda inestimable en cartografía geológica.

Una de estas técnicas es la «fotogeología» que se emplea ampliamente en la delimitación de contactos geológicos, buzamientos, estructuras, etcétera, y para determinar fracturas y fallas, siempre que se manifiesten de alguna manera en la superficie. La otra técnica, mucho menos difundida, es la «georísica», que investiga el subsuelo delimitando estructuras no aflorantes.

Hasta el momento presente no se han empleado de manera sistemática los métodos geofísicos en la cartografía oficial de España. Su uso, tanto por centros oficiales como por empresas privadas, se encuentra restringido a investigaciones prácticas de minería, aguas subterráneas, etc., y sólo indirecta y esporádicamente, se utilizan los datos obtenidos en cartografía geológica, que de esta manera viene a ser «subproducto» final de la investigación propiamente dicha cuando, generalmente, en toda prospección racional la cartografía debe preceder a los restantes trabajos de investigación. Como, por otra parte, casi todas las investigaciones prácticas se hacen sobre áreas restringidas, los resultados, en general, no aportan datos de inte-

rés para resolver problemas geológicos regionales que son los fundamentales porque se refieren al «bosque», no a los «árboles».

En otros países, con geología menos complicada que la nuestra, y donde, en consecuencia, las extrapolaciones pueden hacerse a áreas más amplias, se utilizan los métodos geofísicos para resolver problemas concretos que se le presentan al geólogo durante el trabajo de campo. De esta manera, los mapas y cortes geológicos son documentos cuantitativos que representan con mucha aproximación la realidad de la naturaleza.

Es cierto que en investigaciones de alcance nacional entran en juego consideraciones económicas de gran peso, que no pueden olvidarse al programar los trabajos, pero pensamos que, eligiendo el método geofísico adecuado a la zona que se investiga y al problema que se plantea, empleando los aparatos de medida idóneos, adaptando una red de observaciones en consecuencia con la escala del levantamiento y naturaleza del problema e interpretando correctamente los resultados obtenidos, esta investigación complementaria no sería antieconómica.

El momento presente es muy adecuado para estudiar la conveniencia de incluir la geofísica como ayuda a la cartografía geológica de nuestro subsuelo y aprovechar, en muchas zonas, anteriores investigaciones geofísicas parciales, realizadas con otros fines.

En lo que sigue se expone brevemente alguno

(*) Ldo. en Ciencias. Consultor Geofísico.

de los problemas geológicos que puede resolver la investigación geofísica y se muestran ejemplos obtenidos en investigaciones mineras y de aguas subterráneas de áreas restringidas.

De estos ejemplos se ha suprimido intencionalmente los datos de interés práctico directo.

2. PROBLEMAS GEOLÓGICOS QUE PUEDE RESOLVER LA GEOFISICA

Aunque en realidad en todo estudio del subsuelo la investigación geofísica puede contribuir a un mayor perfeccionamiento, su empleo es realmente imprescindible para resolver, de modo satisfactorio y preciso, las siguientes cuestiones que con frecuencia se plantean al geólogo.

2.1. Cartografiar contactos entre formaciones no aflorantes y deducir la naturaleza litológica más probable de aquellas.

2.2. Determinar la secuencia litológica real, tanto en profundidad como lateral (cambio de facies), de las capas del subsuelo y su espesor o extensión.

2.3. Determinar la profundidad y topografía del sustrato y precisar su naturaleza litológica.

2.4. Fijar la posición de fallas ocultas e incluso conocidas o supuestas por indicios superficiales, y, en muchos casos, conocer el desplazamiento relativo entre bloques.

2.5. Determinar la red fundamental de fracturación que afecta a un medio rocoso y su desarrollo en profundidad.

3. ELECCIÓN DE MÉTODOS

Dentro de cada caso, se elige el método que ponga de relieve el posible contraste entre las diversas unidades.

Para ello se determinarán previamente las propiedades físicas reales de los distintos horizontes rocosos, midiéndolas sobre afloramientos o en muestras geológicamente representativas. Si no hay afloramientos se pueden extrapolar los resultados de zonas próximas con geología similar. Si esto no es posible, y sólo como orientación, se utilizan los valores que figuran en las tablas que reproducen las publicaciones especializadas. Como regla general hay acusado contraste de propiedades físicas entre rocas no consolidadas (arenas, arcillas) y rocas compactas (pizarras, areniscas, cuarcitas, granito, etc.).

Debe tenerse en cuenta que el poder resolutivo y la exactitud de los distintos métodos geofísicos disminuye con la profundidad y depende de la morfología de la zona que se investiga, del ta-

maño de los cuerpos que se buscan, de su forma de yacer y de la naturaleza del contacto con el medio encajante.

Cuando con dos métodos se obtienen resultados análogos, se emplea lógicamente el más económico.

Las posibilidades en cartografía geológica, de los métodos eléctrico, sísmico, gravimétrico y magnético se enumeran a continuación.

3.1. Métodos eléctricos

Existen diferentes técnicas de prospección, tanto aeroeléctricas como geoeléctricas, cuya aplicación práctica se hace en función de la naturaleza del problema planteado y del detalle de la investigación.

3.1.1. Métodos aeroeléctricos

Sólo de los electromagnéticos existe modalidad aerotransportada por medio de aviones o de helicópteros.

Hay numerosos sistemas de medida, algunos en etapa experimental, que aprovechan como emisor tanto campos electromagnéticos artificiales como naturales de origen telerico.

La aplicación de los métodos electromagnéticos aéreos es muy adecuada en cartografía geológica de grandes áreas, por su bajo costo unitario. Su empleo es particularmente indicado en aquellas zonas que poseen horizontes conductores de extensión regional y con la continuidad suficiente para poner de relieve las estructuras existentes.

3.1.2. Métodos geoeléctricos

3.1.2.1. *Sondeos eléctricos verticales (SEV).*— Pueden emplearse con éxito para: a) determinar la secuencia en profundidad de las unidades «litoeléctricas» —conjunto litológico eléctricamente diferenciado—, b) conocer su espesor, c) determinar la topografía del sustrato, d) precisar el desplazamiento relativo entre bloques afectados por fallas, e) investigar cambios laterales de facies y f) descubrir y seguir horizontes de interés (horizontes-guía) para poner en evidencia y cartografiar estructuras ocultas.

Se utilizan diversos dispositivos electódicos.

3.1.2.2. *Calicatas eléctricas (C. E.).*—Las calicatas son adecuadas para: a) fijar la posición de fallas, b) determinación de cambios laterales de facies, c) determinar la red de fracturación de un medio rocoso y d) precisar el contacto entre dos unidades litoeléctricas subverticales no aflorantes.

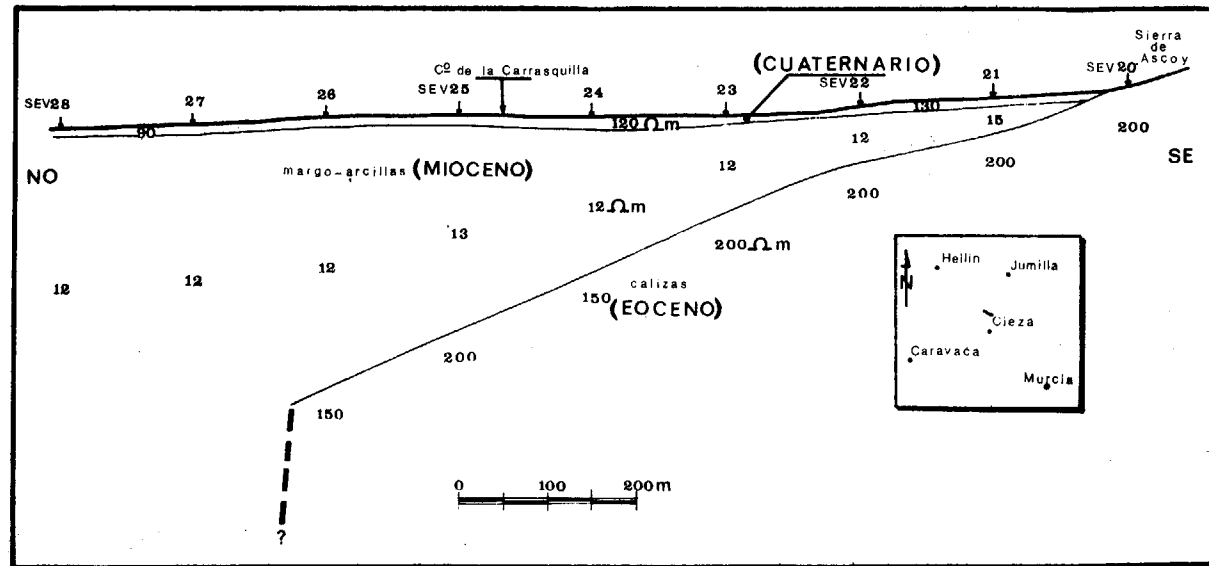


Fig. 1.

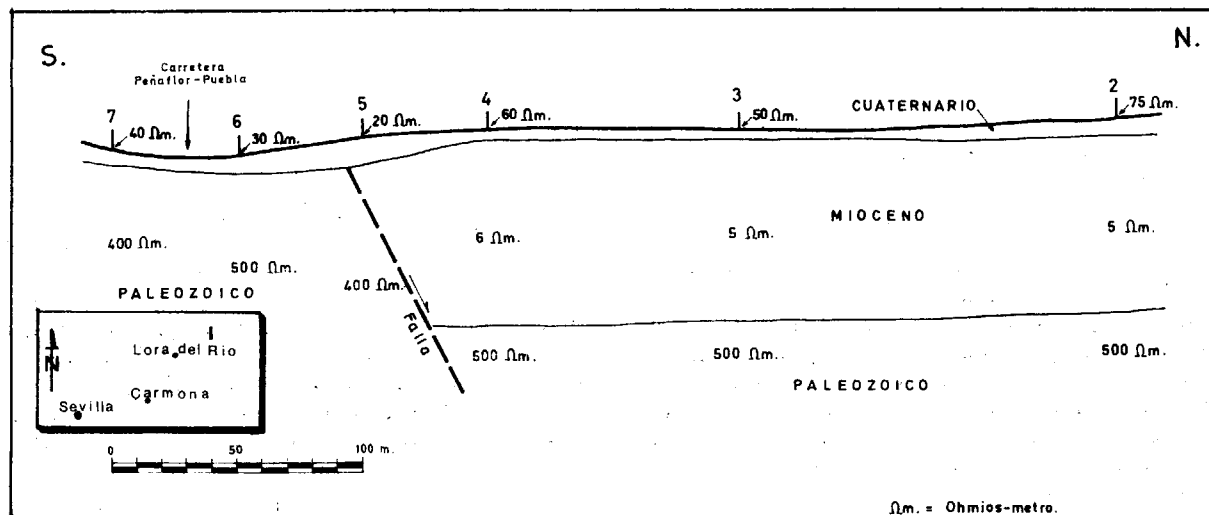


Fig. 2.

También pueden emplearse diferentes dispositivos electródicos e incluso técnicas intermedias que investigan cambios laterales de resistividad a profundidad creciente (sondeos eléctricos inclinados S. E. I.).

La aplicación conjunta de C. E. y S. E. V. en un medio con estratigrafía horizontal o subhorizontal fallado, permiten determinar la situación de las fallas y la componente vertical del desplazamiento relativo entre bloques.

3.1.2.3. *Otros métodos geoelectrónicos.* — Otros métodos geoelectrónicos (electromagnéticos, polarización espontánea, etc.), pueden utilizarse para cartografiar conjuntos litológicos subsuperficiales eléctricamente conductores, que constituyan horizontes-guía para determinar estructuras.

3.2. Métodos sísmicos

Son los métodos geofísicos que con mayor exactitud determinan la topografía del sustrato, sobre todo cuando se encuentra a profundidad relativamente elevada. La eficacia de estos métodos en cartografía geológica está sobradamente comprobada en numerosas prospecciones petrolíferas, cuyo objetivo es siempre la investigación de estructuras favorables.

En general, estos métodos y los S. E. V. proporcionan información equivalente para profundidades inferiores a 500 m. y se excluyen mutuamente. Como por otra parte, los trabajos de sísmica son más costosos y menos flexibles que los de S. E. V., en cartografía geológica pura, tienen más aplicación estos últimos.

3.3. Método gravimétrico

Se utilizan para determinar: a) grandes pliegues, anticlinales o sinclinales, con núcleo de densidad mayor o menor que la de las capas inmediatas, y estructuras en domo de análogas características, b) fallas que afectan a grandes bloques, y c) variaciones relativas del espesor de los terrenos sedimentarios y la marcha de la topografía del sustrato.

Empleado conjuntamente con métodos geoelectrónicos o sísmicos permite determinar si el zócalo —u horizonte guía— lo integran materiales con cambios laterales de densidad.

3.4. Método magnético

La variedad aeroportada de este método es de gran utilidad en cartografía geológica, siempre que exista algún nivel rocoso cuyas propiedades

magnéticas difieran nítidamente de las del medio que las rodea. Si éste tienen alcance regional, pueden determinarse a) las estructuras geológicas de la zona, b) el buzamiento y c) sistemas de fallas que afectan a dicho horizonte magnético.

Su campo de aplicación en cartografía geológica es muy amplio, pues las rocas ígneas poseen mayor susceptibilidad magnética que las sedimentarias y dentro de ellas son tanto más magnéticas cuanto mayor sea su basicidad.

Se emplean conjuntamente con los métodos eléctricos, gravimétrico o sísmico para investigar cambios en las propiedades magnéticas del zócalo y si está intruido por rocas básicas.

4. EJEMPLOS PRÁCTICOS

En la figura número 1 se reproduce parte de un corte geoelectrónico que muestra la marcha en profundidad de las calizas eocenas de la sierra de Ascoy y la secuencia estratigráfica de la zona. Las calizas poseen una resistividad que oscila entre 150 y 200 ohm.m. y bajo los S. E. V. 27 y 28, si existen, se encuentran a profundidad superior a 500 metros. Sobre las calizas, con 12 a 15 ohm.m, aparecen margo-arcillas miocenas que, en superficie, están recubiertas por una delgada capa de materiales detríticos cuaternarios cuya resistividad varía entre 90 y 130 ohm.m.

Este corte determina el límite NW. del acuífero constituido por las calizas eocenas de la sierra de Ascoy y se pone de manifiesto que, dentro de la zona investigada —de reducida extensión—, dichas calizas no están unidas con las cretácicas de sierra Larga. Ambas cuestiones no pueden determinarse a partir de la cartografía geológica tradicional.

La figura número 2 representa un corte geoelectrónico obtenido en Peñafior (Sevilla). El Paleozoico está fallado y sobre el bloque hundido, al Norte, se han depositado unos 70 m. de arcillas miocenas de 5 a 6 ohm.m. de resistividad. Este conjunto aparece recubierto por materiales cuaternarios de escaso espesor y resistividad entre 20 y 75 ohm.m.

La falla marca el límite Norte, dentro de la zona explorada, de una mineralización de sulfuros existente en el bloque levantado.

En la figura número 3 se muestran los resultados obtenidos con Calicatas Eléctricas y Sondeos Eléctricos Verticales sobre el mismo perfil en la provincia de Almería.

Las C. E. han localizado un sistema de fallas afectando a este medio, cuyo desplazamiento relativo se puede determinar por los datos suministrados por los S. E. V.

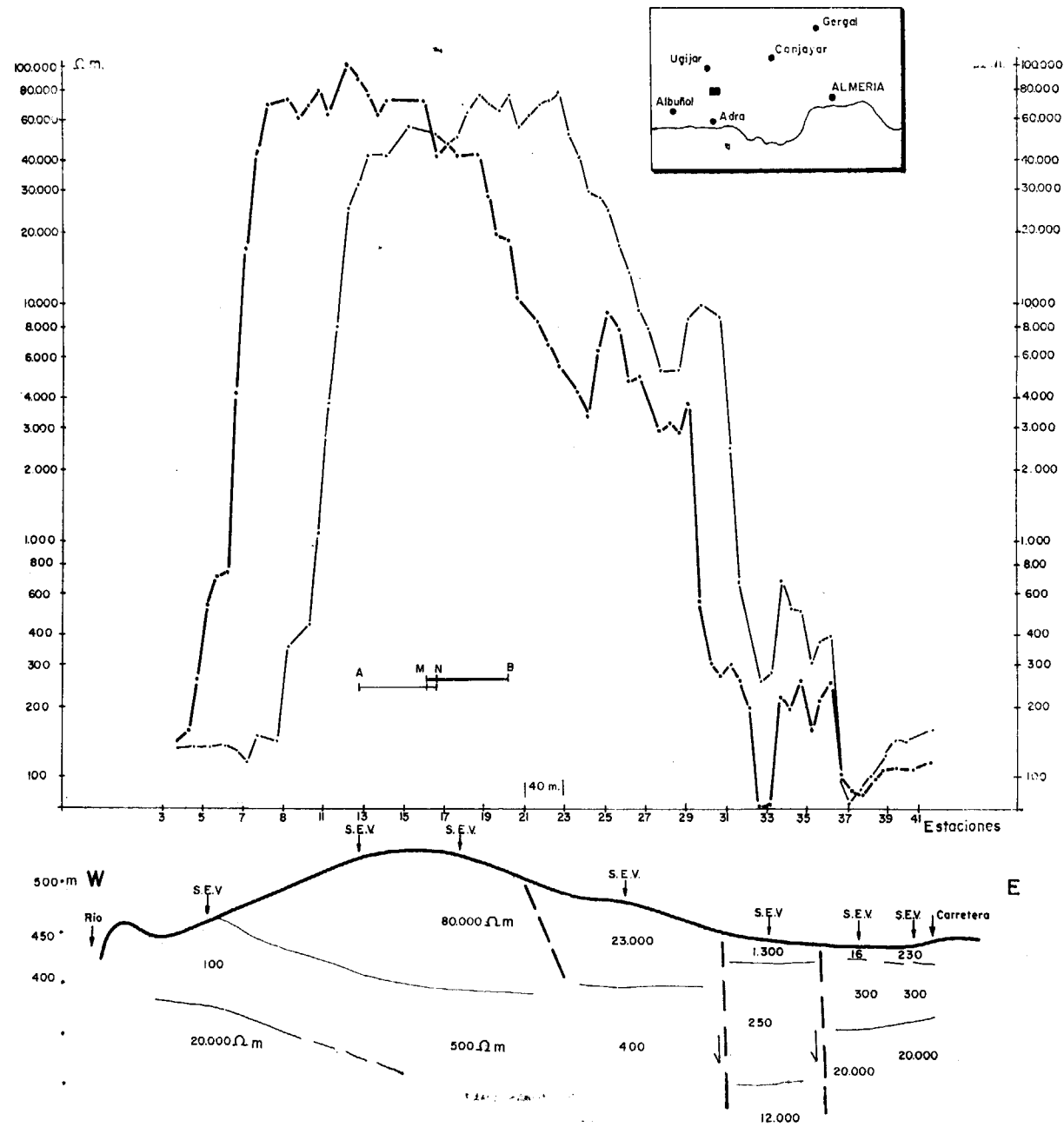


Fig. 3.—Calicatas eléctricas y corte geoelectrico

La figura número 4 representa un corte que pasa por Trigueros-Moguer-Mazagón, en la provincia de Huelva, y que comienza en el Paleozoico al Norte y termina al Sur en el Océano Atlántico. Este corte es el resultado conjunto de métodos geoelectricos (S. E. V.) y gravimétrico, y

forma parte de un trabajo futuro que se refiere a todo el Sur de la provincia de Huelva.

