

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

**APARATURA ANTIDIFLAGRANTE PARA AMBIENTES
 EXPLOSIVOS**



PERKIN-ELMER
 DISTRIBUCION / VENTAS
 S. A.

ISA
Spain

SODEL SPRECHER, S. A.
 Madrid - Mendez Alvaro 30 Apartado 7087



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

==== IIIII =====
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 «Security», triconos de aire para grandes voladuras. Perforadoras de tiro hacia arriba, grandes diámetros.
- 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 ALCOCER, 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**

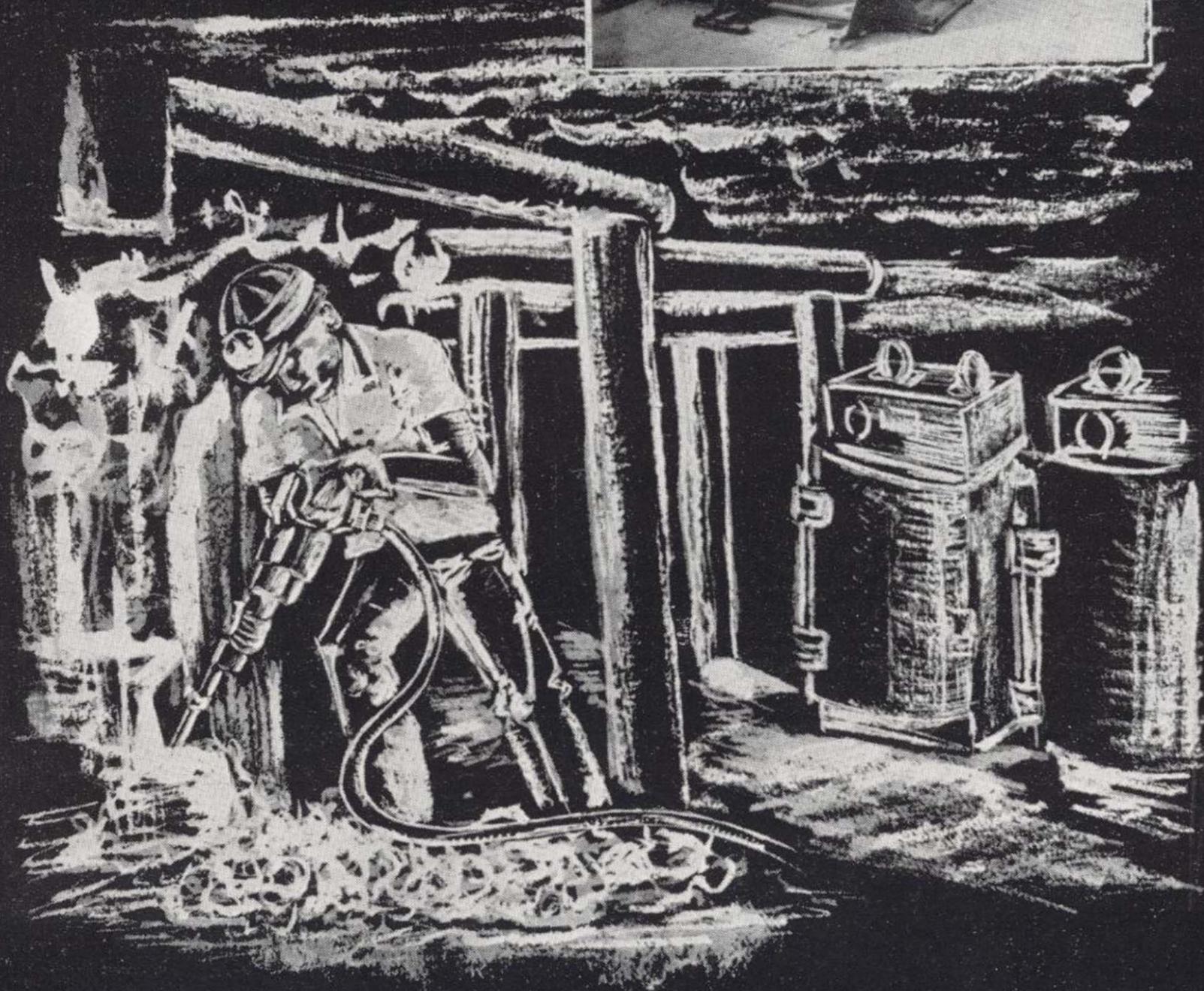
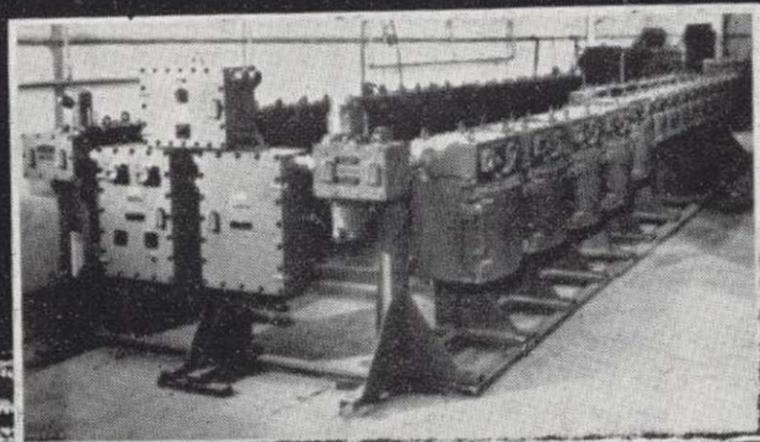
ENADIMSA

Servicios especializados en

**GEOFISICA
GEOLOGIA
FOTOGEOLOGIA
ESTRATIGRAFIA
PETROLOGIA**

**SONDEOS
METALOGENIA
GEOQUIMICA
GEOESTADISTICA
MINERALOGIA
HIDROGEOLOGIA**

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

PREMIO DE PERIODISMO

“SANTA BARBARA”

CONVOCATORIA PARA 1971

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA convoca el premio “SANTA BARBARA” para 1971, 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 GEOLOGIA COMO BASE DE LA INGENIERIA CIVIL.

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 1972.

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 1972.

Ríos Rosas, 23

MADRID-3

BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

Editados los fascículos I, II, III y IV correspondientes al

Tomo 82, Año 1971

NUEVOS PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN A PARTIR
DEL 1 DE ENERO DE 1971

	España	Extranjero
1 año.....	900 pesetas.	1.350 pesetas.
2 años.....	1.700 »	2.550 »
3 años.....	2.400 »	3.600 »

MAPA LITOLOGICO DE ESPAÑA PENINSULAR E INSULAR

PRECIO: 700 PTS.

En cuatro Hojas más leyenda. Escala 1:500.000
puede formarse como mapa mural

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:200.000

SINTESIS DE LA CARTOGRAFIA EXISTENTE

Edición en 80 Hojas

Aparición sucesiva a partir del 1 de Febrero de 1971. Se comienza esta publicación con la aparición de las Hojas correspondientes a la Zona Noroccidental de la Península Ibérica

Editadas en el presente año 31 Hojas y Memorias

Precio de Hoja y Memoria explicativa..... 400 pts.

CATALOGO DE PUBLICACIONES AÑO 1970

PARA UNA MEJOR INFORMACION ADQUIERA NUESTRO CATALOGO

FORMATO DE BOLSILLO

Precio del ejemplar 30 Ptas.