La profundidad del Paleozoico entre Moguer y el Norte de Trigueros se ha deducido de sondeos eléctricos y está confirmada con sondeos mecánicos hidrológicos. En el extremo Sur, los datos

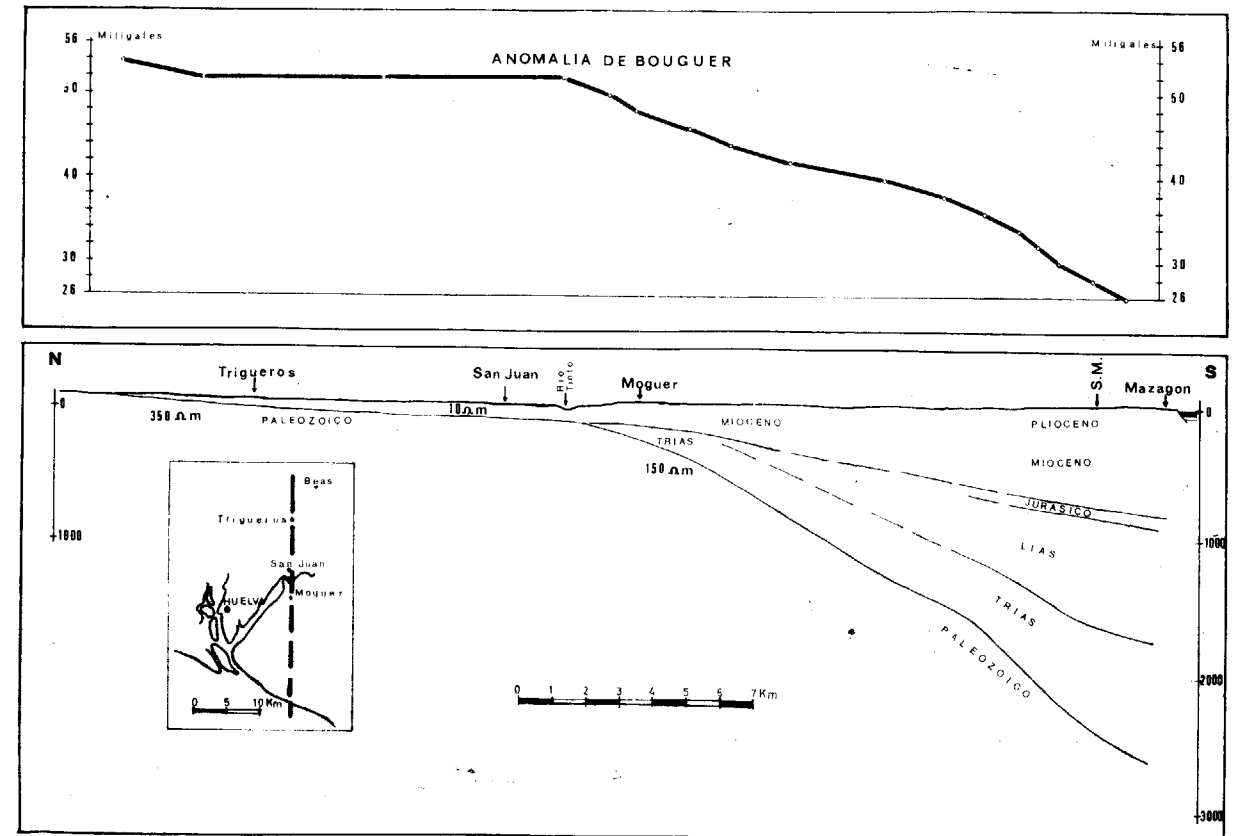


Fig. 4.

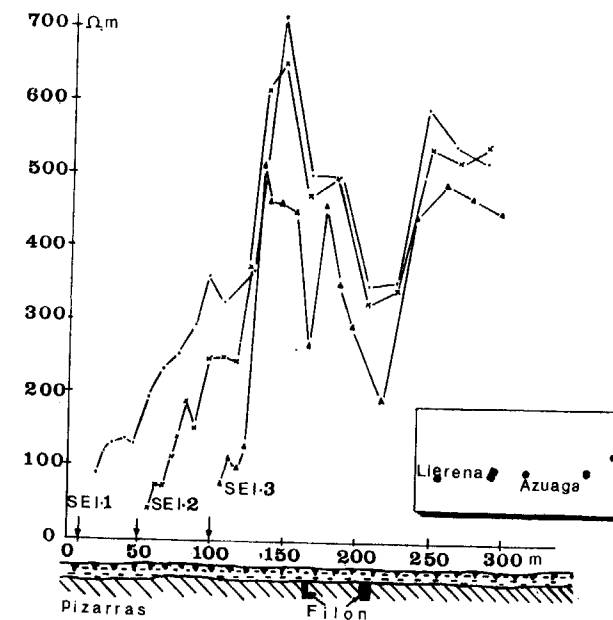


Fig. 5.

sobre profundidades se han tomado del sondeo petrolífero «Moguer», realizado en 1957.

El perfil del Paleozoico, en este corte, se asemeja mucho al del margen continental de un fondo submarino típico y es el resultado del continuo y gradual hundimiento de la parte Sur del zócalo en toda la región. Al Norte del río Tinto, sobre el Paleozoico de pendiente suave, reposan directamente los depósitos de la transgresión Helveciense que comienza con un nivel detrítico de base y sigue con margas y arcillas con intercalaciones arenosas.

Entre el río Tinto y Moguer, donde se produce un brusco cambio de pendiente, sobre el Paleozoico, se depositaron materiales triásicos de facies germanoandaluza que se prolonga al Sur y fueron atravesados por el sondeo petrolífero profundo con más de 500 m. de espesor. Sobre el Triás (según Perconig, E. y otros) se depositaron calizas y dolomías del Lías inferior y a su vez sobre estos materiales y en transgresión, calizas del Jurásico superior. Finalmente se depositaron sedimentos margosos del Mioceno, que se prolongaron al Norte conforme se ha dicho.

Este perfil pone de relieve que al Sur de San Juan del Puerto, la profundidad del Paleozoico hace antieconómica la explotación de posibles yacimientos de sulfuros metálicos, señalando, en consecuencia, el límite de la región pirítica onubense susceptible de investigación minera. Este límite es imposible conocerlo a partir de la cartografía de los materiales aflorantes.

Finalmente, en la figura número 5 se indican las anomalías obtenidas con Sondeos Eléctricos Inclinados sobre dos fracturas rellenas por filones plumbíferos en Azuaga (Badajoz).

Dichas fracturas no pueden predecirse por observación directa, pues se encuentran bajo un recubrimiento de algunos metros de espesor.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, M. M.: *El Mapa Geológico Nacional. Infraestructura del desarrollo*. Conferencia pronunciada el 12 de enero de 1971. Madrid.
- ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J. M., y LOZANO CALVO, L.: *Red de observaciones con gravímetro en la provincia de Huelva*. «Instituto Geológico y Catastral», 1950.
- MESEGUER PARDO, J., y TEMPLADO, D.: *Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000*. Explicación de la hoja núm. 891, Cieza (Murcia). «Instituto Geológico y Minero de España». 1963.
- PERCONIG, E.: *Sur la coconstitution géologique de l'Andalousie occidentale en particulier du bassin du Guadalquivir*. «Mem. Soc. Geol. France a la mem. de P. Fallot», 1960-1962.
- RÍOS, J. M.: *Relación de los principales sondeos para investigación de petróleos llevados a cabo en España desde 1939*. «Notas y Com. Inst. geol. y min. España», 2.º trimestre, número 50, 1958.

Recibido: 3-XI-71.

Estabilidad mineralógica de los fosfatos de uranio

por L. SANTOMA (*)

RESUMEN

Se estudia en este trabajo el sistema U-P-Ca⁺⁺-H₂O (25° C, 1 at. de presión total y P_{CO₂} = 10^{-3.4}).

Se discute la posibilidad de existencia de las fases del sistema en la naturaleza, y se dan los resultados de laboratorio.

Finalmente se intenta establecer una ordenación físico-química de los minerales de uranio.

ABSTRACT

The mineralogical system U-P-Ca⁺⁺-H₂O (25° C, 1 at. total pressure and P_{CO₂} = 10^{-3.4} is studied. The possible existence in nature of the system's phases are discussed and the laboratory synthesis results are given. Finally an attempt is made to establish a physico-chemical arrangement of the uranium minerals.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se pretende establecer el diagrama de estabilidad de las fases sólidas del sistema mineralógico U-PO₄⁻-Ca⁺⁺ dentro del campo de estabilidad Eh-pH del agua, a una temperatura de 25° C y 1 atm. de presión, para una P_{CO} = 10^{-3.4} atmósferas.

Este sistema es uno de los más interesantes dentro de los sistemas uraníferos, por poseer un número bastante grande de fases sólidas, que definen diversos ambientes físico-químicos de formación, teniendo en cuenta además que dos de sus minerales (fosfuranilita y autunita) están presentes en muchas paragénesis uraníferas.

Este sistema evoluciona, pues, en función de P y T, por lo que la función termodinámica que caracterizará a su equilibrio será el incremento de entalpía libre (Δ G°).

No todos los valores de Δ G° existían en la literatura, por lo que algunos se han deducido

(*) Laboratorio de Mineralogía, Junta de Energía Nuclear, Madrid.

en este trabajo, bien de forma indirecta (fosfuranilita), bien a partir de síntesis experimentales, realizadas en el laboratorio de mineralogía de la Junta de Energía Nuclear, como ocurre con la pseudoautunita.

Por último, se ha intentado una ordenación físico-química de los minerales de uranio.

La zona de reducción de este sistema fue bien estudiada por Tadashi Muto (1965), que estableció el campo de estabilidad de la Ningyoita (fosfato de calcio y uranio tetravalente), respecto a la uraninita.

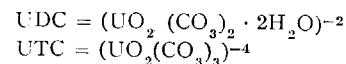
FASES LÍQUIDAS

Dedicamos especial atención a la estabilidad mineralógica en la zona de existencia del ión uranilo (UO₂⁺⁺).

Este ión puede acomplejarse, dando lugar a distintos iones complejos dependientes de las condiciones físico-químicas de pH y concentración.

En el sistema estudiado pueden aparecer los siguientes iones complejos de UO_2^{++} :

1. UO_2^{++} y $UO_2(OH)^+$ que pueden estar presentes en cualquier sistema uranio-agua.
2. Iones complejos con CO_3^{--} , presentes en este sistema debido al CO_2 atmosférico en equilibrio con la solución. Fueron ampliamente investigados por Garrels y Hosteller (1962).



3. Iones complejos de PO_4^{--} . Para su estudio nos hemos basado en los datos de Tahmer J. Burto (1956) extrapolados a condiciones más diluidas.

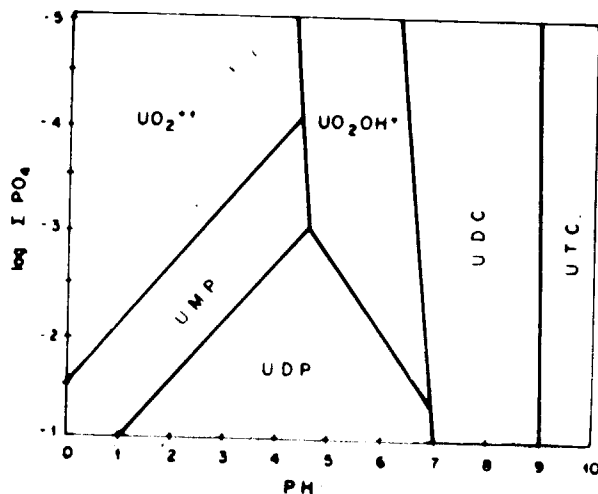
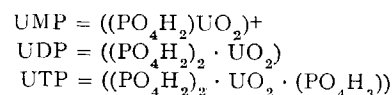


Figura 1.—Ion complejo de uranio predominante para distintos valores de pH y $\log. PO_4^{--}$, para $P_{CO_2} = 10^{-3,4}$ atm. a $25^\circ C$ y 1 atm. de presión total. (A partir de datos de Tahmer y de Garrels). (UMP = ion monofosfato, UDP = ion difosfato, UDC = ion dicarbonatado, UTC = ion tricarbonatado.)

En la figura 1 hemos representado los iones complejos de uranio predominantes en el sistema estudiado, para cada valor de pH y ΣPO_4^{--} . Obsérvese cómo el CO_3^{--} acompleja fuertemente el uranio solubilizándolo a pH neutro o ácido, mientras que el PO_4^{--} no lo acompleja, salvo en casos de gran concentración de ácido fosfórico.

Podemos decir, en general, que:

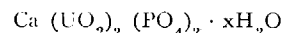
- a) Los iones CO_3^{--} , Cl^- y F^- son iones solubilizantes de U.

b) Los iones PO_4^{--} , AsO_4^{--} , y VO_6^{--} son precipitantes del U.

c) El ión SO_4^{--} actúa sólo como lixiviante del U, al crear por oxidación de sulfuros, condiciones ácidas.

FASES SÓLIDAS

Autunita



Su constante de equilibrio fue establecida simultáneamente por Muto y al. (1965) a partir de datos de laboratorio, y por Serebrennikov (1966) a partir de datos directos de campo, con buena coincidencia.

Es, quizás, el mineral más frecuente en la zona de oxidación de los yacimientos uraníferos. Extraordinariamente establece en condiciones ligeramente ácidas, como muestra el diagrama teórico y los resultados experimentales de síntesis (figuras 2 y 3), muy frecuentes por otro lado en las zonas de oxidación de los yacimientos (fig. 4).

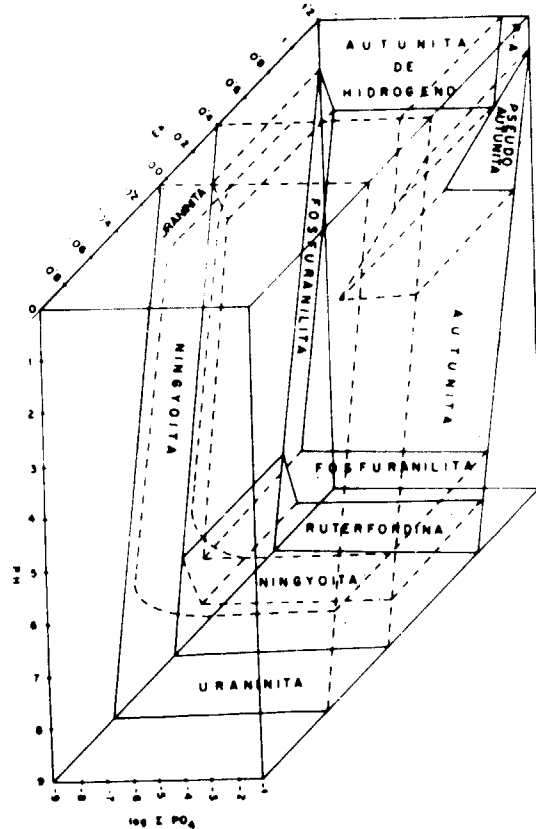
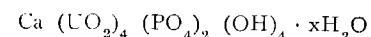


Figura 2.—Sistema: $\log. \Sigma PO_4^{--} - Eh - pH - U - H_2O$ a $P_{CO_2} = 10^{-3,4}$ atm. $\log. (Ca^{++}) = -2$, $25^\circ C$ y 1 atm. de presión total. Se representan las fases sólidas uraníferas más estables para cada punto.

Fosfuranilita



El valor de ΔG° de este mineral ha sido obtenido de forma indirecta por el autor.

Suponemos que sus condiciones de estabilidad requieren una concentración muy baja en fósforo, inferior de 10^{-8} molal, junto a concentraciones de uranio superiores a las necesarias para la formación de autunita.

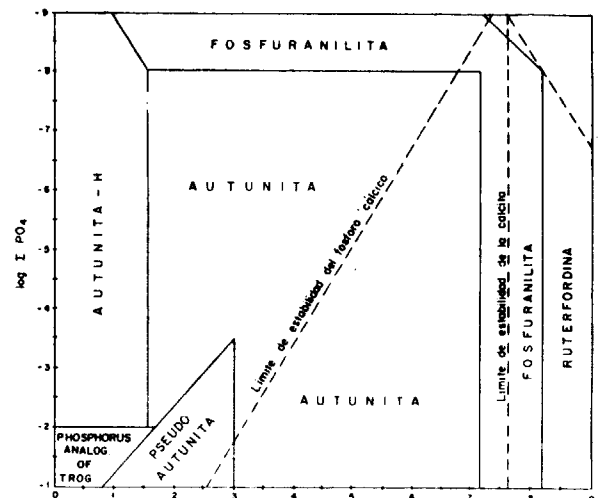


Figura 3.—Sistema: $\log. \Sigma PO_4^{--} - pH - UO_2^{++}$ para $\log. (Ca^{++}) = -2$, $P_{CO_2} = 10^{-3,4}$ atm., $25^\circ C$ y 1 atm. de presión total. Se representan las fases sólidas uraníferas más estables para cada punto.

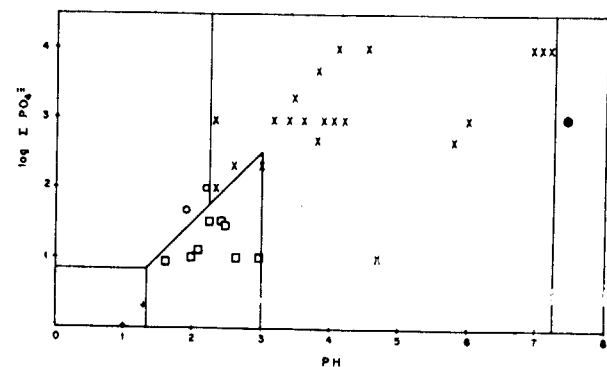
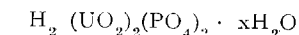


Figura 4.—Representación de los resultados de síntesis experimental de fosfatos de uranio para $\log. (Ca^{++}) = -2$, $25^\circ C$, 1 atm. de presión total y $P_{CO_2} = 10^{-3,4}$.

NOTACIÓN: x autunita, ● autunita de hidrógeno, □ pseudoautunita, + mineral fosforado análogo a la trogerita, ⊕ becquerelita.