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

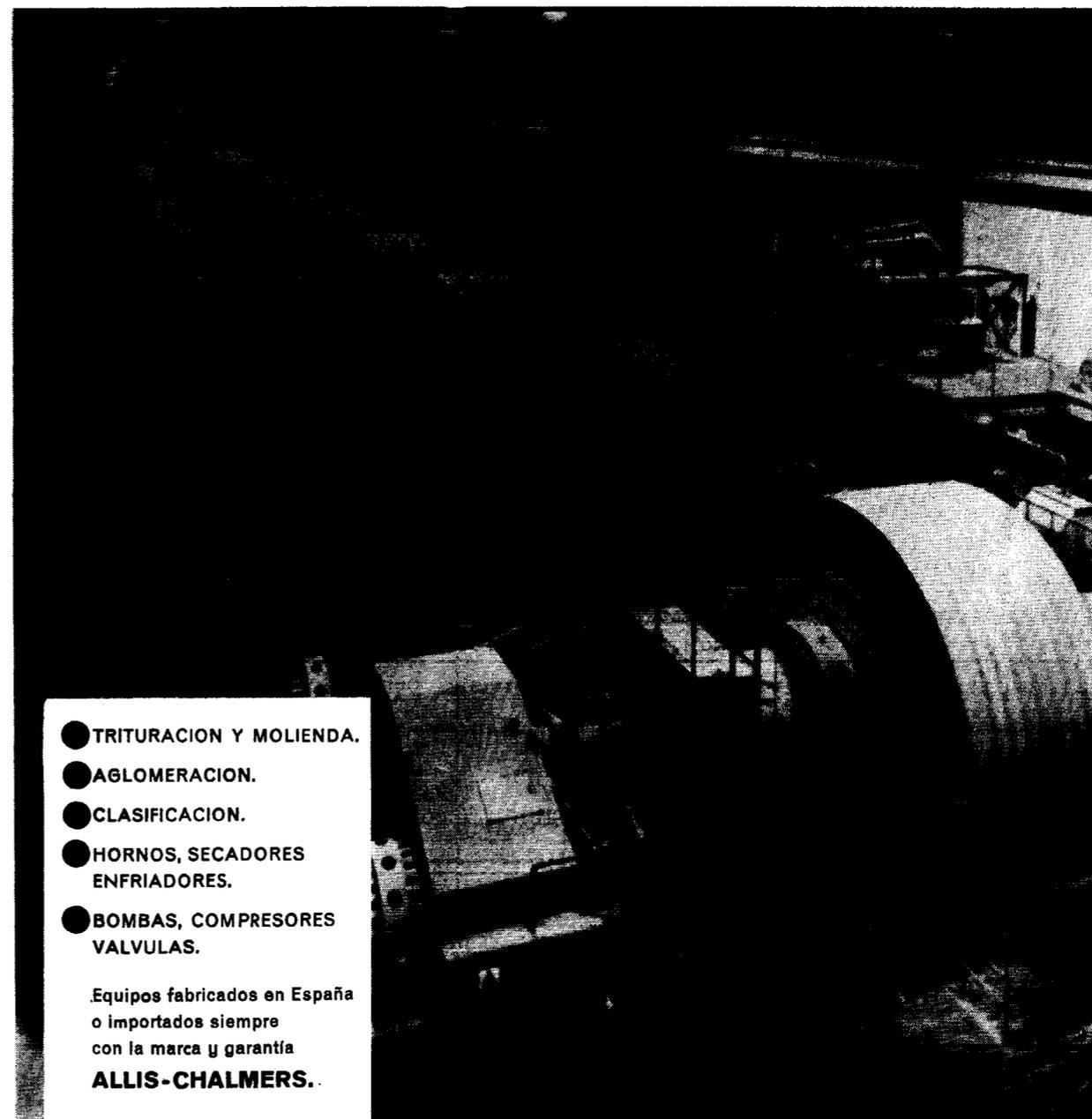
RIOS ROSAS, 23

TELÉF. 254 22 00

MADRID-3



ALLIS-CHALMERS



- TRITURACION Y MOLIENDA.
- AGLOMERACION.
- CLASIFICACION.
- HORNOS, SECADORES ENFRIADORES.
- BOMBAS, COMPRESORES VALVULAS.

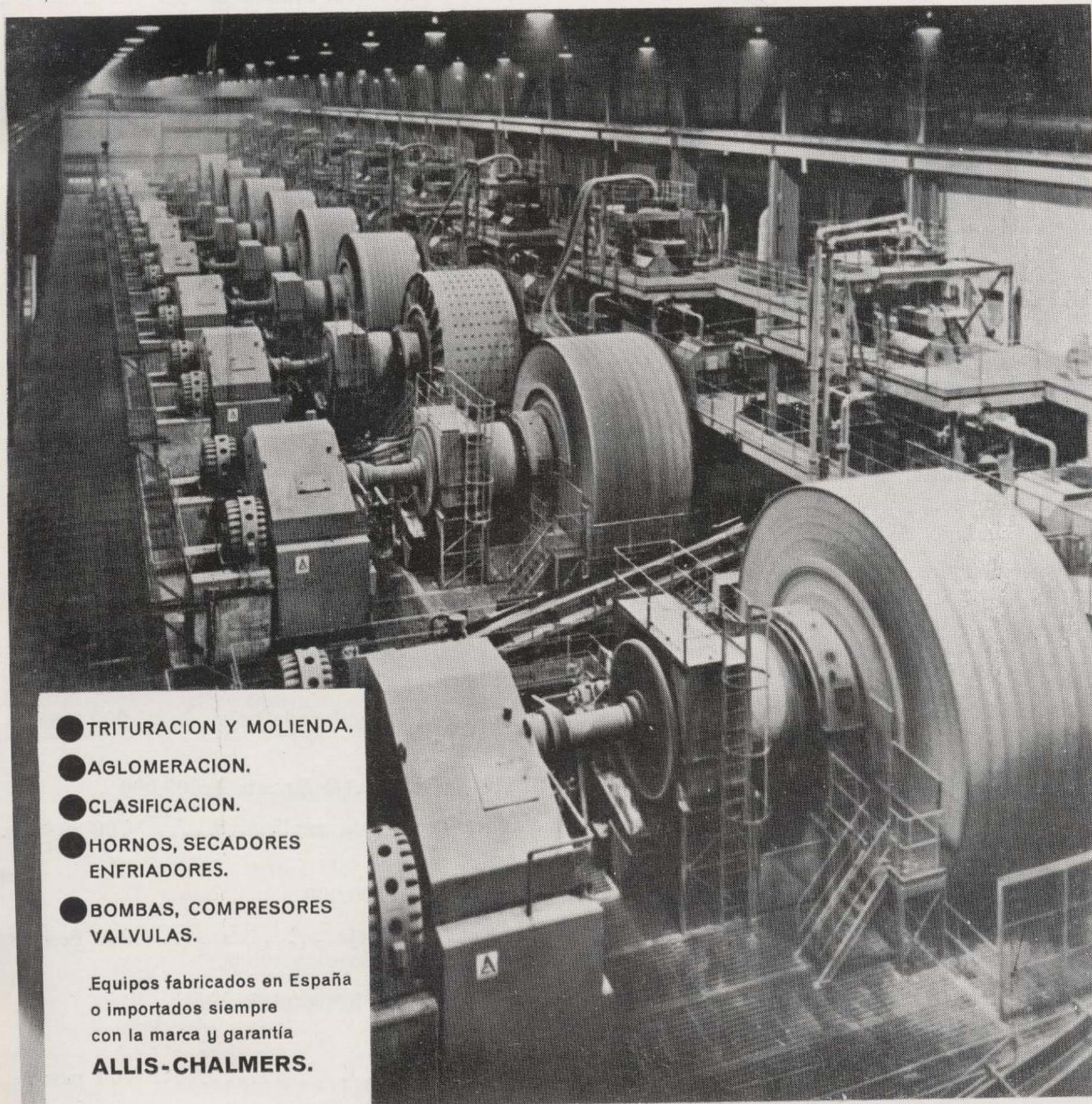
Equipos fabricados en España
o importados siempre
con la marca y garantía
ALLIS-CHALMERS.

A-C IBERIA, S.A.

Av. Generalísimo, 35
Tnos. 270 63 03 - 279 69 43
Madrid -16



ALLIS-CHALMERS



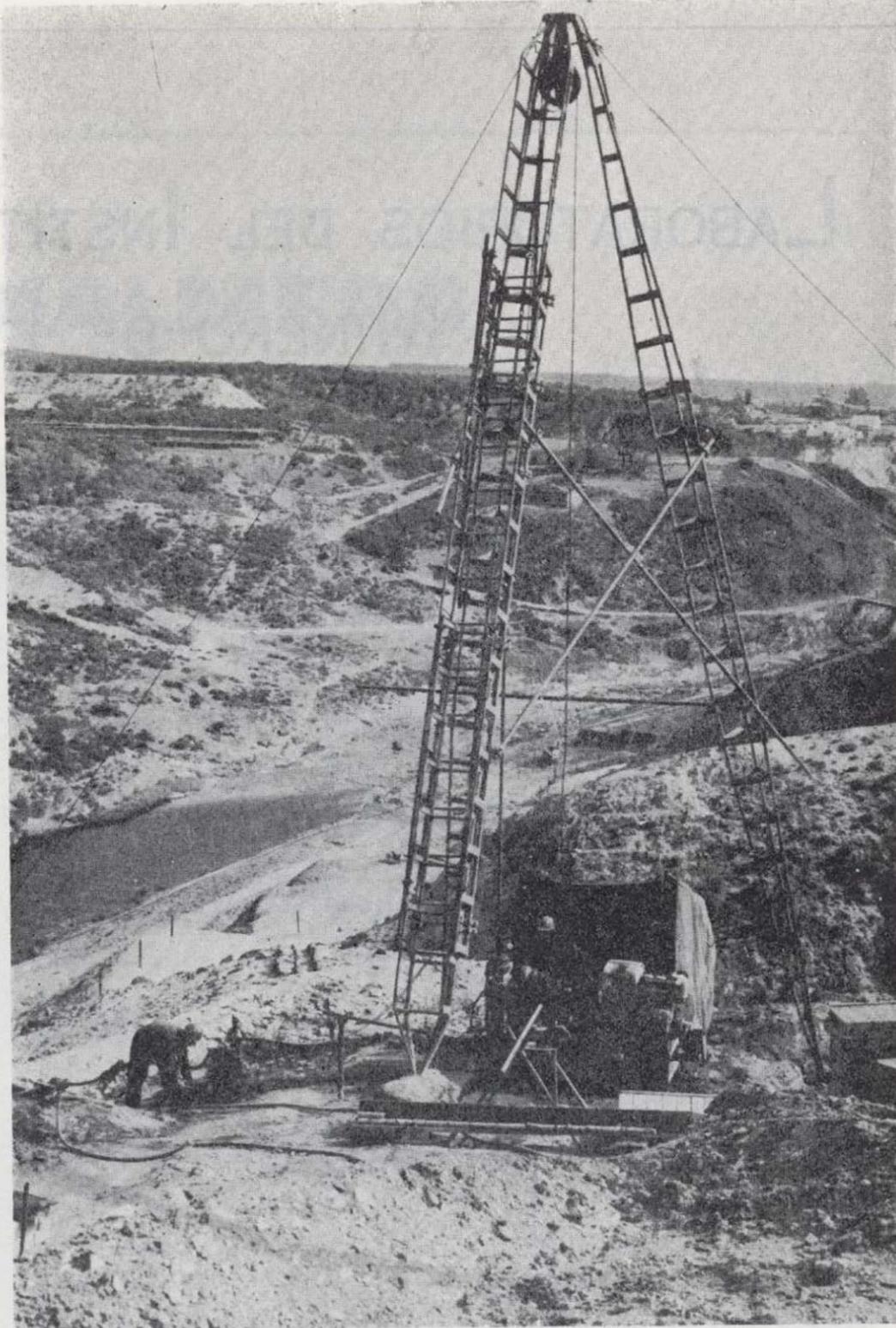
- TRITURACION Y MOLIENDA.
- AGLOMERACION.
- CLASIFICACION.
- HORNOS, SECADORES ENFRIADORES.
- BOMBAS, COMPRESORES VALVULAS.

Equipos fabricados en España
o importados siempre
con la marca y garantía
ALLIS-CHALMERS.

A-C IBERIA, S.A.

Av. Generalísimo, 35
Tnos. 270 63 03 - 279 69 43
Madrid-16

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.