La limitación en la concentración de fósforo puede traducirse por la estabilidad del fosfato tricálcico en zonas ligeramente básicas. Estamos de acuerdo con las ideas de Shcherbina e Ignatova (1956), según los cuales la autunita se altera a fosfuranilita y apatito en condiciones básicas.

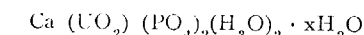
Autunita de hidrógeno



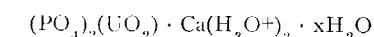
Este mineral es isomorfo de la autunita, pudiendo producirse un intercambio iónico $H^+ \rightarrow Ca^{++}$. Sus condiciones de formación requieren un valor muy bajo del pH, por lo que su existencia será difícil. Aparecerá en zonas de fuerte oxidación de piritas con producción importante de ácido sulfúrico.

Obsérvese su campo de estabilidad en el diagrama teórico y en el experimental obtenido a partir de síntesis. Su ΔG° fue asimismo obtenido por Muto (1965).

Pseudoautunita.



Mineral descubierto por Sergeev (1964) en la Unión Soviética y de fórmula aproximada



Para determinar su estabilidad se han realizado numerosas síntesis del mismo, comprobadas por difracción-X y análisis químicos. Algunos de los minerales sintéticos poseen difractogramas idénticos al mineral natural descubierto por Sergeev.

Natural	Sintética	Natural	Sintética
6,78 (6)	6,80 (f)	2,19 (8)	2,17 (f)
6,20 (10)	6,27 (mt)	2,05 (8)	2,02 (m)
3,25 (10)	3,23 (mt)	1,91 (9)	1,90 (m)
2,94 (8)	2,91 (m)	1,75 (4)	1,78 (d)
2,83 (4)	2,79 (d)	1,71 (4)	1,68 (d)
2,26 (4)	2,24 (d)	1,65 (4)	1,63 (d)

Como puede observarse en las figuras 2 y 3 este mineral será estable en zonas muy ácidas y oxidantes de fuerte lixiviación de fosfatos por ácido sulfúrico, siendo su existencia muy extraña.

INFORMACION

Personal

NECROLOGIA

MAXIMO RUIZ DE GAONA, SCH. P.

El día 19 del pasado noviembre fallecía en el Colegio de las Escuelas Pías de Pamplona el padre Máximo Ruiz de Gaona, tan conocido por sus notables trabajos sobre foraminíferos, particularmente nummulitidos.

Nació en Espronceda (Navarra) el 20 de octubre de 1902; se hizo escolapio en 1918 y fue ordenado sacerdote en Bar-

bastro en 1925. A lo largo de su vida, dentro de la Orden, enseñó en varios colegios de la región vasco-navarra, pero especialmente en los de Tolosa y de Pamplona, donde acaba de morir.

Su vocación geológica se manifiesta en su trato con el malogrado geólogo Dr. D. Federico Gómez Lluca, que le alentó ya desde sus primeros escauceos. La primera de sus veintisiete publicaciones apareció precisamente en el «Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural», 1941 —B. R. S. E. H. N., t. XXXIX, págs. 155-160— «Un yacimiento de mamíferos pleistocenos en Olazagutia (Navarra)». Seis publicaciones más, debidas a su pluma, aparecieron en este Boletín entre 1943 y 1954; pero ya desde sus primeros trabajos publicó también en «Notas y Comunicaciones», del Instituto Geológico y Minero de España, y en «Estudios Geológicos», del Instituto «Lucas Mallada», de los que fue Colaborador, y en otros puntos.

Es la misma vocación la que le llevó a buscar la Licenciatura, que obtuvo en 1943 en la Universidad Central. Por cierto, que tal logro no ayudó en gran cosa a su dedicación, al ser cada vez más vinculado a la enseñanza.

Su labor científica se centra especialmente en el país vasco-navarro, de cuyos foraminíferos se ocupa con preferencia.

Pero su competencia le permite ensanchar sus investigaciones a todo lo largo de la vertiente meridional del Pirineo y resultado de ella son su colaboración con Colom (1950) y su decisiva aportación a la cronoestratigrafía del nummulítico de la cuenca de Igualada (1952).

Por cierto, que en este último tema, su modo minucioso y exhaustivo de obtención de muestras y sus escrupulosas determinaciones le condujeron, con argumentos decisivos, a fechar como ledienses los conocidos estratos de Collbás, hasta entonces considerados lutecienses. Así resolvió, discrepando de la opinión general profesada por buenos geólogos, una apasionada controversia. Las recientes dataciones, basadas en el estudio de las Alveolinas, de Hottinger, han corroborado plenamente las ideas del P. Ruiz a este respecto.

Sus publicaciones se escalonan entre 1941 y 1959 en número de 27, sin que su dedicación docente y su salud le permitieran proseguir con intensidad suficiente sus trabajos de investigación para poder ofrecernos nuevas aportaciones.

V. MASACHS ALAVEDRA



El P. Ruiz de Gaona en 1954, explorando el yacimiento cenomanense del Monte Orobe, cerca de Alsasua, en el que descubrió una interesante fauna de decápodos descrita por Mr. V. Van Straelen.

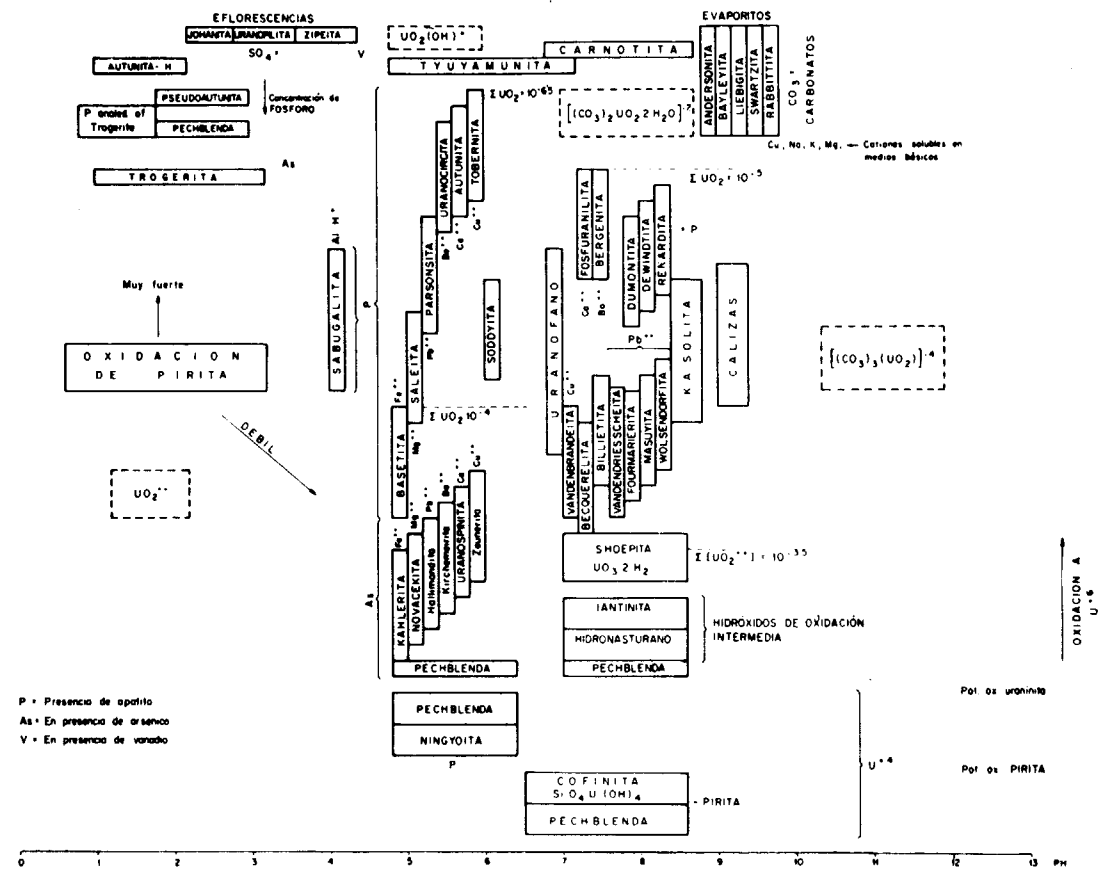
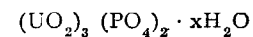


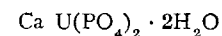
Figura 5.—Ordenación físico-química de los minerales de uranio.

Mineral fosforado análogo a la trogerita.



Este mineral descubierto por Belova, Litenkova y Novorossova (1963), posee unas condiciones de estabilidad extremadamente difíciles, debido a las altas concentraciones en P y U necesarias para su precipitación. Se obtuvieron síntesis de minerales muy próximas al natural, si bien con contenido algo inferior en U respecto a la fórmula teórica.

Ningyoita



Mineral cuya estabilidad fue ampliamente estudiada por Muto (1965). Es un fosfato de calcio y uranio tetravalente de la familia del Raddophano,

por lo que su presencia estará condicionada a una zona de reducción ligeramente ácida (posiblemente situada por debajo del potencial de oxidación de la pirita y por encima de la uraninita donde el U^{+4} es ligeramente soluble).

Además de los fosfatos citados son estables en el sistema estudiado la uraninita (UO_2) en zonas de reducción y la rutefordina ($UO_2 \cdot CO_3$), en zonas oxidantes básicas, donde el CO_2 atmosférico se disuelve con facilidad en las aguas.

ORDENACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LOS MINERALES DE URANIO

En la figura 5 intentamos un clasificación físico-química de los minerales de uranio.

Podemos suponer diversas condiciones físico-químicas.

Recibido el 15 de marzo de 1972.



El P. Ruiz de Gaona en 1954, explorando el yacimiento cenomanense del Monte Orobe, cerca de Alsasua, en el que descubrió una interesante fauna de decápodos descrita por Mr. V. Van Straelen.

Noticias

GEOLOGIA

SEPARACION DE LOS CONTINENTES DURANTE DOSCIENTOS MILLONES DE AÑOS

El barco perforador de los EE. UU. «Glomar Challenger» inició sus viajes en 1968 para investigar los fondos de los océanos de todo el mundo.

Muestras de sedimentos (formadas bajo las profundidades oceánicas mediante perforación) fueron la base de las investigaciones realizadas. El estudio microscópico de los minutos fósiles contenidos en los sedimentos permitieron a los científicos conocer la edad del lecho de los océanos, con un millón de años de aproximación.

Cuando perforaban en el Atlántico descubrieron que los sedimentos del fondo del océano eran más antiguos cerca de los continentes, y progresivamente, más recientes al aproximarse a la cordillera del Atlántico central. Centrada en esta cordillera sumergida de 2.000 m. de altura existe una falla sísmicamente activa. Bajo esta grieta surge lava fundida procedente del interior de la tierra, creando un nuevo océano en aquel punto y desplazando el antiguo océano hacia los continentes. La falla, a media distancia entre las Américas, Europa y Africa, se cree comenzó a separar las dos grandes masas de tierra hace unos 200 millones de años. Otra idea es que la corteza terrestre se halla dividida en diez grandes bloques de aproximadamente 120 km. de profundidad. Los movimientos de estos bloques dan lugar a que los fondos de los océanos caigan en profundas simas, produciéndose así los terremotos y los volcanes. Esto es, lo que sucede en las costas orientales de Asia.

Cuando los continentes se encuentran se producen los grandes sistemas montañosos, tales como los del Himalaya y los Alpes.

Durante sus viajes por los océanos y mares del mundo, el «Glomar Challenger» halló numerosas pruebas fundamentales para apoyar la teoría del desplazamiento de los continentes. Una interesante y quizá valiosa adición al objeto principal del trabajo fue el descubrimiento de petróleo a gran profundidad, así como diferentes metales bajo el mar.

MINERIA

NUEVO YACIMIENTO DE COBRE EN ZAIRE

Un nuevo yacimiento de cobre, considerado como uno de los más importantes del mundo por su contenido alto en cobre y cobalto ha sido descubierto en la región de Tenke-Fungurme, según anunció en Kinshasa la compañía minera japonesa «Mitsui», la cual forma parte del consorcio internacional que, con participación del Gobierno de Zaire, está llevando a cabo investigaciones en dicha región. El yacimiento podrá ser explotado a cielo abierto.

DESCUBRIMIENTO DE YACIMIENTOS AURIFEROS EN ASIA CENTRAL

Más de cien yacimientos auríferos acaban de ser descubiertos en Ouzbekistán, en Asia Central. No se ha precisado la importancia de los yacimientos, pero se indica que la República de Ouzbekistán se puede convertir en un importante proveedor de metal precioso.

CONTINUADO INTERES POR EL NIQUEL EN NUEVA CALEDONIA

Se han iniciado propuestas de discusiones bosquejando un plan para el desarrollo inmediato y a largo plazo de una nueva e importante operación para la producción de níquel en los criaderos de níquel laterítico de la zona sur de Nueva Caledonia.

Si se llegara a un acuerdo sobre los puntos fundamentales, podría hallarse en funcionamiento hacia mediados de 1974 una unidad inicial, a escala comercial, que requeriría la inversión de unos 85 millones de dólares. La planta tendría una producción anual de Níquel de 7.000 toneladas. Los planes para el desarrollo del proyecto, en etapas, permitirían alcanzar una producción final de 100.000 toneladas anuales.

ENERGIA

JORNADAS TECNICAS DE ENERGIA NUCLEAR

En el Sector de Energía Nuclear de la Feria Internacional de Barcelona expositores nacionales y extranjeros presentarán sus realizaciones en el campo de la Energía Nuclear, tanto en la producción de electricidad como en las distintas aplicaciones médicas, agrícolas, industriales, geológico-mineras, etc.

Este sector punta ha organizado asimismo, para el 6 y 7 de junio, unas jornadas técnicas de Energía Nuclear, bajo los auspicios de la Junta de Energía Nuclear, del Forum Atómico Español y de las compañías de electricidad. Las ponencias a desarrollar versarán sobre las aplicaciones de los isótopos radiactivos en España y Estados Unidos, que presentarán un técnico de la US Atomic Energy Commission, en la primera jornada, y en la siguiente, la energía nuclear aplicada a la producción de electricidad. La realización del Plan Eléctrico Nacional es una muestra del importante futuro que las centrales nucleares tienen en España y que, a lo largo de estas jornadas, desarrollarán diversos técnicos extranjeros en torno a los tipos de reactores, combustibles idóneos e ingeniería y construcción de centrales nucleares.

EL DIRECTOR DE TECNOLOGIA APLICADA DE LA COMISION DE ENERGIA ATOMICA DE ESTADOS UNIDOS VISITARA ESPAÑA

El general W. Johnson, director de Tecnología Aplicada de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, ha aceptado la invitación oficial cursada por la Feria Inter-

nacional de Barcelona, para intervenir en las reuniones y Jornadas Técnicas sobre Energía Nuclear que se desarrollarán en el certamen internacional de junio.

Estas sesiones alcanzarán enorme relieve durante la celebración del certamen, ya que no solamente se expondrán temas de actualidad sobre la materia, sino que se va a presentar en las instalaciones una importante oferta del sector, por parte de empresas españolas y extranjeras, entre las que destacará el pabellón propio del Canadá y otro de la Gran Bretaña que patrocina la British Nuclear Forum. El amplio plan eléctrico-nuclear existente en España durante estos últimos años y las enormes posibilidades de asistencia técnica que en esta materia harán falta para la instalación de centrales nucleares, hace muy interesante esta presencia.

ACUERDO HISPANO-CHILENO SOBRE ENERGIA ATOMICA

Se ha firmado un Acuerdo complementario sobre energía atómica para fines pacíficos, entre los Gobiernos de Chile y España, firmado en Santiago de Chile el 19 de enero de 1972 (B. O. E. 23-II-1972).

CREACION EN ESPAÑA DE LA EMPRESA NACIONAL DEL GAS

El Consejo de Ministros celebrado el 17 de marzo ha acordado la creación de la Empresa Nacional del Gas, cuyo capital será suscrito íntegramente por el Instituto Nacional de Industria. Con esta Empresa se intenta coordinar las actividades de las fuentes energéticas monopolizadas (gases licuados del petróleo) con las no monopolizadas (gas natural y gas ciudad). Entre los objetivos concretos figuran la importación de gas natural, así como la construcción y explotación de una red básica de gaseoductos.

REACTOR AUTOGENERADOR

La comisión norteamericana de Energía Nuclear, a propuesta de dos importantes empresas hidroeléctricas («Commonwealth Edison Company» y «Tennessee valley Authority») se dispone a financiar la construcción de un reactor autorregenerador que, posiblemente será realizada por las firmas «General Electric» o «Westinghouse». Este reactor, semejante a los existentes ya en Francia, Gran Bretaña y la URSS, tendrá una potencia eléctrica instalada de 300 a 500 Mw.

LA MAYOR CENTRAL HIDROELECTRICA SUBTERRANEA

A 1.100 km. de Montreal, en la Península del Labrador, se ha construido la mayor central hidráulica subterránea del mundo. Comenzará a funcionar en el presente año, alcanzando su rendimiento máximo para 1976, en que ascenderá a 34.500 KWh/a. El agua para la central procede del río

Churchill. Dadas las difíciles condiciones climatológicas de aquella zona, la sala de máquinas ha sido montada a 297 m. bajo el nivel de la superficie de la tierra y tiene una longitud de 313 m., una anchura de 13 m. y una altura de 47 m.

HIDROCARBUROS

EL GOBIERNO COLOMBIANO AUMENTA SU PARTICIPACION EN LAS COMPANIAS PETROLIFERAS

El Gobierno colombiano, a través de «Ecopetrol» (Empresa Colombiana de Petróleos) ha adquirido el 49,9 por 100 de los intereses de la «Colombian Petroleum Co.» (empresa en la que participan la «Mobil Oil Corp.» y la «Texaco Inc.»), cada una con casi el 50 por 100 del capital total) y el 50 por 100 de los intereses de la «South American Gulf», en las explotaciones del Catatumbo y del Cicuco, en el departamento de Bolívar, así como el de las refinerías de Tibú, en el mismo departamento, y los oleoductos unidos a dichas explotaciones.

EL PETROLEO EN LAS ZONAS SUBMARINAS DE EUROPA (1)

La industria petrolera fue una de las primeras en explotar en gran escala los recursos minerales del mar. La producción de crudo y de gas natural procedentes de debajo del fondo del mar representan ya el 17 y el 6 por 100, respectivamente, de la producción total mundial; y el ritmo de las exploraciones para descubrir nuevas fuentes submarinas está en constante aumento.