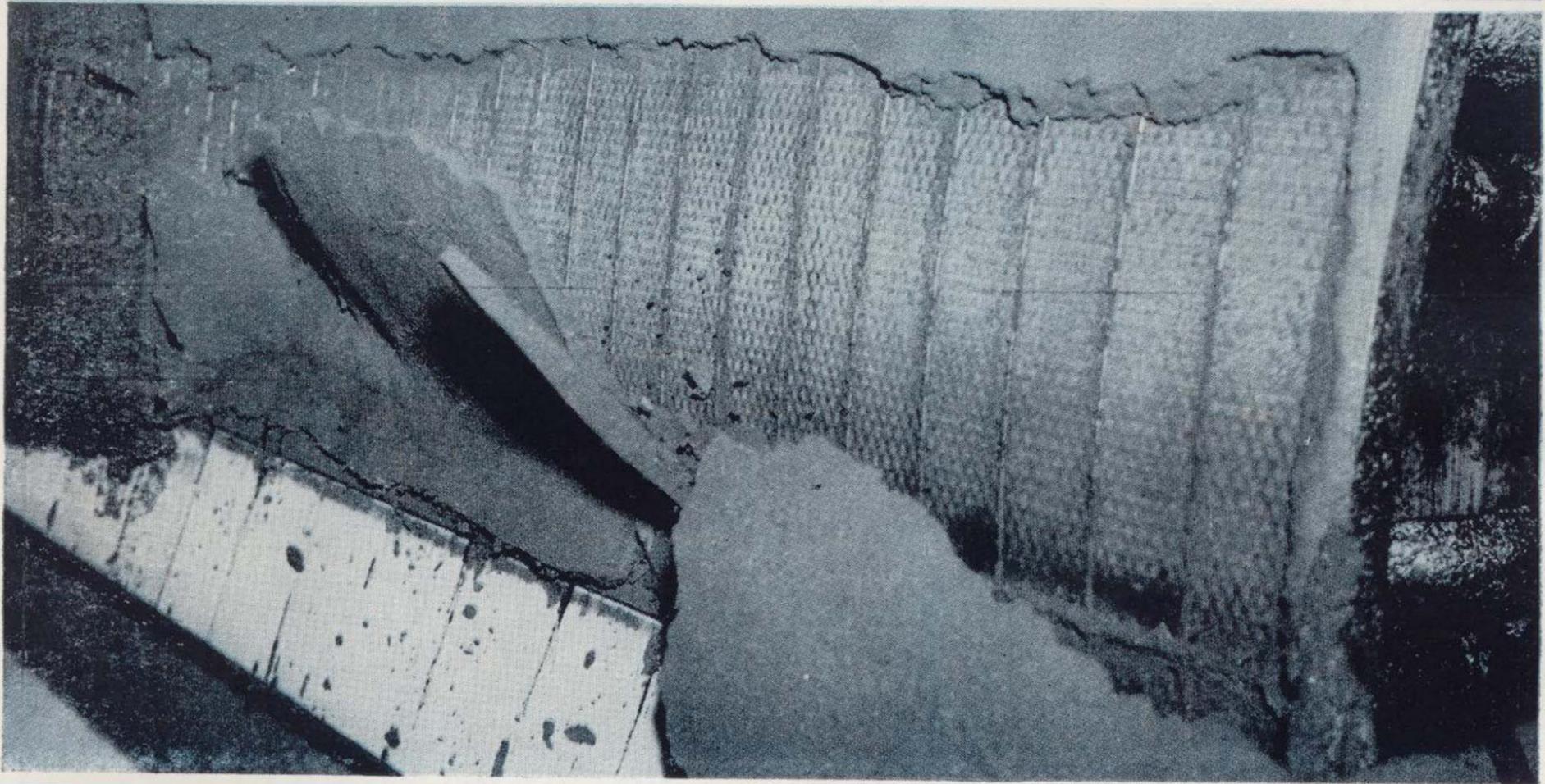
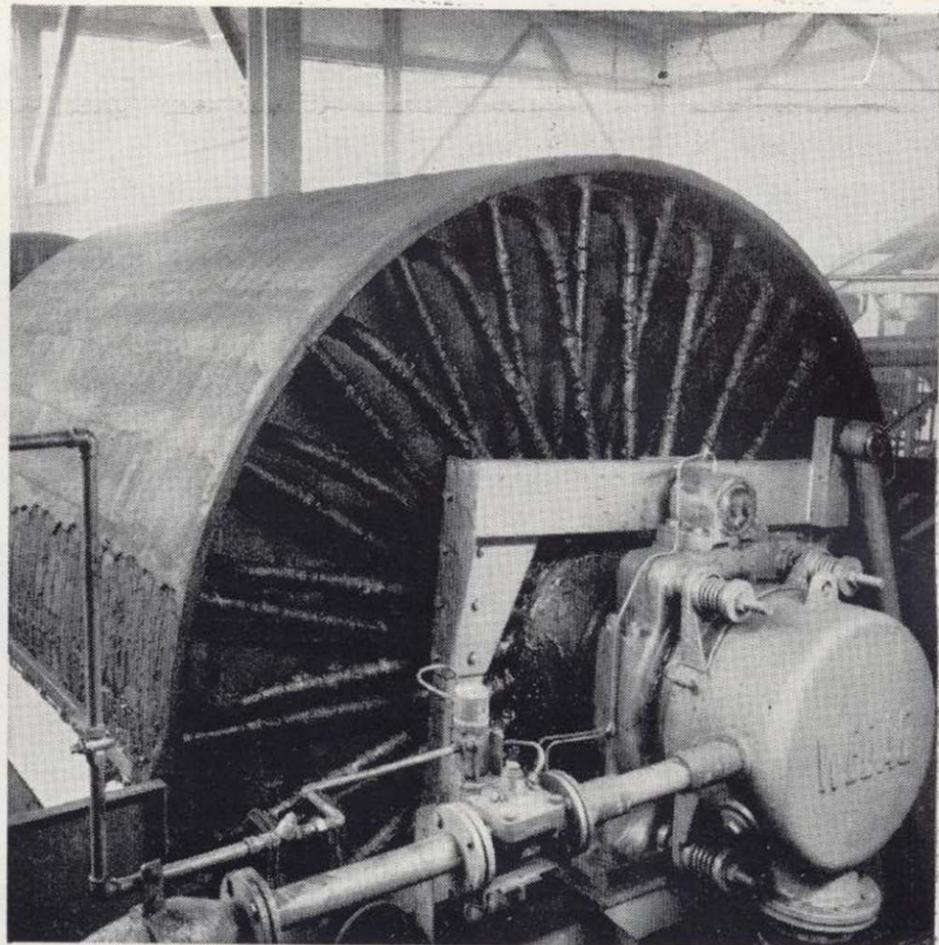
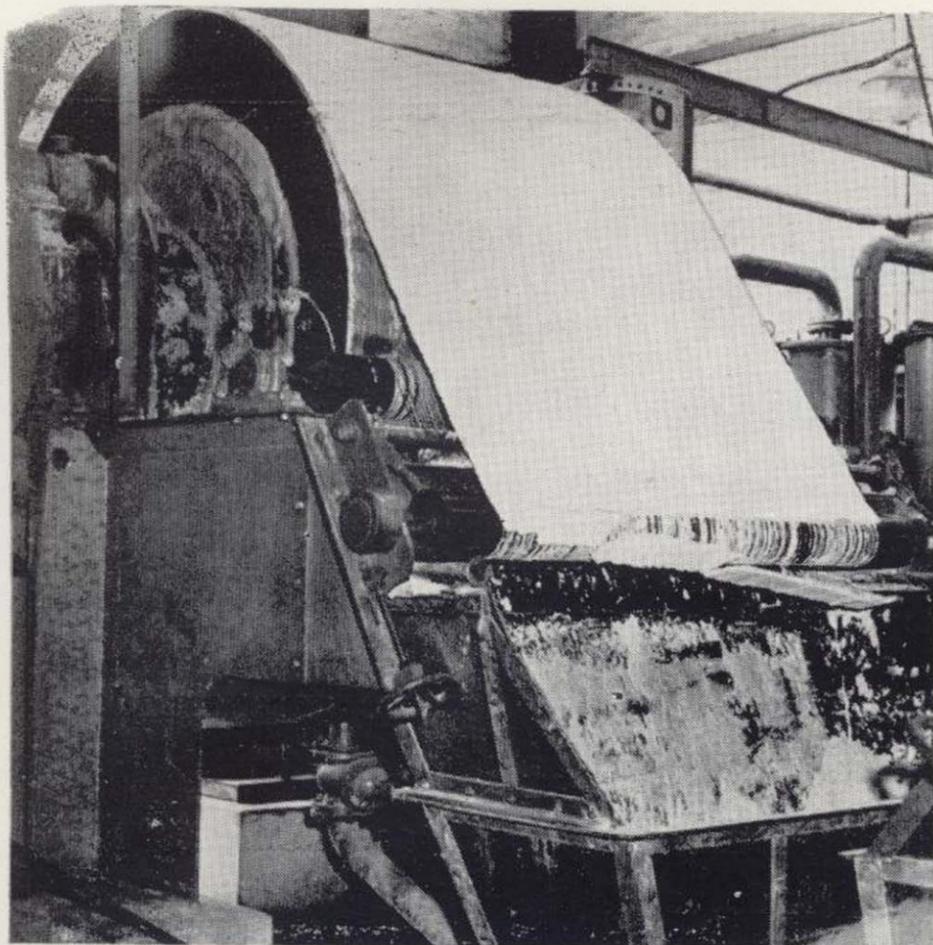
Estudios y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

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.



FILTROS DE VACIO

Resuelven todos los problemas de deshidratación que puedan plantearse en la Industria Química. Filtros de tambor de construcción standard y especial; removedor; descarga por cilindros y por hilos, fabricados en diversos materiales tales como hierro, aleación de acero, hierro ebonita, madera, materias plásticas, etc.