En primer lugar, por su importancia y por ser los primeros, hay que señalar los descubrimientos llevados a cabo en el Mar del Norte. La producción de gas natural de estos yacimientos va aproximándose al objetivo de 40.000 millones de metros cúbicos/año que se fijó para 1975. La extracción de crudo obtenida en los campos establecidos se espera llegue en su día a unos 50 millones de toneladas/año, o sea, un millón de barriles por día, y se espera triplicar esta cifra cuando se haya investigado completamente todo el área. Sus principales campos gasíferos están en la parte sur del sector del Reino Unido, y los principales yacimientos petrolíferos se hallan en la parte septentrional de ese mismo sector y en la zona noruega. También se han hecho descubrimientos valiosos de crudo y gas en los sectores correspondientes a Holanda y Dinamarca.

En la cuenca mediterránea se han hecho descubrimientos muy interesantes, aunque de importancia más localizada. El hallazgo de más de 80 billones de metros cúbicos de gas natural en las zonas septentrional y central italianas del Adriático, contribuye de una manera notable a contrarrestar

(1) Resumen de la nota publicada en el E. del B. H. A. Abril, 1972.

el declive de las reservas de la parte continental del país. El Canal de Malta, que se extiende entre Sicilia y Malta, contiene el único campo petrolífero submarino descubierto en la parte italiana, que rinde alrededor de 10.000 barriles diarios de crudo pesado. Además, se han concedido al consorcio Agip-Shell licencias de exploración, que cubren en total 469.999 hectáreas en el Canal de Malta, o en sus cercanías, frente a Sicilia; y se espera se concedan dentro de poco otras licencias en aguas sicilianas, que cubrirán 566.000 hectáreas. En aguas maltesas se concedieron el año pasado licencias a «Shell», a «S. N. P. A.» y a un consorcio de compañías canadienses, habiendo comenzado ya las operaciones.

Tiene importante significación potencial el reciente hallazgo por el consorcio «Shell-Coparex-INI-Camps» de las estructuras petrolíferas de Castellón de la Plana y del campo Amposta-Marino, frente al delta del Ebro. Aunque parece ser que el crudo es de calidad relativamente pobre, se cree que las reservas son sustanciales, esperándose que comience la producción en 1973 a un régimen inicial de 60.000 barriles diarios. Estos descubrimientos han alentado a varias compañías a solicitar licencias de exploración a lo largo de la costa española del Mediterráneo y, por otra parte, las autoridades francesas han concedido recientemente permisos adicionales y nuevas licencias en el Golfo de León.

Cerca de esta costa, en el Mar Tirreno, se concedieron hace poco, al consorcio «C. F. P.-Esso-S. N. P. A.», permisos para explorar frente a la costa Este de Córcega, y a la asociación «SIR-Trend Exploration» le fueron concedidas licencias en el sector italiano. La exploración va tomando cuerpo también en el extremo oriental del Mediterráneo. Desde 1968 el Gobierno griego ha otorgado concesiones en los mares Egeo y Jónico.

Hay por lo menos otras dos áreas marinas en las que se han hecho descubrimientos: el Mar de Irlanda, en la esquina noroeste de Europa; y el Mar Negro, en el sureste europeo.

Marathon completó el año pasado sus tres primeros pozos de exploración —hallando gas natural en el tercero— a cuarenta y cinco kilómetros del puerto de Kinsale, en la parte sureste del Mar de Irlanda. La exploración en el sector inglés de esta misma zona es probable que se extienda una vez se hayan concedido las inminentes licencias de exploración en esa localidad.

En el Mar Negro los rusos han instalado su primera plataforma de perforación a 70 km. de la costa de Crimea y tienen el proyecto de hacer perforaciones exploratorias en el nordeste de esta península. Por otra parte, los rumanos tratan de establecer una empresa con compañías occidentales para perforar frente a su costa del Mar Negro.

Existe la presente tendencia a prolongar la exploración en dirección oeste hacia las grandes zonas submarinas del océano Atlántico. En este sentido, se han presentado a las autoridades británicas un gran número de solicitudes en las áreas al oeste de las islas Orkney y Shetland; y a las francesas solicitando grandes extensiones junto a Bretaña. En un futuro inmediato parece ser que se concederán dichos

permisos, por lo menos los correspondientes a las zonas británicas.

Más al sur, en el Atlántico, con el reciente hallazgo de indicios por Shell se acrecentó el interés por el Golfo de Vizcaya. Además de los lotes concedidos anteriormente, se han presentado nuevas solicitudes que afectan a nueve lotes del sector francés; y por otra parte se ha extendido mucho el área poseída por «Esso» en el sector español. Simultáneamente, la canadiense «Ranger Oil» está licitando para obtener derechos de exploración en aguas de la provincia de Pontevedra; y «Shell» tiene derechos concedidos en un área pequeña en aguas suboccidentales.

El Mar Báltico no ha sido objeto, hasta ahora, de atención por parte de los exploradores; y lo mismo cabe decir de las inhóspitas aguas árticas del lejano norte europeo. Parece ser que en el Báltico emprenderán, en fecha no lejana, operaciones de perforación la compañía petrolera estatal sueca «Oljeprospékting», conjuntamente con los rusos y posiblemente con la colaboración de polacos y alemanes del Este.

En cuanto al Artico, el gobierno noruego se inclina por la creación de una compañía estatal que se encargará de la exploración y explotación submarina de hidrocarburos al norte del paralelo 62. Es probable que la URSS aplase su exploración en gran escala frente a las costas septentrionales de la Rusia europea, por lo menos hasta que se termine la labor en áreas más fáciles de explotar y más prometedoras.

HIDROLOGIA

PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE POZOS EN LA INDIA

Un organismo dependiente del Ministerio de Agricultura de la India busca la asistencia de firmas con posibilidad de suministrar el equipo necesario para llevar a cabo un programa de prospección de agua y construcción de pozos.

MINERALURGIA

PRODUCCION SIDERURGICA EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DE 1972

La producción de acero en el período enero-abril se estima en 3 millones de toneladas, con una media mensual que supera en un 12,7 por 100 a la del conjunto de 1971.

COMERCIO EXTERIOR SIDERURGICO EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DE 1972

Según estadísticas de la Dirección General de Aduanas, se han importado en el cuatrimestre 518.000 toneladas de productos siderúrgicos, en acero equivalente. La importación media mensual excede en un 34,2 por 100 a la del año 1971. Las exportaciones del período ascienden a 458.000 toneladas en acero equivalente, siendo la media mensual un 15,8 por 100 superior a la lograda a lo largo del año anterior.

CONSUMO APARENTE SIDERURGICO DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DE 1972

La estimación del consumo aparente en enero-abril se eleva a 3,2 millones de toneladas en acero equivalente, con un aumento de la media mensual del 23,6 por 100 respecto a la registrada en 1971.

LA INDUSTRIA MINERALURGICA ESPAÑOLA DURANTE EL AÑO 1971 (*)

El incremento del Producto Industrial Bruto, según los últimos datos disponibles, fue, en términos monetarios, de solamente el 8 por 100, mientras que en términos reales la tasa de crecimiento ha sido solamente del 3,6 por 100, frente al 7,1 en 1970, y con respecto al ejercicio anterior. La reacción empresarial fue lenta y tardía, lo que en buena medida puede obedecer al excesivo impacto de las restricciones que se adoptaron en el año 1969.

Los precios de los productos industriales han experimentado una elevación del orden del 4,5 por 100. Los «stocks» han crecido a causa del debilitamiento de la demanda interior, correspondiendo los más altos a los bienes de inversión y a los intermedios.

Las inversiones industriales que han alcanzado un nivel inferior en el 0,87 por 100 al correspondiente a 1970. El principal volumen de inversión se ha dirigido al sector energético, al que se ha destinado más del 36 por 100 del total, seguido por el siderúrgico, con algo más del 10 por 100.

Como actuaciones a destacar durante el ejercicio de 1971: — Convocatoria de concurso entre la iniciativa privada para la construcción y explotación de la IV Planta Siderúrgica Integral.

— Puesta en marcha de la planta integral de Veriña.

— Constitución de una empresa nacional para la instalación de una refinería de petróleo en Tarragona, convocando concurso para adjudicar a la iniciativa privada el 40 por 100 de la nueva empresa.

— Inauguración de la central nuclear de Santa María de Garoña.

— Autorización previa para la instalación de las centrales nucleares de Almaraz y de Lemoñiz.

La producción industrial española en 1971 se situó en una cifra del orden de los 2.425.000 millones de pesetas, o con un incremento sobre el valor de la producción industrial en 1970, que fue de 2.239.866 millones de pesetas, del orden de un 8,26 por 100.

El Producto Industrial Bruto se situó en 1971 en 816.110 millones de pesetas, lo que supone con respecto a los 753.528 millones del año anterior un incremento del 8,30 por 100.

La mayor participación sobre el Producto Industrial Bruto en 1971 ha correspondido a la construcción, que, con 131.360

(*) Fuente de información: Memoria del Banco Exterior de España.

millones de pesetas, ha supuesto el 16,09 por 100 del total. Le sigue en importancia el sector de construcción de maquinaria, incluyendo en el mismo la de medios de transporte, que al situarse en 113.805 millones de pesetas en 1971 ha representado el 13,94 por 100 del total. El tercer puesto lo ocupa la metalurgia, siderurgia y productos metálicos, que, con un P. I. B. de 97.475 millones de pesetas, supone el 19,44 por 100 del total y un crecimiento de solamente el 5,46 por 100, con relación a 1970.

Producto Industrial Bruto (En millones de pesetas corrientes)

Actividad	1971	1970	Variación porcentaje 1971/1970
Construcción	131.360	122.971	+ 6,82
Maquinaria, incluid. medios de transporte ...	113.850	105.368	+ 8,05
Metalurgia, siderurgia y productos metálicos ...	97.475	92.426	+ 5,46
Química, incluido caucho	74.160	67.941	+ 9,15
Electricid., gas y agua.	51.880	45.684	+ 13,56
Materiales de construcción	36.910	34.892	+ 5,78
Varios	24.300	21.700	+ 11,98
Extracción de minerales.	17.265	15.877	+ 8,74
Extracción de carbón ...	10.000	9.002	+ 11,09

Renta industrial

Producto Industrial Neto

(En millones de pesetas de cada año)

Actividad	1971	1970	Variación porcentaje 1971/1970
Construcción	127.210	119.171	+ 6,74
Construcción de material de transporte	63.995	61.550	+ 3,97
Productos químicos ...	51.255	45.202	+ 13,39
Metálicas básicas	45.255	43.066	+ 5,08
Artículos metálicos... ..	42.985	41.184	+ 4,37
Electricid., gas y agua.	40.380	35.774	+ 12,87
Productos minerales no metálicos	34.810	32.992	+ 5,51
Extractivas, no carboníferas	16.465	15.177	+ 8,49
Carbones	8.900	7.952	+ 11,92
Derivados de petróleo y del carbón	4.980	5.542	— 10,15

El sector con mayor volumen de inversión ha sido el de la energía, que, con 54.740 millones de pesetas en 1971, supone el 36,03 por 100 de la inversión total y un incremento del 6,32 por 100 sobre la realizada en 1970, año en el que representaba el 33,60 por 100 del total.

El segundo lugar de inversión lo ocupa el sector siderúrgico, que, con 15.300 millones de pesetas, ha supuesto el 10,07 por 100 de la inversión total.

El tercer lugar por volumen de inversión lo ocupan las industrias de la construcción, que alcanzaron, al representar el 7,17 por 100 del total, frente al 7,28 por 100 en 1970, pero ha de indicarse que el volumen correspondiente al ejercicio de 1971 ha supuesto una reducción del 2,33 por 100.

Con respecto al sector de industria química, ha de indicarse que continuó en 1971 el descenso en su volumen de inversión, que comenzó en 1969, dándose la circunstancia, en el año comentado, que este descenso de la actividad inversora se ha producido en los cuatro capítulos que en ella se consideraron; es decir, la química básica, la intermedia, la de producción final y la de consumo final.

El mayor volumen de inversión extranjera se ha dirigido a las industrias manufactureras, con una cifra de 6.084 millones de pesetas —1.081 millones más que en 1970—, lo que le hace representar el 92,9 por 100 de la inversión extranjera en la industria española en 1971. Dentro de estas industrias manufactureras merece especial mención la inversión correspondiente a las industrias químicas, que se ha situado en el ejercicio comentado en 2.907 millones de pesetas, es decir, un 35,40 por 100 más que en 1970.

Inversión industrial

	Millones de pesetas		Variación porcentaje 1971/1970
	1971	1970	
Energía	54.740	51.484	+ 6,32
Siderurgia... ..	15.300	17.600	- 13,07
Industrias de la construcción... ..	10.900	11.160	- 2,33
Industria química	10.300	10.650	- 3,29
Minería (incluso carbón).	8.964	10.121	- 11,44
Mat. de construcción	4.010	4.610	- 13,02
Manufacturas diversas... ..	2.810	2.680	+ 4,85
Metalurgia	1.730	3.200	- 45,94

COMERCIO EXTERIOR

Principales productos industriales importados

Productos	Millones de dólares		Variación porcentaje 1971/1970
	1971	1970	
Aceites de petróleo no crudos	96.579	95.753	+ 0,86
Productos químicos orgánicos	35.669	30.253	+ 17,90
Máquinas - herramientas.	34.022	26.855	+ 26,09
Barras (hierro o acero).	27.396	6.005	+ 356,22
Herramientas	25.689	17.706	+ 45,09
Perfiles (hierro o acero)	23.828	4.907	+ 385,59

Principales productos industriales exportados

Productos	Millones de dólares		Variación porcentaje 1971/1970
	1971	1970	
Aceites crudos de petróleo	663.734	502.304	+ 32,14
Productos químicos orgánicos	201.739	191.566	+ 5,31
Minerales metalúrgicos.	97.595	83.968	+ 16,23
Hullas y combustibles sólidos	74.953	74.306	+ 0,87
Maquinaria no expresada	71.983	74.587	- 3,56
Chapas de hierro o acero	63.268	139.303	- 50,99
Maquinaria para el movimiento de tierras	65.950	58.051	+ 13,61
Chatarra de hierro o acero	63.280	74.782	- 15,38
Productos químicos inorgánicos	60.518	57.702	+ 4,88
Aceros aleados y finos al carbono	51.094	57.765	- 11,55
Productos de industrias químicas	47.100	46.990	+ 0,23
Máquinas herramientas para metales	44.589	38.671	+ 15,30
Materias plásticas, por polimerización	42.182	46.990	- 10,23

ELECTRICIDAD

El sector de producción de energía eléctrica ha marcado en el año 1971 dos hechos característicos, que son incremento en la producción total e incremento en la demanda. La producción eléctrica total, que ya incluye con cifras significativas a la de origen nuclear, ha crecido con respecto a la correspondiente a 1970 en un 10,64 por 100, frente a un incremento en la demanda total de 7,11 por 100. Los saldos de los intercambios internacionales se han elevado en más del 65 por 100, con resultados positivos para España.

En cuanto a la potencia instalada, ha experimentado incremento con respecto a la correspondiente a 31 de diciembre de 1970, en cifra superior al 6 por 100, con la puesta en funcionamiento de centrales termoelectricas nucleares, que ya han permitido alcanzar una producción algo superior a los 2.500 millones de kWh., con lo que se supera en más del 170 por 100 la correspondiente al año anterior.

La producción total en el año comentado se distribuyó en un 52,44 por 100 para la de origen hidráulico y el resto para la de origen térmico, incluyéndose en esta última la obtenida en las centrales termoelectricas nucleares.

Durante el año 1971 la potencia hidroeléctrica puesta en servicio alcanzó la cifra de 171.290 kW, destacando los grupos primero y segundo de Tabescán principal con 120.430 ki-

lowatios/hora, así como la de Tabescán inferior —primer grupo— con 31.000 kW.

La potencia termoelectrica puesta en servicio durante el año comentado totalizó 552.600 kW, destacando el primer grupo de La Robla, con 270.000 kW, y el primer grupo de Serchs, con 175.000 kW.

La potencia eléctrica instalada en España se situaba en una cifra del orden de los 19.017.600 kW.

CARBÓN

El ejercicio de 1971 si bien ha marcado un descenso en la demanda total, la producción se ha incrementado con respecto a 1970, concretándose esta situación en un ligero incremento en los «stocks» al cierre del ejercicio.

Si se considera la estructura de la demanda de energía primaria en 1971, se observa que los combustibles sólidos, según los datos obtenidos por el Ministerio de Industria, han representado el 22,0 por 100 del total, mientras que en 1970 su participación fue del 25,5 por 100, descenso de un ejercicio a otro, tanto más significativo si se tiene en cuenta que, incluso en 1969, esta participación se situaba en el 23,2 por 100.

Producción de carbones

(Vendible)

	Millones de toneladas	
	1971	1970
Hulla	7,79	7,98
Antracita	2,87	2,80
Lignito	3,06	2,82

PETRÓLEO

En el año 1971 ha continuado el desarrollo de la industria española del refinado de petróleo, que ha implicado, como es natural, la expansión de las industrias subsidiarias nacidas al amparo de las refinarias, como son las encuadradas en el campo de la petrolquímica.

Este desarrollo se ha materializado en expansión de la capacidad instalada de refinado de nuestras plantas, aumento de los crudos tratados y elevación en la demanda, unido a las nuevas construcciones de refinarias, como es el caso de la de Somorrostro, en Bilbao, que, con una capacidad de cinco millones de toneladas-año, entrará en funcionamiento en el ejercicio de 1972.

En 1971 se adjudicó la refinaria de Tarragona, creándose para la explotación de la misma una empresa nacional, con participación estatal del 60 por 100, y que tendrá una capacidad de siete millones de toneladas-año.

Se traspasó al Estado español la utilización del oleoducto Rota-Zaragoza, que representa una gran mejora, a la vez que economía, en el porte de productos desde Puertollano a Madrid.

La investigación y explotación de hidrocarburos naturales ha continuado la tendencia que se inició en 1969 de expansión, realizándose diversos trabajos de prospección, con resultados positivos, en especial en la plataforma marítima del delta del Ebro.

Las inversiones realizadas en el sector de combustibles líquidos durante el año 1971 se han situado en 6.500 millones de pesetas, cifra que supera en algo más del 9 por 100 la realizada en el ejercicio anterior, a la que se han de unir 3.100 millones de pesetas invertidos en el sector de combustibles gaseosos, con incrementos de prácticamente el 17 por 100 sobre la cifra de 1970, si bien ha de señalarse que en estas inversiones no están incluidas las realizadas en investigación de hidrocarburos, cuya primera estimación da una cifra del orden de los 1.800 millones de pesetas.

Las producciones de crudos españoles alcanzan cifras por el momento reducidas —en los diez primeros meses de 1971 se obtuvieron en el campo de Ayoluengo y otros 117.941 metros cúbicos y 184.867 metros cúbicos durante el ejercicio de 1970.

Durante el año 1971, las importaciones de crudos de petróleo alcanzaron la cifra de 35,13 millones de toneladas, con lo que se superó la cifra del año anterior en el 13,88 por 100, alcanzando un contravalor estas compras de 663,73 millones de dólares; es decir, un 32,14 por 100 más que en 1970, incremento en que ha influenciado las variaciones en los precios de origen ya citadas.

MINERÍA

El sector minero, base tradicional de la economía española, se ha visto frecuentemente desbordado por el desarrollo industrial que se está produciendo en España, y si bien en algunos años su importancia relativa con respecto al conjunto de la economía se ha reducido, en los momentos actuales está adquiriendo una mayor importancia.

Producciones mineras

(Toneladas de mineral vendible)

	1971		1970		% variación 1971/70
	1971	1970	1971	1970	
Piritas ferrocobrizas	423.072	625.472	-	32,36	
Mineral de cinc	156.705	175.959	-	10,95	
Mineral de plomo	100.483	103.096	-	2,54	
Cobre	2.098.292	178.176	+ 1.077,65		
Titanio	23.617	43.997	-	46,33	
Estaño	263	264	-	0,38	
Volframio	487	420	+ 15,95		
Sales potásicas silvinita	4.257.350	3.936.748	+ 8,14		

El valor alcanzado por la producción minera en 1971 puede estimarse en una cifra del orden de los 22.800 millones de pesetas, frente a 20.896 millones en el año anterior, correspondiendo en el ejercicio comentado un valor del orden de los 7.600 millones de pesetas al subsector de extracción de minerales metálicos (excluido mercurio) y unos 9.400 millo-

nes a la extracción de piedra, arcilla y arena. Es decir, que se ha producido un crecimiento algo superior al 9 por 100, aun cuando las cifras correspondientes a 1971 han de considerarse como provisionales, al ser estimadas.

El Producto Industrial Bruto correspondiente a la totalidad del sector minero, excluido el carbón, ha presentado en 1971 una cifra superior a la del ejercicio anterior, concretamente en el 8,74 por 100, al valorarse, en cifras provisionales, en 17.265 millones de pesetas.

METALURGIA

Entre los hechos destacados del sector pueden señalarse la debilidad en la cartera de pedidos, descenso en el consumo que afecta, en diverso grado, a las distintas producciones, aun cuando se sobrepasan las previsiones del II Plan de Desarrollo, aumento en la producción, «stocks» superiores a los normales, déficit en el comercio exterior y estabilidad en los precios, con excepción del cobre, así como baja en las inversiones.

En el sector del cobre, se continuaron las obras de ampliación de instalaciones de la factoría Riotinto Patiño, en Huelva, la concesión en el aluminio, a Endasa, de ampliación de sus instalaciones en 40.000 toneladas cada año y la puesta en servicio por Asturiana del Cinc de un tren de laminación de 15.000 toneladas/año de capacidad.

Producciones metalúrgicas

(Toneladas)

	1971	1970	% variación 1971/70
Aluminio puro refinado ...	126.647	115.146	+ 9,99
Cinc ...	89.309	89.102	+ 0,23
Cobre blister ...	70.547	39.825	+ 77,14
Cobre de afino térmico ...	9.680	11.157	- 13,24
Cobre electrolítico ...	63.565	71.690	- 11,34
Plomo de primera fusión ...	72.146	68.682	+ 5,04
Estaño en barras ...	4.533	2.900	+ 56,31

Comercio exterior

(Miles de dólares)

	Importación		Exportación	
	1971	1970	1971	1970
Cobre ...	96.877,2	143.605,6	13.855,0	33.437,1
Níquel ...	15.980,6	17.393,0	482,1	293,8
Aluminio ...	25.164,5	19.969,9	25.424,6	20.174,9
Magnesio, berilio (glu- cinio) ...	468,7	563,8	26,8	90,1
Plomo ...	830,3	2.017,5	143,9	328,6
Cinc ...	262,6	296,8	7.145,4	1.628,3
Estaño ...	581,7	409,1	4.709,3	5.359,7
Otros metales comu- nes ...	2.931,9	3.862,2	301,2	631,9

Las inversiones realizadas en el sector de metalurgia no férrea básica, las ha estimado el Ministerio de Industria

en 1.372 millones de pesetas, lo que supone una baja, con respecto a los 2.830 millones del año 1970, del 51,52 por 100, habiendo de señalarse que las correspondientes a 1970 superaron las del año anterior en un 22,99 por 100. Estas inversiones se refieren a las de las plantas de producción de metal, ya sea en tocho, placa, lingote, galápagos, etc., que se utilizan, como materia prima, para la laminación o extrusión.

Las inversiones realizadas en las industrias de fabricación de semielaborados de aluminio y cobre totalizaron 357 millones de pesetas, con un descenso del 2,99 por 100 sobre las realizadas en 1970.

En cuanto a la inversión en la metalurgia no férrea básica, en el ejercicio comentado, la mayor, con 755 millones de pesetas —aumento del 19,84 por 100 sobre el año anterior— correspondió al aluminio, habiéndose dado bajas en las correspondientes al cinc, cobre electrolítico y plomo.

SIDERURGIA

La situación económica general española ha repercutido en el sector siderúrgico nacional con una mayor intensidad, habida cuenta la interrelación existente entre el crecimiento del Producto Nacional Bruto y el consumo de acero, dándose la situación de que una variación positiva no fuerte en el Producto Nacional y más concretamente en el Producto Industrial Bruto, hace que el consumo de acero no crezca e incluso llegue a ser negativo.

Producto Industrial Bruto

Siderurgia

	Millones de pesetas		
	1971	1970	% variación 1971/70
Lingote de hierro y arrabio.	4.815	3.877	+ 24,18
Fabricación de aceros ...	13.130	11.725	+ 11,98
Fundición de hierro y acero ...	21.955	20.424	+ 7,50
Laminación de hierro y acero ...			
Forja de hierro y acero.			
Tubería de hierro y acero.			
Ferroaleaciones ...	39.900	36.026	+ 10,75

Dentro de las inversiones realizadas en las empresas productoras de acero y laminados, el mayor volumen, con 5.900 millones de pesetas, o sea, el 40,69 por 100 del total, se destinó a la laminación, con lo que se dio un descenso sobre la realizada en este subsector en 1970 del 40,85 por 100. Han aumentado las inversiones en preparación de cargas y fabricación de arrabio, mientras que disminuía la relativa a fabricación de acero.

Por orden del Ministerio de Industria de 26 de mayo de 1971 se aprobó la revisión del Programa Siderúrgico Na-

cional en el que se prevé un consumo aparente total de acero en 1972 de 10,25 millones de toneladas, de las que el 92,49 por 100, o sean 9,48 millones de toneladas, corresponden a acero común y el resto a aceros especiales.

Diversas instalaciones siderúrgicas entraron en servicio en 1971, entre las que pueden citarse una planta de sintetización de 557.000 toneladas/año, un horno alto de un millón de toneladas, una acería LD compuesta de tres convertidores con capacidad de 1,96 millones de toneladas/año y cinco hornos eléctricos, por citar algunas de ellas.

Se ha proyectado y aprobado el montaje en Cádiz de una planta de laminado en frío de banda de acero, que supondrá la inversión de más de 1.600 millones de pesetas, y también se ha aprobado, pero dentro del ejercicio de 1972, la siderurgia integral de Sagunto.

Ha de señalarse, antes de cifrar las producciones, que éstas en 1971 han sido inferiores a las previstas en el II Plan de Desarrollo para el ejercicio, mientras que las inversiones fueron superiores.

Producción básica de hierro y acero

	Toneladas		% variación 1971/70
	1971	1970	
Sinter ...	4.200.124	3.838.348	+ 10,99
Arrabio total ...	4.827.291	4.164.474	+ 15,91
De afino ...	4.481.537	3.846.957	+ 16,49
De moldería ...	345.754	317.517	+ 8,89
Aceros (1) ...	7.758.852	7.388.250	+ 5,02
Aceros especiales ...	679.149	849.641	- 20,07
Laminados en caliente ...	5.413.267	5.395.120	+ 0,34
Piezas de acero moldeado.	89.334	94.267	+ 5,37
Piezas de acero forjado ...	75.327	81.857	- 7,98
Chapas finas laminadas en frío ...	799.875	815.648	- 1,94
Hojalata ...	140.580	142.135	- 1,10

(1) Incluidos los aceros especiales.

Importación de productos siderúrgicos

	1971		1970	
	Miles de Ton.	millones dólares	Miles de Ton.	millones dólares
Chatarra de hierro o acero ...	1.382,37	63,28	1.363,87	74,78
Desbastes de hierro o acero ...	249,37	34,46	808,53	91,11
Chapas de hierro o acero ...	356,43	68,27	791,71	139,30
Aceros aleados y finos al carbono ...	87,29	51,09	93,29	57,76
Tubos de hierro o acero.	28,17	14,43	30,00	13,65

Exportación de productos siderúrgicos

	Miles de dólares	
	1971	1970
Desbastes de hierro o acero ...	19.517,06	10.252,00
Barras de hierro o acero ...	27.395,78	6.005,00
Perfiles de hierro o acero ...	23.827,62	4.906,61
Chapas de hierro o acero ...	13.091,48	1.440,37
Aceros aleados ...	11.530,64	10.868,86
Tubos de hierro o acero ...	15.077,13	9.500,96

CEMENTO

Si bien la capacidad de producción de la industria del cemento española ha aumentado en 1971, y, en términos generales, las producciones obtenidas también han crecido, se aprecia una atenuación del ritmo de crecimiento que se venía produciendo en los ejercicios anteriores, aun cuando, como hecho significativo, debe citarse que la balanza comercial de cementos hidráulicos ha presentado, por primera vez, un resultado positivo para España; es decir, que nuestras ventas al exterior han superado a las compras.

La capacidad de producción ha aumentado, en el año considerado, en 686.000 toneladas, con lo que se sitúa en una cifra de las 21.400.000 toneladas, lo que supone un incremento del 3,31 por 100 con respecto a la capacidad existente en 31 de diciembre de 1970.

Las inversiones realizadas por la industria cementera nacional en equipo productivo durante el ejercicio de 1971, se han cifrado, por el Ministerio de Industria, en una cifra del orden de los 1.500 millones de pesetas.

El consumo aparente de cemento se situó en 16.531.000 toneladas, lo que supone una reducción de aproximadamente el 0,3 por 100, es decir, que prácticamente ha sido el mismo que en el pasado ejercicio.

La producción obtenida en 1971, de cemento y cales hidráulicas, se estima se ha valorado en 16.400 millones de pesetas, con lo que se ha sobrepasado en el 7,91 por 100 el valor alcanzado en 1970.

Producción de cemento

(Toneladas)

	1971	1970
Portland corriente ...	15.919.245	15.408.390
Cementos blancos ...	400.847	370.277
Cemento aluminoso ...	58.257	58.781
Cemento puzolánico ...	75.757	126.320
Cemento de escorias (alto horno y siderúrgico) ...	376.941	419.552
Otros cementos artificiales ...	161.986	151.835

INDUSTRIA QUÍMICA

Se produjo un aumento en el sector, cuyo valor conjunto de producción, según el Sindicato Nacional de Industrias

Químicas, ha alcanzado una cifra del orden de los 231.200 millones de pesetas, es decir, unos 10.000 millones de pesetas más que el valor correspondiente a 1970, incluyendo en el mismo tanto el correspondiente a la fabricación de sustancias y productos químicos como a derivados del petróleo y del carbón.

Concretando ya al Producto Industrial Bruto de la industria química, se ha pasado de 49.702 millones de pesetas en 1970 a un total de 55.150 millones en el ejercicio comentado, lo que supone un aumento, en términos relativos, del 10,96 por 100.

Producciones Industria química	Producción		% variación 1971/70
	1971	1970	
Acido sulfúrico (100 % de SO ₄ H ₂), toneladas	1.877.972	2.015.714	- 6,84
Acido nítrico (100 % de NO ₃ H), toneladas	490.864	505.087	- 2,82
Acido clorhídrico (100 % de HCl), toneladas	84.171	82.248	+ 2,34
Carbonato sódico, toneladas	346.124	332.506	+ 4,09
Sosa cáustica (hidróxido sódico) (100 % de NaOH), toneladas	249.559	227.865	+ 9,52
Amoniaco (tonelad. de N), toneladas	459.770	444.176	+ 3,51
Nitrato amónico cálcico (toneladas de N)	148.407	161.407	- 8,06
Sulfato amónico (toneladas de N)	116.568	161.905	- 28,01
Superfosfato de cal (toneladas P ₂ O ₅)	375.321	268.257	+ 39,91
Carburo de calcio (toneladas)	204.149	222.787	- 8,37
Urea (toneladas)	48.930	55.088	- 11,18
Resinas			
Polivinílicas (toneladas).	111.962	117.205	- 4,48
Fenólicas (toneladas) ...	7.387	6.930	+ 6,59
Poliestireno (toneladas).	60.911	40.927	+ 48,83

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La situación de la construcción repercute en el sector de los materiales usados, que comprende una amplia gama de productos y que, por tanto, puede presentar distintas tendencias, según se consideren unos u otros.

Las inversiones realizadas en el sector se estiman en 2.510 millones de pesetas, según el Ministerio de Industria, cifra inferior en un 19,30 por 100 a la correspondiente a 1970. De esta inversión del ejercicio comentado, 590 millones correspondían al vidrio, 511 a los derivados de cemento

y 375 millones de pesetas a la producción de arcillas para la construcción, asignándoles el resto a otros sectores, como son los hormigones premasados, azulejos, porcelana y loza, amianto-cemento y otros materiales.

Mientras en algunos subsectores se han producido notables incrementos, superiores al 40 por 100 con respecto a los volúmenes alcanzados en 1970, en otros, asimismo, se han dado fuertes reducciones.

Materiales de construcción

Producción	Producción		% variación 1971/70
	1971	1970	
Productos de fibrocemento			
Planchas lisas y onduladas (miles m ²)	32.228	29.607	+ 8,85
Tubería ligera (miles metros)	11.152	11.995	- 7,03
Otros productos de fibrocemento (tonelad.).	52.910	53.564	- 1,23
Vidrio			
Vidrio plano laminado (toneladas)	109.565	101.354	+ 8,10
Vidrio plano estirado (toneladas)	93.601	90.296	+ 3,66
Vidrio prensado (toneladas)	16.294	14.704	+ 10,81
Vidrio hueco, usos domésticos y sanitarios (toneladas)	67.305	47.454	+ 41,83
Vidrio hueco, usos industriales (toneladas),	12.734	12.805	- 0,56
Fibra de vidrio (toneladas)	10.406	7.364	+ 41,31
Porcelanas			
Porcelana sanitaria (toneladas)	44.520	51.601	- 13,73
Porcelana usos domésticos y artísticos (toneladas)	11.488	11.116	+ 3,35
Porcelana industrial eléctrica (toneladas)	3.750	6.239	- 39,90
Porcelana otros usos industriales (toneladas).	204	574	- 64,46
Azulejos			
Azulejos comunes (miles m ²)	28.895	21.834	+ 82,34

Durante el año, la exportación de manufacturas de piedra, yeso y análogas, alcanzó un contravalor de 15,45 millones de dólares, de 12,79 millones la de productos cerámicos y de 6,65 millones de dólares la de manufacturas de vidrio.

GEOQUIMICA

EL CICLO GEOQUIMICO DEL MONOXIDO DE CARBONO

Gran parte del monóxido de carbono existente en la atmósfera terrestre está originado por el consumo de combustibles fósiles. También existen importantes fuentes «naturales» de este gas, descubiertas en el transcurso de los últimos años.

La participación del mar en la producción del CO de la atmósfera se estima en un 5 por 100, como mínimo, del total del gas existente en aquélla.

Se ha realizado una investigación sobre el agua de lluvia emprendida por el profesor Swinnerton, del «US Naval Research Laboratory» con muestras analizadas inmediatamente después de su obtención (valorándose tanto su contenido de CO, como en metano) excepto las procedentes del interior de las Islas Hawai, cuyo análisis se demoró unas dos horas.

Además recogieron muestras de aire que asimismo fueron analizadas para conocer la concentración atmosférica de ambos gases. Tal como cabía esperar, los valores de las concentraciones de CO de estas muestras de aire se hallaron acordes con la calidad de los ambientes en los que se habían obtenido: las de Washington eran muy elevadas y variables; las del Pacífico, donde la contaminación originada por el CO de procedencia «humana» puede considerarse prácticamente inexistente, eran a su vez mucho más constantes y bajas (0.1 p. p. m. de aire, esto es, una quinceava parte de las anteriores); las del interior de las islas Hawai resultaron ligeramente más altas que las del Pacífico y las de Hilo unas dos veces superiores, como corresponde al ambiente propio de un pequeño núcleo urbano.

Las muestras de agua de lluvia se encontraban saturadas de CO, con un factor multiplicador de 200 con respecto a la concentración en este gas en la atmósfera. Esta sobresaturación era mucho más acusada en aquellas regiones donde el grado de contaminación atmosférica resultó más leve (interior de Hawai, superficie del Océano Pacífico).

Los resultados obtenidos en el metano revelaron una situación completamente distinta. Su concentración en el agua de lluvia de todas las procedencias estaba en equilibrio con la presión parcial del mismo gas existente en la atmósfera.

Al discutir señalar el PG SW invierten la razón por la que el agua de lluvia se encuentra sobresaturada de monóxido de carbono, indica las variaciones observadas en relación con la altitud a que fueron recogidas las muestras. Las

diferencias del grado de saturación de las correspondientes al interior de Hawai (obtenidas entre 600 y 1.500 m. de altitud), significativamente más acusado que el de las procedentes de Hilo (situada prácticamente a nivel del mar), permiten suponer que la fuente de CO se encuentra a distintas alturas, allí donde se forman las nubes.

El mismo profesor aporta dos posibles mecanismos para la formación del exceso de monóxido de carbono. El primero consistiría en la oxidación fotoquímica de la materia orgánica que, en bajas concentraciones, contiene el agua de lluvia, tal como se ha demostrado recientemente para el agua de mar, y el segundo en la ligera disociación del dióxido de carbono, que originan las descargas eléctricas producidas en las nubes.

A pesar de la cantidad de monóxido de carbono producida anualmente por todas las fuentes citadas se ha mantenido invariable su concentración atmosférica durante el último decenio, debido a una eliminación sistemática. Esta actividad se realiza según ha señalado recientemente el doctor R. E. Inmann, por los microorganismos comunes del suelo, a un ritmo muy superior que el de las reacciones químicas atmosféricas que actúan en el mismo sentido. Estima que la tierra de EE. UU. podría eliminar cada año 500 millones de toneladas de CO, esto es, más del doble de la producción «terrestre» del gas (calculada en unos 200 millones de toneladas), si bien el concepto del suelo como «sumidero natural» de aquél, tan sólo debe considerarse desde un punto de vista regional o global, pues el ritmo de producción del monóxido en ciertas zonas urbanas es muy superior al de su posible eliminación por los microorganismos del suelo.