Para filtraciones muy limpias fabricamos tambores-filtradores de tipo precoat. Filtros planos y filtros interiores para casos especiales, p. e. Schlamms de granos gruesos y de peso específico elevado, que no pueden ser aspirados por los filtros del tambor.

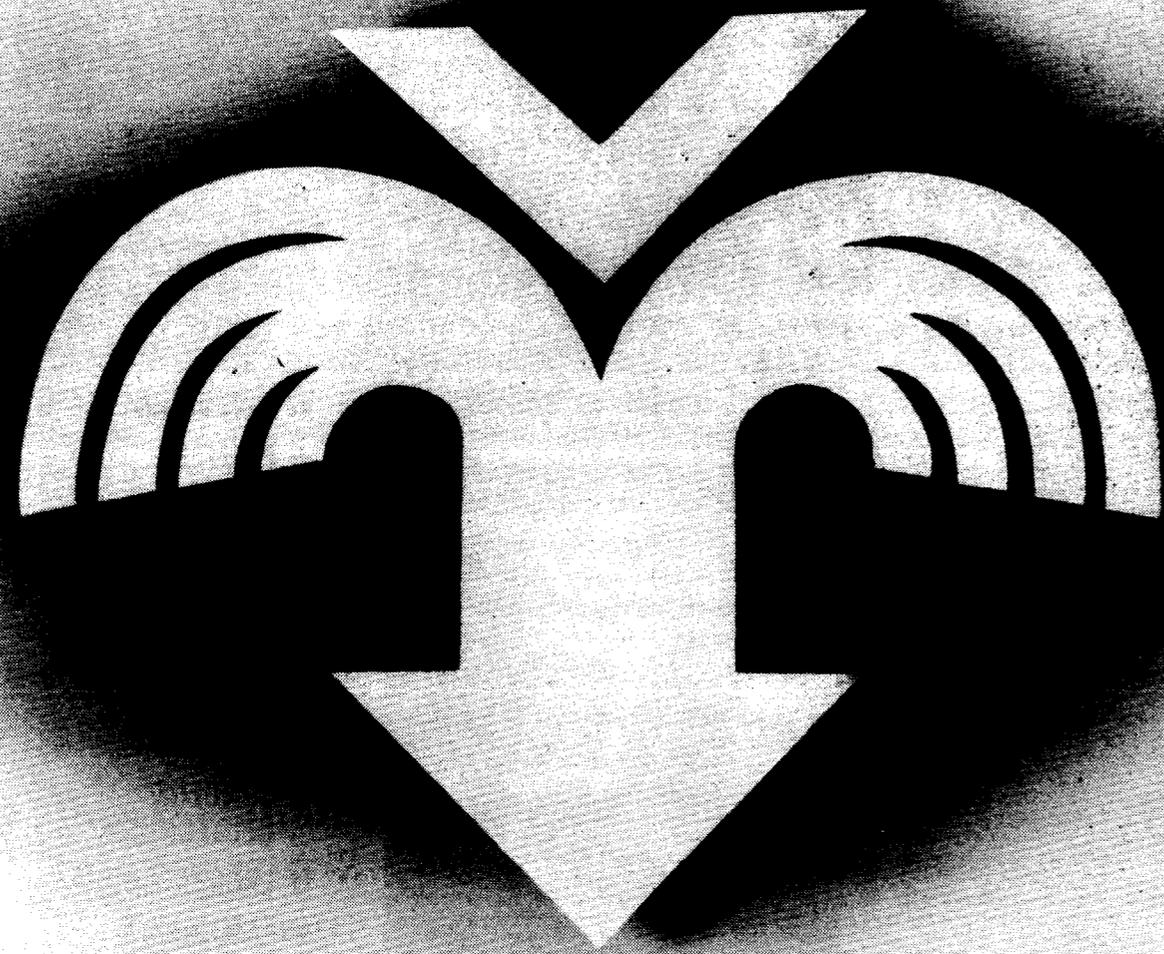
Filtros de discos de construcción normal llegando hasta 200 m². de superficie filtrante. Filtros pequeños y tipos para laboratorio y estación de ensayo — diferentes modelos y tamaños fabricados en diversos materiales. Bombas de aire, de anillo líquido para producir el vacío necesario, que han sido probadas y adoptadas en diversas instalaciones, obteniendo caudales de 15 a 4.000 m³./h.

WEDAG

WEDAG ESPAÑOLA, S.A. - MADRID

Guzman el Bueno, 2-2° · Tel.: 2414401, 2484601

LA EMPRESA
DE HOY
PARA LA VIDA
DEL FUTURO



Vegarada

● PERFORACIONES ● RIEGO POR ASPERSION ● TRANSFORMACION DE FINCAS
DOMICILIO SOCIAL: GUZMAN EL BUENO, 121 "PARQUE DE LAS NACIONES" - MADRID - TEL. 253 42 00

TOMO LXXXII

Fascículo V

SEPTIEMBRE-OCTUBRE, 1971

boletín geológico y minero

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

SUMARIO

	PÁGINAS
Geología	
J. A. PÉREZ AZUARA: El borde meridional de la Cordillera Ibérica en los alrededores de Algora (Guadalajara)	1
R. SOLER Y JOSÉ: Estudio geológico de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica Oriental).	6
C. MARTÍNEZ DÍAZ: Los foraminíferos de un yacimiento de peces al S.SE. de la Sierra de Columbares (Murcia, España)	29
Minería	
E. FERNÁNDEZ-MARINA y A. QUESADA GARCÍA: Incidencia de los precios en la minería del estaño: posibles modos de actuación	47
Aguas subterráneas	
F. GÓMEZ-PALLETE Y RIVAS: Evacuación de aguas residuales industriales mediante su inyección en el subsuelo	59
Geobiología, Geofísica, Geonucleónica y Geoquímica	
M. LÓPEZ-LINARES: Estudio estadístico de los parámetros elásticos y su posible correlación con las rocas sedimentarias	68
Información	
Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa.—Notas bibliográficas	86