REUNIONES CIENTIFICAS

COMISION GRAVIMETRICA INTERNACIONAL

Consideramos interesante dar a conocer a nuestros lectores las recomendaciones y acuerdos que tuvieron lugar en la reunión de la Comisión Gravimétrica Internacional, celebrada en París del 7 al 11 de septiembre de 1970.

Medidas absolutas de la gravedad.—Las medidas absolutas de la gravedad se han efectuado en diversos puntos del globo, y por métodos diferentes principalmente en Sydney (método balístico), Potsdam (péndulo reversible), Berlín y Braunschweig (caída libre) y Helsinki (péndulo largo).

Una primera estación permanente de gravedad absoluta ha sido instalada en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de Sèvres: el aparato (método balístico) posee en estos momentos una sensibilidad y una exactitud de medida superior a 3 µgal (3 × 10⁻⁹ g), en consecuencia la perturbación de g debido a efecto de luna solar puede ser claramente determinada.

Un aparato transportable ha sido construido (método de caída libre) con «interferómetro láser», que permite obtener resultados con una precisión de 5×10^{-8} .

Medidas de gravedad en el mar.—Desde 1957 más de dos millones de observaciones se han realizado en el mar: la mitad por el Observatorio Geológico de Lamont-Doherty, las otras por las instituciones cualificadas de diversos países. Para 500.000 puntos aproximadamente, el valor de g está determinado con ± 2 ó $3 \mu\text{gal}$. y la situación del punto con 0,2 millas; para 1.500.000 puntos la precisión son aproximadamente $\pm 20 \mu\text{gal}$. y una a dos millas la situación.

Estos cruceros de mar han permitido precisar estructuras geofísicas regionales y trazar cartas de altura del geoides que son comparadas con valores procedentes de los datos de satélites.

Medidas aeroportadas.—Se han realizado importantes progresos en las técnicas de medidas de aviación, en particular las cuestiones de estabilización angular, navegación y altimetría, son los que más han progresado, la determinación de altitud por radar da los mejores resultados, sobre todo encima del mar; encima de la tierra es preciso combinar el empleo de barómetros con determinaciones con radar sobre los puntos elegidos.

Las medidas en helicóptero fueron objeto de fructuosas investigaciones durante estos últimos años en Estados Unidos. Estos ensayos muestran que se pueden obtener valores muy precisos con una buena técnica de vuelo y un registro sobre banda magnética de todas las informaciones útiles.

Red Gravimétrica Mundial.—Está prácticamente terminado el establecimiento de la Red Gravimétrica Mundial, que fija los valores de g , los más probables en las estaciones de primer orden y la escala patrón para los gravímetros.

La reducción de las medidas pendulares es un problema muy delicado a causa de las derivas y de los «saltos»; en la compensación definitiva, alrededor de 900 diferencias relativas de 118 estaciones principales, pueden ser utilizadas para comprobación de la escala gravimétrica.

El número total de observaciones reunidas pasan de 30.000, correspondiendo alrededor de 13.000 diferencias de gravedad entre las estaciones. La precisión de las observaciones pendulares es del orden $\pm 0,2 \mu\text{gal}$. sobre toda la longitud de la cadena patrón, mientras que la de los gravímetros es superior a $\pm 0,1 \mu\text{gal}$, viendo la verificación está bien realizada.

Variaciones seculares de la gravedad.—En un estudio sobre la variación secular de la gravedad se ha ensayado determinar las masas que producen anomalías del geoides, y se ha mostrado que estas anomalías sobre una sección ecuatorial pueden ser debidas solamente a 2 masas de dirección $\lambda_0 \sim 70^\circ$ E. G. y $\lambda_1 \sim 140^\circ$ E. G. Las anomalías de las antípodas son producidas por la superposición de estas dos masas.

Entre las resoluciones destacan: 1.º Los valores absolutos de la gravedad, con los medios de precisión actuales

posibles (algunos microgals), serán adoptados como base de referencia para los problemas geodésicos y geofísicos relativos a las variaciones de las condiciones físicas de la tierra. 2.º En la presentación de las anomalías de la gravedad, todas las informaciones útiles sobre las medidas y las reducciones publicadas bajo cualquier forma serán claramente expresadas y con la fórmula de referencia internacional indicada. 3.º Desea que las medidas de las bases de calibración, así como las medidas absolutas de gravedad, sean hechas con aparatos transportables del Dr. Faller sobre la línea de calibración de la Argentina en las estaciones de Tucumán, Bahía-Blanca y Ushuaia. 4.º Destaca el papel importante del B. G. I. en la recomendación a la distribución de datos de la gravedad, para el beneficio de todos los organismos participantes, en particular en la clasificación y conservación de todos los detalles del F. O. W. G. N. y desea que el B. G. I. continúe activamente sobre el papel de informador para el Boletín de Información, particularmente teniendo al día las cartas del crucero gravimétrico del mar y el estado de las diferentes cartas de anomalías medias de la gravedad. 5.º Dada la importancia de las anomalías medias de la gravedad por estudios mundiales y la ventaja de tener un sistema uniforme de bloques donde las dimensiones serían las más apropiadas para estos estudios, recomienda que un grupo especial de trabajo sea formado en el cuadro de la C. G. I. para estudiar las mejores dimensiones a dar a estos bloques.

INFORMACION DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL COSMOS

Organizó la UNESCO en 30 de abril de 1971 una sesión de estudio sobre CODATA. Esta reunión correspondía al deseo de los geólogos y de los meteorólogos de que dicha entidad se ocupase de la información de sus materias, y del hecho de que CODATA sea considerada por UNISIST como una competente global en todos los datos numéricos de la Tierra y, en general, del Cosmos.

El objeto inicial de CODATA fue la recopilación de datos (los mejores) en física y química, con extensión posible a los datos de todo origen, independientes del tiempo y lugar. Los geólogos habían preparado el proyecto (GEODATA), referente únicamente a sus datos, corrientemente cualitativos y siempre en función del lugar. Este proyecto había evolucionado hacia una generalización a las Ciencias del Medio introduciendo el parámetro tiempo.

La discusión ha mostrado que si una tal extensión es aceptable, la noción de evaluación crítica de datos hace difícil su formulación y perdería entonces su interés a los ojos de ciertos participantes. Estos datos parece poseer, sobre todo, problemas de almacenaje, y de puesta a disposición de los usuarios, análogos a los problemas generales de la UNISIST. Se mantenga o no la evaluación crítica, es evidente que se debe buscar el concurso de los científicos y de los documentalistas.

Diferentes esquemas son posibles: 1. CODATA está restringida a los datos físico-químicos. Parece que esta limitación puede ser preferible al iniciarse. 2. CODATA se extendería directamente a los datos físico-químicos, pero en todo el dominio de las ciencias exactas y naturales, y se esforzaría de una parte en reseñar los usos sobre los organismos copiladores existentes, y de otra parte en coordinar sus acciones. Así conduciría a elaborar métodos generales de evaluación y de copilación, que podrían ser útiles a todas las ciencias, comprendidas las ciencias humanas. Parece ser que a este tipo de solución se orientaría CODATA. 3. La Unión Internacional de Química pura y aplicada puede crear una Comisión Inter-Unión para la evaluación de datos físico-químicos y las otras Uniones también pueden crear Comisiones, donde los servicios correspondientes puedan ser propios. CODATA será una federación de estos servicios, análogos a FAGS, presidida por un científico, y recibiendo de UNISIST los medios materiales. El objeto de los diversos servicios podrían ser muy diferentes, CODATA se esforzaría en mantener el nivel científico y la unidad de presentación. 4. CODATA sería una rama de la UNISIST, formada por documentalistas, coordinando los organismos nacionales e internacionales análogamente a los Centros mundiales de datos.

CONTAMINACION

PROGRAMA DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

En EE. UU. se ha establecido un nuevo programa para la protección del medio ambiente, basado en el empleo de satélites equipados con sensores y cámaras fotográficas para recoger datos sobre la contaminación de los ríos y sus desembocaduras, de la atmósfera y los daños ambientales producidos en las zonas industriales. Los datos proporcionados por los satélites serán almacenados en un sistema de información electrónico dedicado al medio ambiente, con sede en Washington. A partir de este banco de datos se podrán obtener automáticamente mapas con los datos relativos a la contaminación de la zona solicitada. La vigilancia por satélites abarcará una zona de unos 78.000 km.², comprendida entre Norfolk y Filadelfia.

PURIFICACION DE AGUAS RESIDUALES

La firma norteamericana «Lockheed Shipbuilding and

Construction Comp.» ha propuesto el empleo de los cascos de buques que no se hallan ya en servicio para la instalación de sistemas de purificación de aguas residuales. Las ventajas de estas instalaciones flotantes son: su fácil colocación en cualquier lugar en que las aguas tengan una profundidad de unos 3,5 m., rápido y económico montaje, ya que basta conectar el conducto de las aguas residuales a la entrada de las instalaciones; facilidades para la reparación o para la introducción de nuevos avances técnicos por simple envío del buque a los astilleros. Se han puesto a punto cinco sistemas de purificación distintos para su montaje en tres tipos de cascos: de buques de carga o tanques, de barcasas o en unidades constituidas por módulos. Se espera que estas instalaciones constituyan una solución eficaz e inmediata para luchar contra la contaminación de las vías fluviales, ya que todas las industrias y núcleos de población que descargan sus residuos en los ríos o en el litoral pueden proveerse económicamente de un sistema de este tipo.

EQUIPOS DE LABORATORIO

NUEVO MEDIDOR DE ACTIVIDAD IONICA

Un nuevo instrumento capaz de medir cualquier tipo de actividad iónica ha sido presentado recientemente por Philips. Conocido como PW 9413, el medidor ha sido específicamente desarrollado para utilizar cualquier tipo de electrodos selectivos de iones, existentes o futuros.

El PW 9413 es un sucesor del conocido medidor de pH utilizado para medir exclusivamente la actividad de los iones hidrógeno, pero ofrece mucho más. Es universal y no tiene limitaciones; se trata de un instrumento de gran precisión y sensibilidad, muy fácil de utilizar.

Sin ningún tipo de conocimientos especiales, cualquier persona puede efectuar medidas rutinarias, y ello, junto con la sencillez de la preparación de muestras y el sistema de lecturas directas, ahorra una considerable cantidad de tiempo en comparación con los métodos convencionales de medida. Las catorce posiciones del mando de sensibilidad, unido al hecho de disponer de escala lineal y logarítmica, facilitan la medida de bajas actividades.

El PW 9413 puede trabajar con más de veinte tipos diferentes de electrodos selectivos de iones existentes en la actualidad, así como con los modelos que se desarrollen en el futuro, convirtiéndose en un instrumento esencial en cualquier laboratorio de análisis.

Estadística y Economía

COTIZACIONES

PRODUCTOS	1971 Diciembre	1972 Enero	1972 Febrero	1972 Marzo
ALUMINIO				
Nueva York (centavos por libra)	29,—	29,—	29,—	29,—
Londres (libras por Tm.)	261,80	261,80	261,80	261,80
CINC				
Nueva York (centavos por libra)	17,85	17,85	17,85	17,85
Londres (libras por Tm.)	58-65	58-65	58-65	60-70
COBRE				
Nueva York (centavos por libra)	46,—	49,50	49,60	52,40
Londres (libras por Tm.)	395-403	411-412	422,—	437,—
ESTAÑO				
Nueva York (centavos por libra)	175,—	172,—	172,—	178,—
MERCURIO				
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kg.)	266,—	238,—	215,—	205-210
Londres (libras por frasco de 34,5 kg.)	93-95	80-83	76-78	69-71
PLOMO				
Nueva York (centavos por libra)	14,50	14,50	14,50	14,50-15,50
Londres (libras por Tm.)	132,50	136,—	147-151	169
VOLFRAMIO				
Londres (libras por Tm.)	19,75-21,50	16-17,50	16-17,50	16-17,50

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	ASUNTO
80	5869	3-IV-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Alicante.
80	5869	3-IV-72	Ind.	Resol. caducando permiso de investigación minera. Deleg. Prov. de Barcelona
80	5869	3-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permiso de investigación minera. Deleg. Prov. de Castellón

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	ASUNTO
80	5869	3-IV-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera. Deleg. Prov. de Cuenca.
80	5869	3-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera. Deleg. Prov. de Jaén.
80	5870	3-IV-72	Ind.	Resol. caducando permisos de investigación minera. Deleg. Prov. de La Coruña.
80	5870	3-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera. Deleg. Prov. de Madrid.
80	5866	3-IV-72	Ind.	Resol. publicando queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Soria y Zaragoza.
81	5938	4-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
81	5938	4-IV-72	Ind.	Resol. cancelando permisos de investigación minera. Delegación Provincial de Santander.
83	6119	6-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Badajoz.
83	6119	6-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Córdoba.
83	6119	6-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Cuenca.
83	6120	6-IV-72	Ind.	Resol. caducando concesiones de exploración minera, Delegación Provincial de La Coruña.
83	6120	6-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Málaga.
83	6120	6-IV-72	Ind.	Resol. caducando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Pontevedra.
83	6121	6-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Valencia.
83	6120	6-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Lugo.
84	6222	7-IV-72	Ind.	Resol. cancelando permisos de investigación minera. Delegación Provincial de La Coruña.
85	6307	8-IV-72	Ind.	Resol. caducando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Almería.
85	6307	8-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Barcelona.
85	6307	8-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Burgos.
85	6307	8-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Orense.
87	6456	11-IV-72	Ind.	Decreto otorgando concesiones de explotación de hidrocarburos líquidos y gaseosos; solicitadas por SHELL, CAMPSA, INI y COPAREX.
87	6456	11-IV-72	Ind.	Decreto adjudicando a CEPSA y CIEPSA dos permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona I (Península).
91	6761	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Almería.
91	6762	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Cáceres.
91	6762	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Huelva.
91	6763	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de La Coruña.

P. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
91	6763	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
91	6764	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Valencia.
91	6764	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Zaragoza.
91	6761	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera.
91	6761	15-IV-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Avila.
96	7091	21-IV-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de León.
104	7681	1-V-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de León.
105	7743	2-V-72	Ind.	Resol. caducando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Orense.
105	7741	2-V-72	Ind.	Resol. otorgando los permisos de investigación minera.
105	7742	2-V-72	Ind.	Resol. otorgando los permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Granada.
105	7742	2-V-72	Ind.	Resol. otorgando los permisos de investigación minera, Delegación Provincial de León.
105	7742	2-V-72	Ind.	Resol. otorgando los permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Lugo.
105	7742	2-V-72	Ind.	Resol. otorgando los permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Madrid.
113	8284	11-V-72	Ind.	Corrección errores Decreto 858/1972, de 9 de marzo, por el que se adjunta a «Compañía Española de Petróleos, S. A.» (CEPSA), y «Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A.» (CIEPSA), dos permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona I (Península).
118	8643	17-V-72	Ind.	Resol. caducando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Ciudad Real.
118	8643	17-V-72	Ind.	Resol. caducando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de La Coruña.
118	8644	17-V-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de León.
118	8644	17-V-72	Ind.	Resol. caducando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de León.
118	8644	17-V-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Murcia.
118	8644	17-V-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
118	8643	17-V-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Badajoz.
118	8644	17-V-72	Ind.	Resol. caducando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Valencia.
119	8724	18-V-72	Ind.	Resol. suspendiendo el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en perímetro comprendido en la provincia de Córdoba.
120	8799	19-V-72	Ind.	Resol. otorgando permiso de investigación minera, de la Dirección General de Minas.
120	8799	19-V-72	Ind.	Resol. caducando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Logroño.
121	8875	20-V-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Oviedo.

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
121	8875	20-V-72	Ind.	Resol. publicando caducidad de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Tarragona.
121	8875	20-V-72	Ind.	Resol. otorgando permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Santander.
121	8875	20-V-72	Ind.	Resol. cancelando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Tarragona.
123	9007	23-V-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
124	9107	24-V-72	Ind.	Resol. otorgando concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Cáceres.
124	9108	24-V-72	Ind.	Resol. otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de León.
124	9104	24-V-72	Ind.	Orden concediendo primera prórroga de los permisos de investigación de hidrocarburos, situados en Zona I (Península), denominados «Amposta-A» y «Amposta-D».
124	9104	24-V-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera.
124	9104	24-V-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Almería.
124	9104	24-V-72	Ind.	Resol. caducando permisos de investigación minera, Deleg. Prov. de Badajoz.
124	9107	24-V-72	Ind.	Resol. caducando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Guipúzcoa.
124	9107	24-V-72	Ind.	Resol. caducando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Huesca.
124	9107	24-V-72	Ind.	Resol. otorgando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de La Coruña.
124	9107	24-V-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Madrid.
124	9108	24-V-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Orense.
124	9108	24-V-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Salamanca.
124	9108	24-V-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Santander.
124	9109	24-V-72	Ind.	Resol. caducando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Teruel.
125	9201	25-V-72	Ind.	Resol. caducando concesión de explotación minera, Deleg. Prov. de Zaragoza.
125	9200	25-V-72	Ind.	Resol. otorgando permisos de investigación minera, Deleg. Prov. de Badajoz.
125	9200	25-V-72	Ind.	Resol. caducando permisos de investigación minera, Deleg. Prov. de Badajoz.
125	9200	25-V-72	Ind.	Resol. caducando permisos de investigación minera, Deleg. Prov. de Orense.
125	9200	25-V-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Valencia.
125	9201	25-V-72	Ind.	Resol. cancelando permiso de investigación minera, Deleg. Prov. de Vizcaya.
127	9399	27-V-72	Ind.	Resol. caducando permisos de investigación minera, Deleg. Prov. de Lugo.
VARIOS				
103	7618	29-IV-72	O. P.	Resol. autorizando a don José Moyano Iranzo aprovechamiento de aguas subálveas del río Seco, en término de Nérja (Málaga), para aguas.
103	7618	29-IV-72	O. P.	Resol. autorizando a «Construcción de Aparatos Mecánicos, S. A.» ex-