DIRECCION, REDACCION
Y ADMINISTRACION

Departamento de Publicaciones
del IGME

fos Rosas, n.º 23 - Madrid - 3

Teléfono 234 13 28

Editado por el

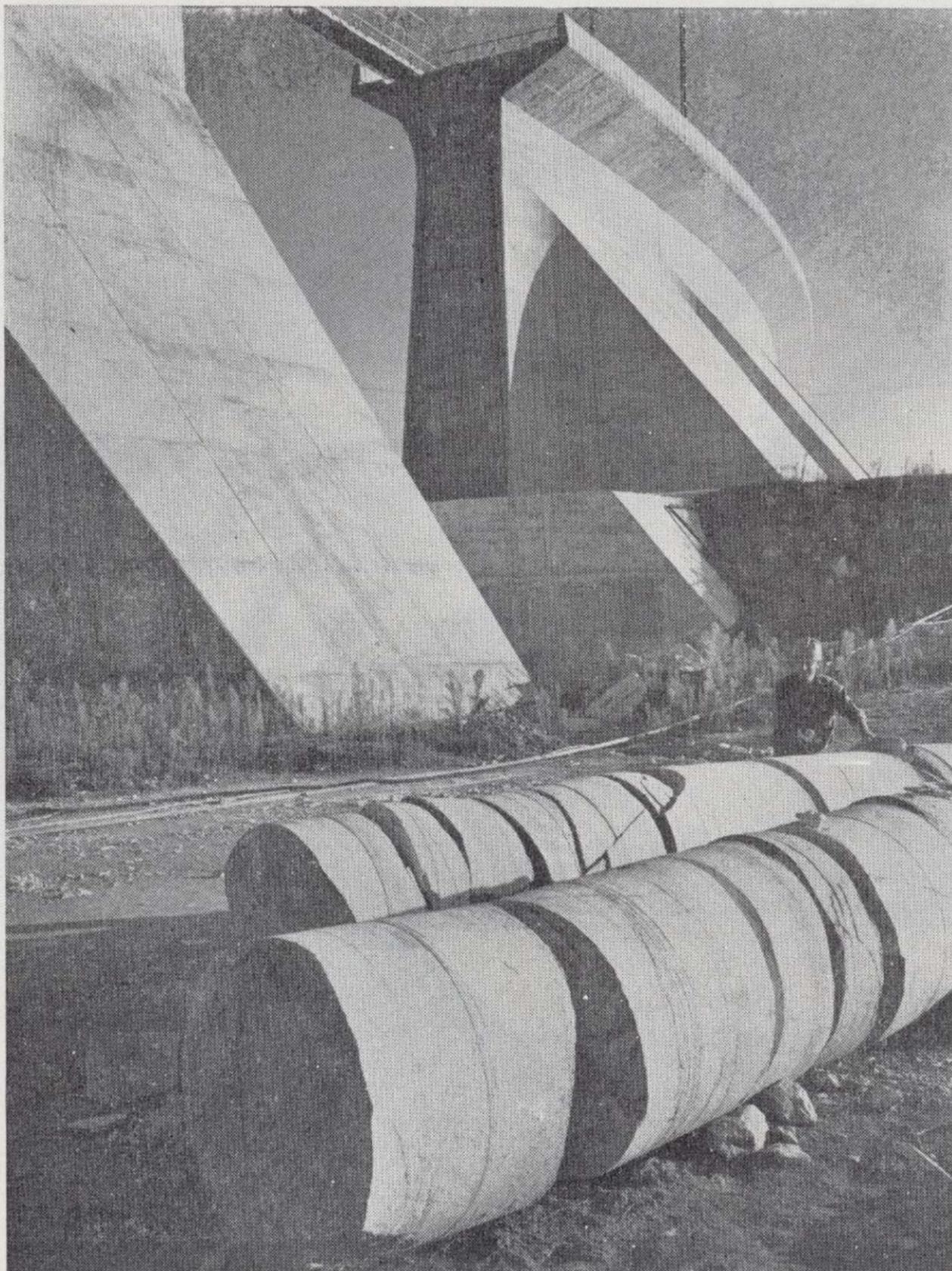
Instituto Geológico y Minero de España

MADRID

CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

PROCEDIMIENTOS

RODIO



- * INYECCIONES
- * PILOTES
- * PANTALLAS CONTINUAS
- * ANCLAJES
- * REVESTIMIENTOS
- * HIDROGEOLOGIA
- * SONDEOS MINEROS
- * SONDEOS GEOTECNICOS
- * LABORATORIO
- * ESTUDIOS Y PROYECTOS

PRESA DE ALMENDRA. IBERDUERO, S. A. Extracción de testigos, diámetro 1.000 m/m.

MADRID-16

Avenida del Generalísimo, 20 - Teléfono 262 46 10
Telegramas PROCERODIO - Telex 22604 RODIO e

BARCELONA-11

Villarreal, 200
Teléf. 250 79 83
Telex 52243 - RODIO e

BILBAO-11

Gran Vía, 70
Teléf. 41 21 79

SEVILLA

Av. Reina Mercedes, 17, 19
Teléf. 61 19 88
Telex 72154 - RODIO e

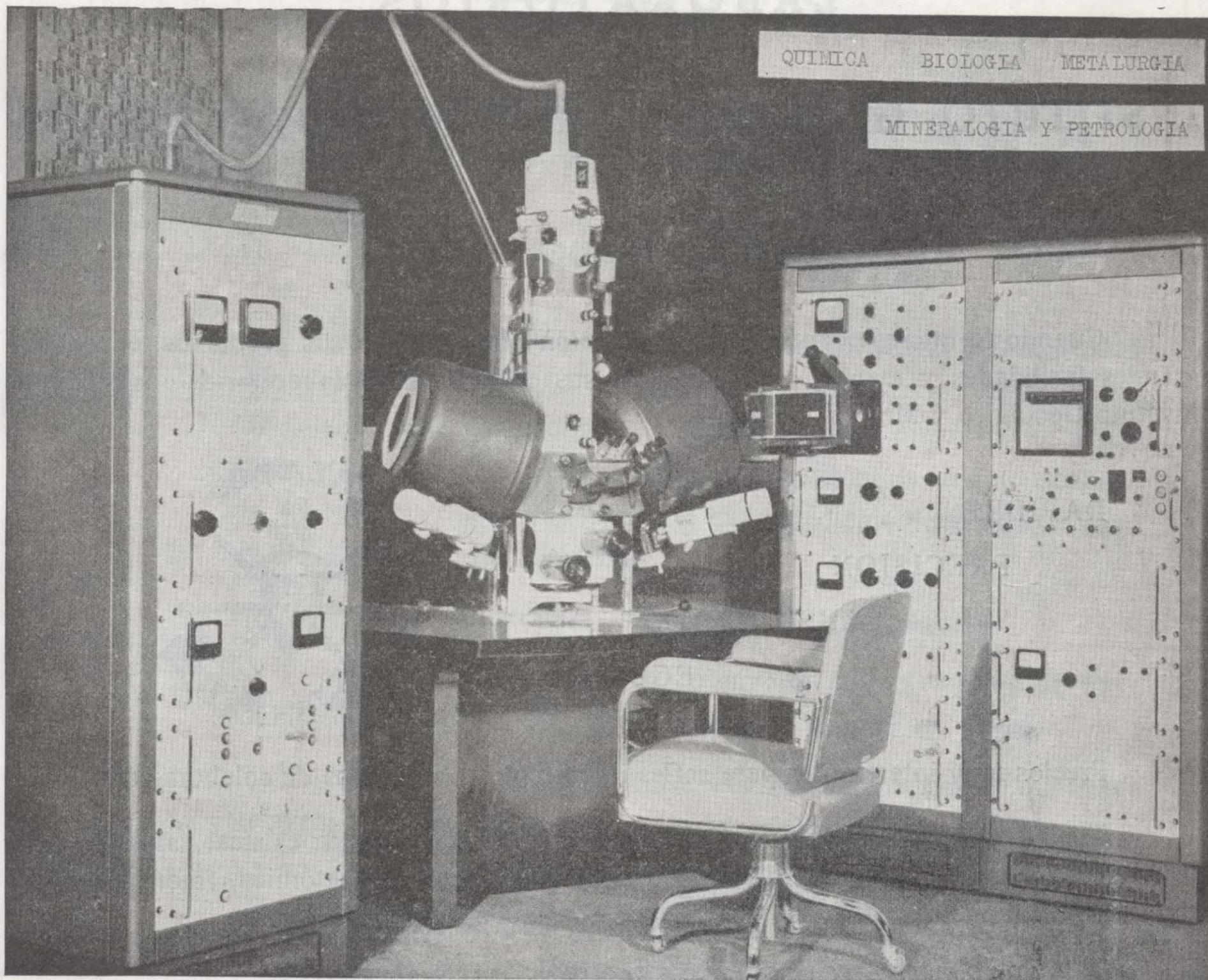
VALENCIA-9

Avda. Tirso de Molina, 14
Teléfs. 65 65 15 y 65 64 88

ORENSE

Concejo, 11
Teléf. 21 44 52

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

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

Pliegues halocinéticos en la facies oligocena de margas y yesos
de Alcanadre. Azagra (Navarra)

(Foto: J. M. Esnaola)

Depósito Legal M. 3.279.-1958

El borde meridional de la Cordillera Ibérica en los alrededores de Algora (Guadalajara)

por J. A. PEREZ AZUARA (*)

RESUMEN

En este trabajo se cartografía una zona del borde meridional de la Cordillera Ibérica en los alrededores de Algora (Guadalajara), con análisis estratigráfico de la serie Mesozoica. Se comprueba la laguna estratigráfica, entre el Toarciense y el Cretácico, no observándose en absoluto ningún síntoma de discordancia tectónica entre ambos terrenos.