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
104	7682	1-V-72	Ind.	tracción aguas subálveas de la riera de Rubí, en término de Rubí, (Barcelona), para usos industriales. Resol. autorizando y declarando la utilidad pública de las instalaciones eléctricas que se citan. Delegación Provincial de Lérida. Referencia: B. 1.214 R. L. T.
104	7681	1-V-72	Ind.	Orden estableciendo la reserva definitiva a favor del Estado, «Laujar I», en el área de reserva provisional «Sierra de Gádor» (Almería).
105	7733	2-V-72	O. P.	Resol. autorizando a don Ramón de Delás y de Segarra y hermanos de un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Bo o riera de Caldetas, en términos municipales de Arenys de Munt y San Vicente de Montalt (Barcelona), con destino a riegos.
105	7741	2-V-72	Ind.	Resol. publicando la solicitud de declaración minero-medicinal de las aguas de los manantiales que se citan.
113	8239	11-V-72	J. E.	Ley de aprobación del III Plan de Desarrollo Económico y Social.
114	8324	12-V-72	J. E.	Ley de aprobación del III Plan de Desarrollo Económico y Social (Continuación).
115	8457	13-V-72	Ind.	Orden resolviendo el concurso convocado por Orden de 30 de noviembre de 1971 para adjudicación del 40 por 100 de participación en el capital social de la «Empresa Nacional de Petróleos de Tarragona, S. A.».
118	8642	17-V-72	Ind.	Orden reservando provisionalmente a favor del Estado investigaciones de toda clase de sustancias minerales, exceptuados hidrocarburos fluidos, en la zona «La Llacuna» (Al/1-3), de provincias de Barcelona y Tarragona.
118	8643	17-V-72	Ind.	Orden prorrogando reserva a favor del Estado para investigación de yacimientos de minerales de hierro en «Zona Sudoeste de la Península», en provincias de Badajoz, Huelva y Sevilla, con reducción de superficie inicial.
120	8798	19-V-72	Ind.	Orden reservando a favor del Estado investigación de criaderos de hierro en la «Zona Noroeste de la Península», provincias de La Coruña, Lugo, Orense, Zamora, León y Oviedo, con reducción de superficie inicial.
120	8798	19-V-72	Ind.	Orden reservando provisionalmente a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, en zona denominada «Osor», provincias de Gerona y Barcelona.
121	8865	20-V-72	O. P.	Resol. autorizando a don Baudillo Corominas Funtané y hermanos para derivar aguas subálveas del arroyo de San Martín, término municipal de Lladó (Gerona), con destino a riegos.
123	8997	23-V-72	O. P.	Resol. autorizando a la Comunidad de Aguas Benicoden alumbramiento aguas subterráneas en el monte propios del Ayuntamiento de Icod de los Vinos.
123	9005	23-V-72	Ind.	Orden disponiendo levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado, de minerales de mercurio, en «Usagre» (Badajoz), «Turre» y «Sorbas» (Almería), «Chógar» (Castellón de la Plana), «Baza» (Granada), y «Alpujarras» (Granada), con ordenación de la zona «Asturias-León» (Oviedo y León).
125	9194	25-V-72	O. P.	Resol. autorizando a don Francisco Villaseñor Medina aprovechamiento de aguas subálveas del barranco de Mascuñar, en término municipal de Torrox (Málaga), con destino a riegos.
125	9195	25-V-72	O. P.	Resol. autorizando a la «Sociedad Financiera y Minera, S. A.», para aprovechar aguas subálveas del arroyo Totalán, en término municipal de Málaga, con destino a usos industriales y abastecimiento.
126	9292	26-V-72	O. P.	Resol. autorizando aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Galibart, término municipal de Cardona (Barcelona), para riegos y aten-

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
126	9293	26-V-72	O. P.	ciones ganaderas, solicitada por don José Ribera Obach y doña Consuelo Obach Matarradona. Resol. autorizando a doña Julia Farrán Izquierdo de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Milans o Francolí, en término municipal de Espluga de Francolí (Tarragona).
126	9292	26-V-72	O. P.	Resol. concediendo ejecutar una galería de alumbramiento de aguas subterráneas, que se desarrollará bajo el cauce público del barranco de Guayadeque, en términos de Ingenio y Agüimes (Las Palmas), a favor de las Heredades Acequia Real de Aguatoná, Santa María y los Pinales de Agüimes.
126	9293	26-V-72	O. P.	Resol. autorizando ejecutar labores de alumbramiento de aguas subterráneas, mediante galería que se emboquillará en el paraje denominado Vista de San Felipe, Ayuntamiento de Icod de los Vinos (Santa Cruz de Tenerife), a favor de la Comunidad de Aguas de Benicoden.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

TELASCO GARCÍA CASTELLANOS: *Los conocimientos geológicos en Platón y en Aristóteles*. Academia Nacional de Ciencias, núm. XLIX, 28 págs. Córdoba (Argentina), 1972.

Con esta aportación pretende el autor averiguar el grado de conocimientos que Platón y Aristóteles poseían en lo que hoy entendemos por geología. Para ello entresaca de muy diversas partes de sus copiosas obras sobre temas geológicos las ideas que nos interesan y que, en más de una circunstancia, es sólo una carta de referencia.

En Platón, inadvertido en general desde este punto de vista, verificó disquisiciones sobre la Tierra como planeta, formación de las rocas, minerales y del agua; define al elemento químico e incluso se introduce en la estructura íntima de la materia. Nombra alguno de los minerales más conocidos en la antigüedad. Esboza una estructura interna de la Tierra que, a pesar de su desacertada interpretación, es interesante conocerla. Asimismo, parece encontrarse en él a un precursor de las ideas catastrofistas, de los efectos erosivos y del vulcanismo paroxismal.

En Aristóteles, más ortodoxo en cuestiones científicas, se ocupa con mayor profundidad de la Tierra, en cuanto planeta, de la geología dinámica y de la atmósfera. Habla de los ríos, de los mares y lagos, y de los terremotos, capítulos éstos a los que les da bastante extensión.

Destruye creencias anteriores sobre diversos temas que no tenían asidero científico y provee más claras interpretaciones. Es el verdadero fundador de la hidrogeología. Avanza sobre la idea del tiempo geológico, no estando ausente el concepto de un actualismo embrionario. Cita fósiles, pero sin comprender su verdadero significado. Se ocupa del fuego interno, extrayendo curiosas, pero no siempre acertadas consecuencias. Relaciona a ciertas exhalaciones con la génesis de yacimientos y minerales, haciendo una geoquímica muy original.

Cita diversos minerales y un meteorito que lo considera como cuerpo terrestre levantado por el viento. Su mineralogía no es abundante, pero da pie para que su discípulo Teofrasto pueda ir mucho más lejos.

El autor encuentra en Aristóteles a un genuino científico cuyos estudios geológicos, equivocados o no, son producto de un agudo razonamiento despojado de la sola creencia popular, de la magia o de la religión.—L. DE A.

COSMOLOGIA

J. CARRERAS PLANELL: *Tectónica lunar*. Instituto de Investigaciones Geológicas, vol. XXV, págs. 205-220. Barcelona, 1971.

El autor intenta establecer la relación existente entre la morfología lunar y los procesos que la pudieron originar.

Atiende fundamentalmente a las formas que puedan obedecer a un origen interno, a fin de establecer la existencia de una tectónica lunar y señalar su estilo.—L. DE A.

F. ORTÍ: *El regolito lunar*. Instituto de Investigaciones Geológicas, vol. XXV, págs. 175-186. Barcelona, 1971.

El regolito lunar es la cubierta de polvo y fragmentos pétreos de la mayor parte de la superficie lunar. Se conocía su existencia por las observaciones de las propiedades físicas del suelo lunar, y recientemente fue posible su estudio directo a través de las muestras traídas por los astronautas de los Apolos XI y XII. Da un resumen de los conocimientos generales actuales de esta formación lunar: espesor, propiedades físicas, composición mineralógica, evolución, etcétera.—L. DE A.

COSMOQUIMICA

R. CARRERAS PLANELLS: *Atmósferas planetarias*. Instituto de Investigaciones Geológicas, vol. XXV, págs. 57-66. Barcelona, 1971.

Pretende exponer las condiciones que debe tener un astro planetario para que pueda poseer atmósfera. Tras una comparación entre los resultados obtenidos y las datos experimentales que han proporcionado la astronomía y la astronáutica, se aplica el método a la Luna para poder responder a la cuestión de si es capaz de retener una envoltura gaseosa.

Adopta un concepto generalizado de planeta, esto es, se considera como tal a todo cuerpo cuya masa se halla comprendida entre 10^{-5} y 10^4 masas terrestres, tanto si orbita alrededor de una estrella como si lo hace alrededor de otro cuerpo planetario. El límite inferior viene dado por el hecho de que es la mayor masa que puede mantener una forma irregular; mientras que el superior coincide aproximadamente con el límite inferior de la masa de una estrella. Una masa superior a 10^4 masas terrestres es capaz de mantener reacciones termonucleares y emitir luz propia.—L. DE A.

RAMÓN VAQUER: *Geoquímica lunar*. Instituto de Investigaciones Geológicas, vol. XXV, págs. 17-26. Barcelona, 1971.

Dan los resultados más significativos de los análisis de las muestras lunares del Apolo 11 y algunos datos del Apolo 12 y de los Surveyor, haciendo referencia a los métodos de análisis usados.

Los resultados de los análisis, su comparación y sus diferencias y semejanzas con respecto a los materiales terrestres y cósmicos conocidos permiten establecer unas bases de la seleneoquímica.

Las principales peculiaridades de la seleneoquímica de la superficie lunar en comparación con la geoquímica, son:

ausencia de atmósfera, agua y óxido férrico, concentración baja de oxígeno, un marcado carácter reductor de los materiales y la gran importancia del aporte meteorítico, materia cósmica y viento solar como proceso selenoquímico externo.—L. DE A.

PETROLOGIA

A. SAN MIGUEL: *Petrología y petrogénesis lunar*. Instituto de Investigaciones Geológicas, vol. XXV, págs. 221-263. Barcelona, 1971.

Las muestras recogidas por el Apolo XI en el mar de la Tranquilidad pueden agruparse en: gabros de grano grueso, medio y fino; gabros anortositidos y anortositas, brechas y vidrios.

Las del Apolo XII, del mar de las Tormentas, están constituidas predominantemente por varios tipos de gabros y doleritas y dos ejemplos de brechas.

Los gabros lunares, a los que algún autor denomina basaltos a pesar de la ausencia en ellos de una estructura microlítica típica, son rocas oscuras, holocristalinas con estructura granuda, ofítica o dolerítica, compuestas fundamentalmente de piroxenos del tipo augita titanada o augita subcálcica con pigeonita, feldespato plagioclasa, An_{90-100} en la mayoría e ilmenita.

Las anortositas son de colores claros, holocristalinas con estructura granuda típicamente plutónica, variando de anortositas puras a gabros anortositicos.

Las brechas están constituidas por una mezcla compacta de fragmentos de minerales, rocas y vidrios en una matriz oscura, principalmente vitrofídica. Sus constituyentes principales son piroxenos y plagioclasas, y como minerales accesorios, olivino y vidrio juntamente con fragmentos líticos.

Los primeros resultados del estudio petrológico permiten afirmar que las rocas de la Luna son similares, química y mineralógicamente, a las rocas básicas terrestres atribuidas al manto superior.

La Luna, según esto, poseería una corteza externa gabroide-peridotítica similar al manto superior terrestre y carecería de una capa granítica como la Tierra.

El hecho de que Marte, según los datos de los Mariner, tampoco presenta corteza granítica, confirma la idea de que esta capa no se originó por un proceso de diferenciación magmática del manto superior, sino por «sobreimposición» como consecuencia de la acción erosiva y de la alteración atmosférica con los subsiguientes procesos de sedimentación, metamorfismo y plutonismo orogénico.

La clave principal de la diferencia principal entre la Luna y la Tierra, en cuanto a corteza externa se refiere, la constituye la formación y posterior acción erosiva de la atmósfera terrestre. Las anortositas y gabros anortositicos presentan estructuras plutónicas y de recristalización incompatibles con su pretendido origen por diferenciación gravitativa.

La edad absoluta del suelo lunar y brechas presenta un valor concordante de $4,66 \times 10^9$ años. Comparable con la admitida para los meteoritos y la Tierra.

Discute el autor la posibilidad de que las intrusiones anortositicas de los highlands, los principales rasgos tectónicos de la superficie lunar y su posible volcanismo estén originados fundamentalmente por las mareas inducidas por la Tierra en la masa de la Luna y por la gravedad.

Discute el mecanismo de formación de los continentes, así como el origen y evolución de nuestro planeta y su satélite la Luna.—L. DE A.

M. VILADEVALL: *Morfología de los cráteres lunares*. Instituto de Investigaciones Geológicas, vol. XXV, páginas 165-174. Barcelona, 1971.

Pretende el autor dar una visión, según diferentes autores, de la diversidad genética y morfológica de los cráteres lunares, en comparación con las diversas estructuras morfológicas observadas en la superficie terrestre. Va exponiendo la controversia que existe entre los diversos autores, en cuanto al origen y a la comparación morfológica que se da de estos cráteres lunares con los terrestres.

En un principio los estudios morfológicos se realizaban sobre fotografías obtenidas por telescopio. Actualmente, las diferentes sondas espaciales y los últimos viajes de los «Apolos» han aportado una información científica grande para poder estudiar la génesis y estructura de estos cráteres.

La Luna tiene una corteza Gabroidea-Basáltica completamente diferente de la Tierra, sin atmósfera, lo cual indica que los procesos volcánicos que ha sufrido son completamente diferentes de los de la corteza terrestre y según el autor la comparación de estructuras es quizás un tanto absurda.

Trata de dar una visión de las diferentes objeciones y comparaciones que se han hecho de estos cráteres lunares con respecto a los terrestres.—L. DE A.

M. MONTOTO: *Metamorfismo de impactos en rocas lunares*. Instituto de Investigaciones Geológicas, vol. XXV, págs. 85-134. Barcelona, 1971.

El examen de las rocas traídas por los Apolos XI y XII ha confirmado la antigua suposición de que la superficie lunar ha sido constante y prolongadamente sometida a un bombardeo meteorítico de gran significado petrológico.

Dicho bombardeo meteorítico afecta la naturaleza de la roca impactada, generando en su seno estructuras de deformación muy peculiares (extinciones ondulantes y en mosaico, maclas mecánicas, microestructuras planares, bandas de retorcimiento, etc.), fracturando, vitrificando en estado sólido y recristalizando sus minerales, desarrollando microfracturas, desagregando rocas compactadas, aunque también compactando y litificando la fracción fina suelta del

regolito lunar, provocando difusión de elementos químicos (por el momento sólo reconocidos a pequeña escala), etc.

Se trata de toda una serie de fenómenos innegablemente metamórficos, por cuanto transforman la mineralogía y estructura de la roca e incluso afectan a su quimismo.

Los mejores criterios para el reconocimiento de este metamorfismo son, sin discusión, los petrográficos, complementados con mediciones instrumentales de cambios de propiedades físicas y químicas en estado sólido y estudio de defectos cristalinos.

Hasta el presente las investigaciones de metamorfismo de impacto requieren la previa recogida de la roca, como se ha demostrado por la ineficacia de las fotografías y retransmisiones de televisión realizadas por los satélites artificiales que han sobrevolado la Luna.—L. DE A.

CRIADEROS

FRANCIS WEBER: *Une serie precambrienne du Gabon: la Francevillien sedimentologie, geochimie, relations avec les gites mineraux associes*. Rapport CEA-R-4054, 335 páginas y un esquema geológico, 1971.

Se describe la serie precambriana no metamórfica del Francevillien e intenta el autor situar los yacimientos de manganeso (Moanda) y de uranio (Mounana) en un contexto sedimentológico y paleogeográfico. Establece una escala litoestratigráfica y distingue una amplia zona donde la serie potente y ligeramente plegada es dominada por un vulcanismo sedimentario (volcanismo espilitico), una zona epicontinental o de fondos altos delimitando varias cuencas. La estudiada mejor es la cuenca de Franceville, donde se encuentran varios yacimientos.

Los yacimientos de manganeso resultaron de un triple proceso: el manganeso procedente del volcanismo espilitico es concentrado en un sedimento ampelítico carbonatado, posteriormente oxidado y enriquecido por alteración meteorítica.

El estudio de la cuenca manganesífera se completa por la de un depósito ferrífero silicofosfatado que precede al del manganeso en la periferia de los yacimientos.

Los yacimientos de uranio se comparan con los de la meseta del Colorado. Su situación en las areniscas de la base, está enlazada con las circulaciones de capas enriquecidas en uranio como consecuencia de la acción de las aguas o las cenizas volcánicas ácidas.

Se ha determinado la edad de Franceville por los métodos K-A y Rb-Sr valorando en mil setecientos cuarenta millones de años, y compara con las series de edad equivalente y es situada en su cuadro regional.

La obra comentada pertenece a una tesis de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Strabourg, para obtener el grado de doctor en Ciencias Naturales.—L.

CONTAMINACION

DANIEL RANÇON: *Utilisation pratique du coefficient de distribution pour la mesure de la contamination radioactive des minéraux, des roches, du sol et des eaux souterraines.* Rapport CEA-R-4274, 35 págs., 1972.

La retención de radioelementos por los suelos y su difusión en las aguas subterráneas se evalúan corrientemente con la ayuda del coeficiente de distribución (Kd) del radioelemento entre la solución y la fase sólida. En la práctica debe tomarse numerosas precauciones para que la medida del Kd sea representativa de los medios naturales. El Kd depende de la forma química del radioelemento, de la naturaleza, de la composición de la solución y de la naturaleza de los minerales componentes de la roca. Pero es necesario tener en cuenta la textura y la composición granulométrica de la roca. El Kd no corresponde a una característica físico-química cuando es utilizado para rocas consolidadas impermeables o muy poco permeables y varía con su superficie específica según una ley determinada; así se tiene definido un coeficiente característico de tales rocas para un radioelemento dado: éste es el coeficiente de distribución superficial o Kd (S). La experiencia ha demostrado que el valor del Kd (S) es constante y característico de una roca y de un radioelemento para un tiempo de contacto determinado.—L.

CLAUDE SIMEON: *Diagnostic de la pollution des eaux au moyen de methodes hydrobiologiques. Application a l'hydrogeologie.* Rapport CEA-R-4194, 158 págs., 1972.

Las fábricas que vierten en el curso de las aguas sus efluentes químicos se encuentran delante de un doble problema. El primero de estos problemas es evitar la contaminación de las aguas, que se traduce en una modificación importante del medio y el envenenamiento de la fauna acuática e incluso en algunos casos de la muerte de los peces. Este inconveniente puede ser evitado tratando los efluentes, calculando las dosis mínimas mortales y las diluciones límites para el envenenamiento y vigilando las aguas residuales mediante análisis de testigos biológicos. El segundo problema es de no provocar las contaminaciones crónicas lentas, insidiosas, más difíciles de poner en evidencia, conducentes a la esterilización progresiva del medio receptor. Para apreciar esta influencia eventual, la flora y la fauna acuática del canal, objeto de la experiencia, han sido inventariados y el Sistema de Saprobies de Kolwicz modificado. Se ensaya a decelerar la existencia o carencia de polución evaluando la densidad del fitoplancton que se desarrolla sobre las láminas sumergidas (periphyton) y las variaciones específicas de las algas constituyentes de estas poblaciones.—L.

Técnicas de investigación con presiones y temperaturas elevadas. Editada por G. C. Ulmer, Universidad Temple, Filadelfia. 75 figs., XII, 367 págs., 1971. En tela, 33 mar-

cos alemanes; 10,30 dólares norteamericanos. Berlin-Heidelberg - Nueva York. Springer - Verlag, ISBN 3-540-05594-0.

Prólogo: Este libro es un manual de laboratorio para el control, calibración y medición de temperaturas y presiones altas, equilibrios de fases no condensadas en una escala de presiones y temperaturas comprendidas entre una atmósfera y 20 °C hasta presiones de 100 kilobarios y temperaturas de 1.700° C.

La obra abarca los temas accesibles a los que posean conocimientos físicos de grado universitario y facilita el empleo de procedimientos de laboratorio a fin de proyectar y utilizar las mejores técnicas experimentales y señala las limitaciones, peligros y fallos que llevan consigo tales técnicas.

Sólo se exponen los datos específicos y las teorías indispensables para realizar tales experimentos. Cada capítulo contiene las referencias suficientes para mantener al día la bibliografía correspondiente a los temas en él tratados.

La obra aspira a ser útil a los físicos y físico-químicos, metalúrgicos, ceramistas, petrólogos, cristalógrafos y, en general, a todos cuantos se interesen en estos problemas.

La obra comprende doce capítulos:

El *primero* es una introducción a la tecnología empleada.

El *segundo* describe la técnica del cierre gaseoso para el control de la fugacidad del oxígeno a la presión normal de la atmósfera.

El *tercero* expone la técnica de las mediciones y control de la fugacidad del oxígeno y otros gases con electrolitos sólidos.

El *cuarto* describe el control directo de la fase del vapor de oxígeno, sobre todo a presiones superiores a una atmósfera.

El *quinto* describe las técnicas del cierre en sistemas hidrostáticos a elevadas presiones.

El *sexto* estudia la calibración de la temperatura en recipientes a presión con cierre en frío.

El *séptimo* describe la calibración de la presión en el cilindro de émbolo a temperaturas elevadas.

El *octavo* describe los recipientes de presión elevada, calentados interiormente.

El *noveno* trata de las mediciones de compresibilidad de los gases, usando recipientes de presión calentados exteriormente.

El *décimo* describe la técnica de la determinación del punto de ebullición en la presión del vapor de las fusiones silicatadas.

El *undécimo* describe las técnicas experimentadas en la investigación de los sulfuros en seco.

El *duodécimo* trata de las investigaciones en los sistemas hidrotermales de los sulfuros.

Los dispositivos empleados en las técnicas y los resultados gráficos obtenidos ilustran de modo suficiente esta interesante obra.—J. G. DE LL.

BIOGRAFIA

Dictionary of Scientific Biography. Vol. III (Pierre Cabanis a Heinriche von Dechen). «American Council of Learned Societies». Editor, Charles Scribner's Sons. New York 1971.

Este magnífico tomo del Diccionario de biografías de científicos es continuación del plan general descrito en nota publicada en esta revista, tomo LXXXII, páginas 591 y 592; por ello no reiteramos lo expuesto en aquella nota.

Entre los científicos con actividades relacionadas con este Boletín, destacan:

Carangeot, Arnould (Rheims 1742-1806), cristalógrafo y entomólogo. Inspirador del goniómetro.

Cayeux, Lucien (Semousies 1864-1944), especialista en petrografía sedimentaria y estratigrafía. Inicia su actividad científica con el estudio de las margas de la cuenca de París y ciertas rocas silíceas peculiares del mesozoico y cenozoico del norte de Francia y Bélgica. Figuran entre sus obras sistemáticas, como la más destacada, los tres tomos sobre los fosfatos de cal sedimentarios.

Chambers, Robert (Pobles 1802-1871), biólogo y geólogo. Sostiene que el mundo orgánico está controlado por las leyes del desarrollo y demuestra que los fósiles cuanto más modernos, son más avanzados en su progresión general hacia la perfección.

Charpentier, Jean de (Freiberg 1786-1855), ingeniero de minas y glaciólogo. Aporta durante su juventud investigaciones conducentes a un mejor conocimiento de la geognosia de los Pirineos. Orienta sus años posteriores al estudio de los glaciares de la cuenca del Rhone.

Chenevix, Richard (Ballycommon 1774-1830), químico y mineralogo. Autor de una serie de aportaciones a la clasificación de los minerales por sus caracteres físicos y químicos. Cuando apareció en 1808 un anónimo sobre el aislamiento del paladio, demostró la falsedad y que se trataba de una malgama de platino y mercurio. Este hecho dio lugar a grandes discusiones, y el autor del anónimo, Wollasto, dio a entender que lo había escrito para encubrir el descubrimiento del paladio y del rodio.

Chernyshev, Feodosy Nicolaevich (Kiev 1856-1914), geólogo, estratigrafo y paleontólogo. Sus intensos y repetidos trabajos en los Urales le condujeron a un avance profundo en el conocimiento del Devoniano y de su importancia en el desarrollo de la vida en la tierra. Fue prácticamente el autor del primer mapa geológico de Rusia europea.

Christol, Jules de (Montpellier 1802-1861), paleontólogo. Sus aficiones al estudio de los equidae le permitieron identificar importantes géneros de Hipparion.

Clarke, Frank Wigglesworth (Boston 1847-1931), geoquímico. Mantenía la opinión de que la química y la mineralogía de una roca son como un registro de las reacciones químicas a que estuvo sometida la muestra. Predice y describe las reacciones químicas en la naturaleza.

Clarke, William Bran White (Esat Bergholt 1798-1878), geólogo. Sus investigaciones fueron la base de importantes descubrimientos de reservas de oro en Australia.

Cleaveland, Parker (Rowley 1780-1858), mineralogo. Autor del primer tratado elemental de mineralogía y geología, publicado en los Estados Unidos.

Cleve, Per Teodor (Stockholm 1840-1905), mineralogo, químico y oceanógrafo. Trabajó en la química de los metales raros yterbio, erbio y lantano. Cuando Nilsson descubrió el escandio, él lo aisló en el mismo año. Descubre dos elementos, holmio y tulio.

Clif, William (Burcombe 1775-1849), paleontólogo. Iniciador del empleo de la anatomía comparada a la identificación de los huesos fósiles, considerada como base de la paleontología científica.

Cloos, Hans (Magdeburg 1885-1951), geólogo. Después de sus aportaciones en el campo geodinámico, llega a considerar la corteza terrestre como un edificio arquitectónico y hace una serie de postulados concernientes a la relación entre tectónica y magma.

Cocchi, Igina (Terrarossa 1827-1913), geólogo. Sintetizó el primer mapa geológico de casi toda Italia a escala 1:600.000.

Conrad, Timothy Abbott (Trenton 1803-1877), paleontólogo y malacólogo. Descubrió nuevas especies e hizo interesantes descripciones de fósiles por su brevedad e ilustraciones a tamaño natural.

Conybere, William Daniel (London 1787-1857), geólogo. Del estudio de los fragmentos fósiles del liás de Lyme Regis, llega a reconstruir un plesiosaurio.

Cordier, Pierre Louis Antoine (Abbeville 1777-1861), geólogo y mineralogo. Fue el pionero de la aplicación de la geología al conocimiento de las minas, particularmente de las de carbón.

Cotta, Carl Bernhard Von (Zillbach 1808-1879), geólogo. Se incorporó al profesorado de la Freiberg Bergakademie en 1842 en la disciplina de geognosia, en 1843 en la de paleontología y en 1851 crea el curso de criadero de minerales. Trabajó como geólogo en los Alpes y contribuyó a progresos importantes en la petrografía macroscópica, principalmente en relación con la porfiritita, felsita y bananita.

Creder, Karl (Gotha 1841-1913), geólogo. Se ocupó en América del Norte en minas de oro y posteriormente en Sajonia en cartografía geológica.

Croll, James (Cargill 1821-1890), geólogo. Autor de una teoría que relaciona el cambio de excentricidad de la tierra con las drásticas variaciones de clima asociadas a las glaciaciones.

Cronstedt, Axel Fredrik (Turinge 1722-1765), químico y mineralogo. Se hizo famoso con el descubrimiento de la aleación cuproníquel en los minerales de una mina de cobalto. Fue el primero en establecer la diferencia correcta entre minerales simples y rocas, consistentes éstas en una mezcla de varios minerales. También se destaca entre sus

actividades la metodología aplicada al examen de los minerales.

Cross, Charles Wihlman (Amherst 1854-1949), petrólogo. Iniciados sus trabajos con los estudios del Colorado, toma parte activa en el planeamiento de una clasificación y nomenclatura de las rocas ígneas, basada en consideraciones cuantitativas químicas y minerales. Realizó interesantes investigaciones experimentales sobre rocas con temperaturas y presiones elevadas.

Cuvier, Georges (Montbéliard 1769-1832), paleontólogo e historiador de las ciencias. Todavía estudiante (1787), funda la Sociedad de Historia Natural. En 1791 expone sus teorías sobre la concordancia de la estructura de los animales con su forma de vida. En sus ensayos paleontológicos sostiene que la vida se ajusta a las leyes físicas y químicas, formando todas las partes del cuerpo un sistema cerrado. A base de estas teorías reconstituyó la musculatura a partir de los huesos fósiles.

Czekanowski, Alexander Piotr (Krzemieniec 1833-1876), geólogo. Realizó en 1874 el mapa geológico de la provincia de Irkutsk, continuado con otros trabajos de cartografía geológica.

Czerski, Jan (Svolna 1845-1892), geólogo y explorador. Se destacó en el estudio de la rica fauna de mamíferos del cuaternario de Siberia y de los yacimientos paleolíticos de esta región.

Dainelli, Giotto (Florence 1878-1968), geólogo y geógrafo. Iniciado en paleogeografía, continúa con sus estudios paleontológicos y tectónicos del Friulian Prealps. Efectúa profundos estudios antropogeográficos, así como de las glaciaciones.

Dall, William Healey (Boston 1845-1927), malacólogo y paleontólogo. Estudió fundamentalmente la geología de Alaska y trabajó considerablemente en moluscos y braquiópodos recientes y fósiles.

Daly, Reginald Aldworth (Napance 1871-1957), geólogo y geofísico. Especialista en el estudio de la corteza terrestre y de la estructura del interior de la tierra.

Dana, James Dwight (Utica 1813-1895), geólogo. Inicia las publicaciones con su sistemática de mineralogía (1837), trabaja ampliamente como geólogo y mantiene relaciones con su contemporáneo Darwin, aunque sostiene, en relación con los postulados de éste, una intervención sobrenatural, principalmente en la evolución hacia la infusión del alma en el hombre.

Darwin, Charles Robert (The Mount 1809-1882), geólogo y evolucionista. Inicia sus actividades en el campo de la geología en 1831 con la expedición del *Beagle*, estudia las islas volcánicas, efectúa observaciones en América del Sur y en su espíritu, como consecuencia de las cantidades tremendas de fósiles depositados y variaciones de las condiciones de vida, empiezan a formarse las primeras ideas sobre la evolución de las especies.

Davis, William Morris (Philadelphia 1850-1934), geomorfólogo y geólogo. Es el primero que da carácter de ciencias propias a la meteorología y a la morfología. Efectúa inte-

resantes estudios de la cuenca triásica de New England y de Connecticut. Estipula unos ciclos de erosión y un sistema de clasificación.

Dawson, Charles (Fulkeith 1804-1916), paleontólogo. Se especializó en los estudios del hombre primitivo.

Dawson, John William (Pictou 1820-1899), geólogo. Contribuyó al conocimiento de la geología del Canadá y destacan sus aportaciones al conocimiento de las plantas fósiles del Acadiense, consideradas como de importancia fundamental en paleobotánica.

Entre los científicos españoles incluidos en este tomo, figuran:

Caramuel y Lobkowitz (Madrid 1606-1682), matemático.

Destacó en los principios del sistema de numeración de base *n*, de la trisección del ángulo y del desarrollo de los logaritmos de base 10⁹.

Casal, Julián (Gerona, 1680-1759), médico y cultivador de la historia natural y media del Principado de Asturias (1762), obra póstuma, y fueron valiosas sus aportaciones sobre «el mes de la rosa».

Cavanilles, Antonio José (Valencia 1745-1804), botánico. Autor de obras importantes, como *Monadelpia*, y participante de la expedición botánica a Hispanoamérica.

Celaya, Juan (Valencia 1490-1558), filósofo. Defensor de la tradición Aristotelian-Thomistic.

Cervantes, Vicente (Zafra 1755-1829), botánico y farmacéutico. Fue miembro de la expedición botánica de Nueva España y funda el Jardín Botánico de Méjico (1788), describiendo en su «*Hortus mexicanus*» 1.400 especies.

Sánchez Ciruelo, Pedro (Daroca 1470-1554), matemático y filósofo. Cultivó la aritmética práctica, así como la especulativa y la geometría especulativa. Enseñó la teología de Aquino, publicó varias obras. Por sus condiciones pedagógicas y de sapiencia demostradas en Alcalá y Salamanca, todavía se le recuerda con el dicho «sabes tanto como el maestro Ciruelo».

Comas Solá (Barcelona 1868-1937), astrónomo. Contribuyó a importantes avances en el conocimiento de Marte y fue un adelantado de la teoría corpuscular de la radiación.

Cortes de Albar, Martín (Bujaraloz, fallece en 1582), cosmógrafo y navegante. Su compendio de la esfera contribuyó a la formación de navegantes durante el siglo XVI y posteriores.

Lamentamos como españoles que nuestro Cristóbal Colón figure como Columbus, Christopher. Su anunciada biografía aparecerá en el suplemento.

Nos agradó ver las citas de nuestro maestro de electricidad y magnetismo Cabrera y Felipe, Blas (Lanzarote 1878-1945), eminente físico, especializado en las teorías magnéticas de la materia, y de nuestro compañero en el campo de la espectroscopia Catalán y Sañudo, Miguel (Zaragoza, 1834-1957), descubridor de los múltiples que le dieron nombre universal.

Esperamos que en el correspondiente suplemento se publiquen las omisiones de españoles con aportaciones a la ciencia mundial como:

Entre los españoles y con categoría de figurar entre los reseñados se han omitido: el metalurgista Cabanilles, los médicos Calvo y Calleja, el navegante Camargo, el médico

Cardenal, el químico Casares, el boticario Castell, el historiador Castellarnáu, el arqueólogo Cea Bermúdez, el cosmógrafo Cedillo, el inventor del autogiro De la Cierva, el naturalista Cobo, el geógrafo Coello, el geólogo Cortázar, el fisiólogo Cutanda, la introductora de la quina en Europa condesa Chinchón, el geógrafo Chirinos y el constructor Churruiguera, creador de un estilo científico.—L. DE A.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcado 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 o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

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 vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, 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.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

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.

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA

- * Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.
- * Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.

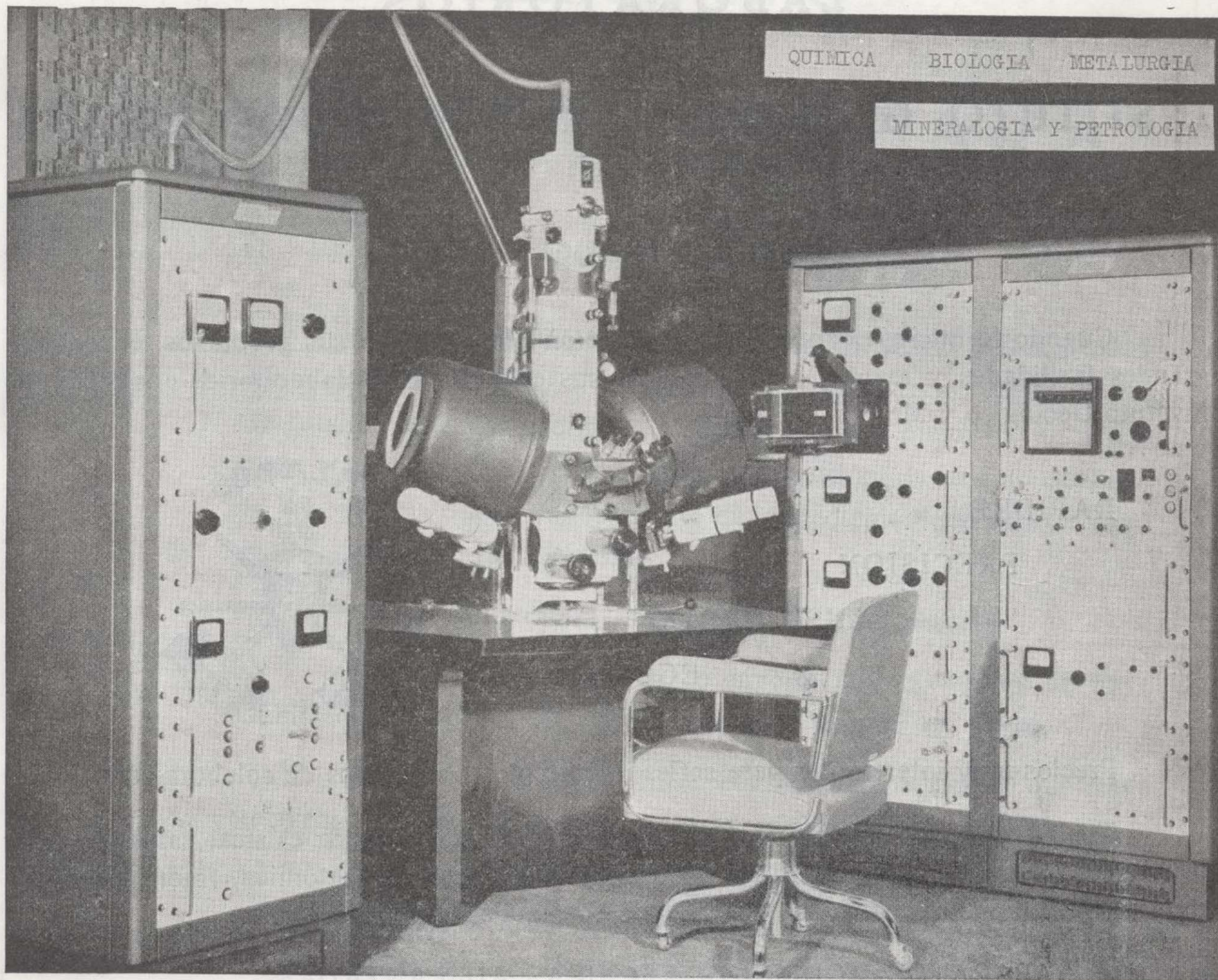
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Espectrometría de lectura directa.

Espectrometría de absorción atómica.

Espectrografía mediante placas fotográficas.

Análisis por fluorescencia y difracción de Rayos X.

Análisis de Radiactividad de aguas y minerales.

Análisis Químicos.

Microsonda Electrónica.

Metalogenia.

Petrología.

Preparación Mecánica de Minerales.

Mineralogía

Macro y Micropalantología

Geotecnia.

DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS IGME

RIOS ROSAS, 23

TELÉF. 254 22 00

MADRID-3