El Terciario de la cuenca del Tajo se encuentra discordante sobre el núcleo mesozoico en el que fossiliza un relieve. Se observa que este Terciario está constituido en el borde, por una facies conglomerática del Mioceno Superior, que se encuentra afectada por movimientos postorogénicos que tienden a ajustarla ligeramente a las estructuras mesozoicas.

ABSTRACT

This work concerns the mapping of a zone on the Southern Fringe of the «Cordillera Ibérica» in the vicinity of Algora (Guadalajara), and also includes a stratigraphic analysis of the Mesozoic series. A study is made of the stratigraphic break between the Toarciense and the Cretaceous, without finding any evidence or symptoms of tectonic unconformity between them.

The Tertiary in the Tagus basin lies, in a discordant manner, on top of the Mesozoic nucleus where it has fossilized a relief. It is observed that, along the edge, the Tertiary formation consists of a conglomeratic facies of the Upper Miocene, which has been affected by late-orogenic movements that have tended to adapt it slightly to the Mesozoic structures.

I. INTRODUCCIÓN

La zona estudiada está situada en la árida altiplanicie llamada Alcarria, entre los cuadrantes IV y I del Mapa Militar escala 1:25.000 número 847 correspondiente a Ledanca (Guadalajara) y está atravesada de SW. a NE. por la carretera N.-II de Madrid a Barcelona. El pueblo más importante es Algora, situado hacia el kilómetro 113 de dicha carretera.

El objeto de este trabajo, además de la cartografía geológica y la obtención de series estratigráficas, fue la observación del borde meridional de la Cordillera Ibérica en contacto con el Terciario de la Cuenca del Tajo. Se contó con el valioso apoyo del doctor Sánchez de la Torre y del desaparecido doctor Llopis Lladó.

rio de la Cuenca del Tajo. Se contó con el valioso apoyo del doctor Sánchez de la Torre y del desaparecido doctor Llopis Lladó.

II. ESTRATIGRAFÍA

Afloran los materiales del Mesozoico: Infralías y Cretácico, sobre los que se encuentran discordantes, los del Mioceno de facies continental. Los depósitos cuaternarios se reducen a los aluviales del río Dulce, que tienen carácter parcialmente tobáceo.

II.1. Liásico

El Infralías aflora en los ejes de los tres anticlinales principales, con facies de carniolas. En el

(*) Geólogo de EDES, S. A., Empresa de Estudios y Proyectos Técnicos.

los microconglomerados y los niveles de cantos. A partir de la discontinuidad A (ver figura) comienza un juego de bisecuencias arcilla-caliza dentro del que se localiza un tramo regresivo, constituido por las margas y calizas margosas con fauna cenomanense que quedan entre las discontinuidades B y C. El tramo Cenomanense es un nivel bastante constante en la región, muy útil como capa guía. Corresponde a sedimentos de plataforma, muy profundos y con bastantes aportes terrígenos.

La fauna, en este nivel, es muy abundante, reconociéndose los géneros *Exogyra*, *Tylostoma*, *Diplodia*, *Hemicidaris*, *Hemiaster*, *Pecten*, *Toxaster*, *Periaster*, *Neolobites*, *Isocardia*, *Inoceramus*, *Turritella* y restos inclasificables de colarios.

II.3. Mioceno

El Mioceno de facies continental aflora, discordante con el Mesozoico en el Oeste de la zona. Aparece con una facies marginal, constituida por una serie de conglomerados de borde, arcillas y margas, que culmina con la conocida «caliza de Los Páramos». Los depósitos se encuentran casi horizontales. Se observa un ligero buzamiento hacia el centro de la cuenca (hacia el SW.), que se hace cada vez más ostensible a medida que nos acercamos al borde del Mesozoico, donde la facies es casi exclusivamente conglomerática y los buzamientos pueden alcanzar valores superiores a 10°.

Se ha tomado una serie estratigráfica de los 180 metros finales del Mioceno, en el escarpe de la margen izquierda del río Dulce, a la altura de Mirabueno:

En la base, aparece la facies marginal, constituida por bisecuencias conglomerado-marga. A continuación, después de una discontinuidad estratigráfica, se inicia la gran regresión miocena, que en este borde está representada por solo unos 70 metros de margas calcoarenosas de tonos violáceos. Aún al final de la serie, se observa un paréntesis transgresivo de poca importancia, representado por una secuencia compleja: arenisca, marga, caliza, que culmina en regresión final con la caliza lacustre, que según Crusafont y Villarta (1954) corresponde al Pontienne «sensu lato» de acuerdo con los mamíferos que aparecen en Matillas en esta misma caliza de los páramos». Esta caliza, considerada tradicionalmente como Pontienne, contiene en la zona, abundantes restos fósiles de los géneros *Vértigo*, *Planorbis*, *Limnaea* e *Hydrobia*.

Es muy notable cómo las facies margosas y margoarenosas descritas en esta serie y aún la «caliza de los páramos» se acunian y desaparecen hacia el borde del Mioceno, donde las únicas facies

que quedan en contacto directo con el Mesozoico son: el conglomerado de borde y, en parte, las calizas de Los Páramos. Este conglomerado de borde fue considerado Oligoceno en trabajos antiguos debido probablemente, a su ligero buzamiento; sin embargo, parece, sin lugar a dudas, que constituye la facies de borde de la serie descrita y es, por lo tanto, Mioceno Superior.

III. ESTRUCTURA Y RASGOS GEOMORFOLÓGICOS

Desde el punto de vista estructural, se pueden distinguir: El Mesozoico y el Mioceno discordante que lo fosiliza.

El Mesozoico está formado por pliegues paralelos en dirección N.-S., ligeramente NW. Todos los pliegues son asimétricos, vergentes hacia el W. La vergencia es tanto más acusada cuanto más nos aproximamos hacia el W., donde los flancos occidentales de los pliegues, están jalonados de fracturas e incluso invertidos, como el pliegue de Aragón.

La facies de borde del Mioceno continental recubre el Mesozoico, fosilizando un paleorrelieve premioceno. En el contacto con el Mesozoico, esta facies de borde, se ajusta groseramente a las estructuras mesozoicas y los restos de conglomerado, discordante sobre el Mesozoico, se localizan preferentemente sobre las áreas sinclinales. Este fenómeno de discordancia progresiva, en el conglomerado de borde, nos indica cómo los movimientos postmorogénicos alcanzaron en la Cordillera Ibérica, el Mioceno Superior.

Por último, es de hacer notar que la superficie de colmatación del Terciario de la Cuenca del Tajo, representado por el nivel de «Caliza de Los Páramos», enlaza con la de peneplanización sobre el borde del Mesozoico. Este fenómeno es fácilmente observable a lo largo de la carretera nacional Madrid-Barcelona.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUEDA VILLAR, J. A. (1969): *Estudio Geológico de la región de Santamera* «Cuadernos Geol. Iber.», vol. 1, páginas 233-266, 9 figs. Madrid.
- BULARD, P.; CANEROT, J.; GAUTIER, F., y VIALARD, P. (1970): *Le jurassique des chaînes Ibériques*. «I coloq. de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España», pág. 42. Vitoria.
- BRINKMAN, R. (1957): *Terciario y Cuaternario antiguo de las cadenas Celtibéricas Occidentales*. «Estudios Geológicos», núm. 34, pp. 123-124, con figs. y 5 láms., Madrid.
- BRINKMANN, R. (1960-1962): *Aperçu sur les Chaînes Ibériques du Nord de l'Espagne*, «Liv. Mém.», Prof. P. Fallot,



CORTE DEL MIOCENO EN MIRABUENO

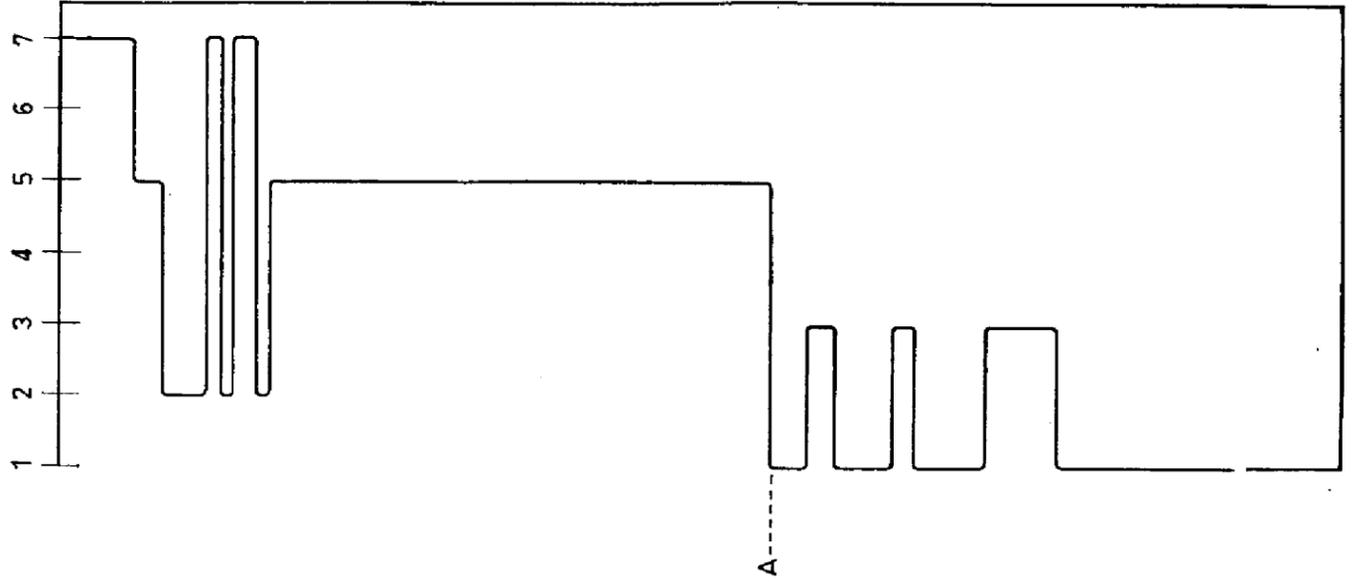
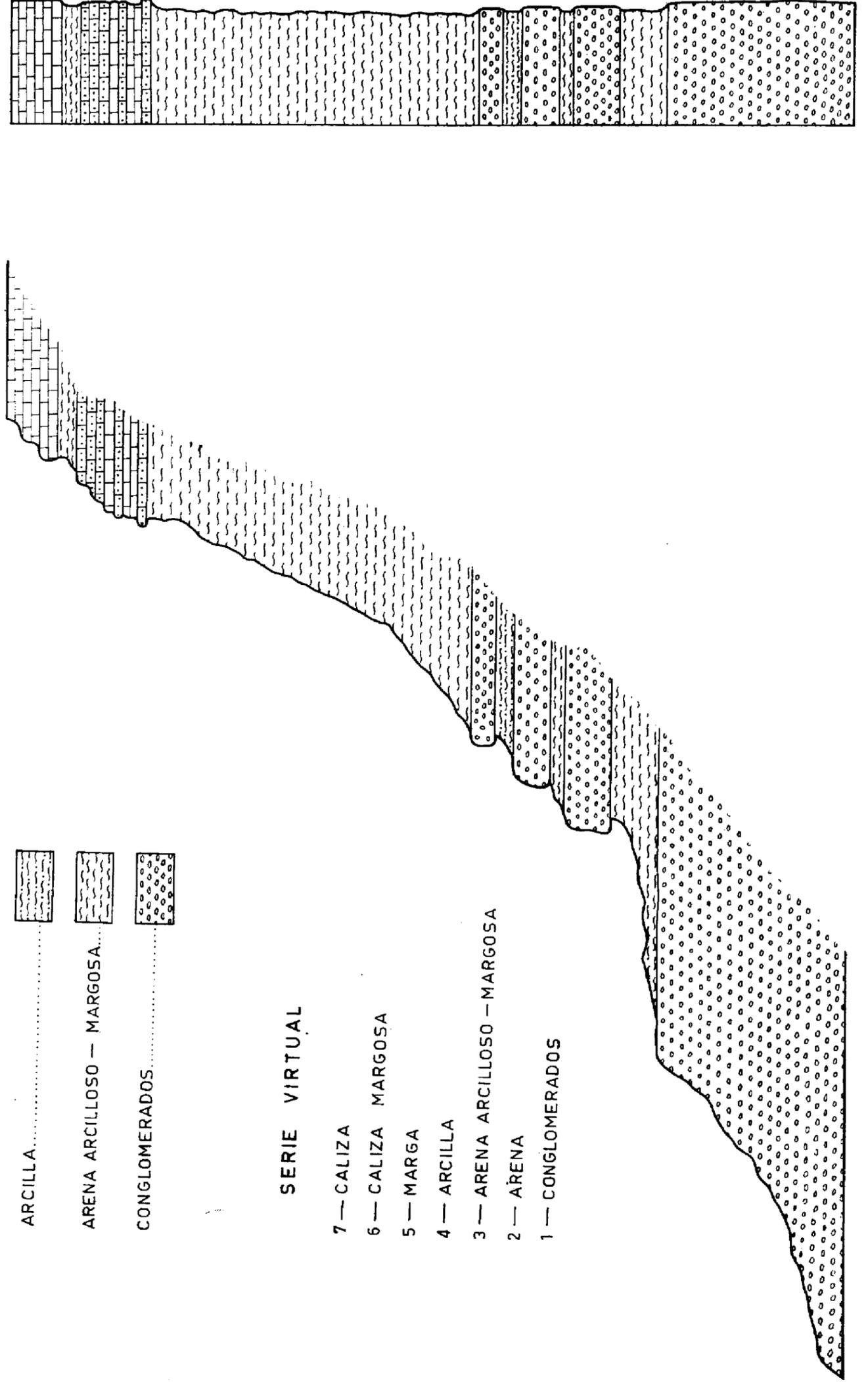


SIGNOS CONVENCIONALES

- CALIZA.....
- ARENISCA.....
- MARGA.....
- ARCILLA.....
- ARENA ARCILLOSO — MARGOSA.....
- CONGLOMERADOS.....

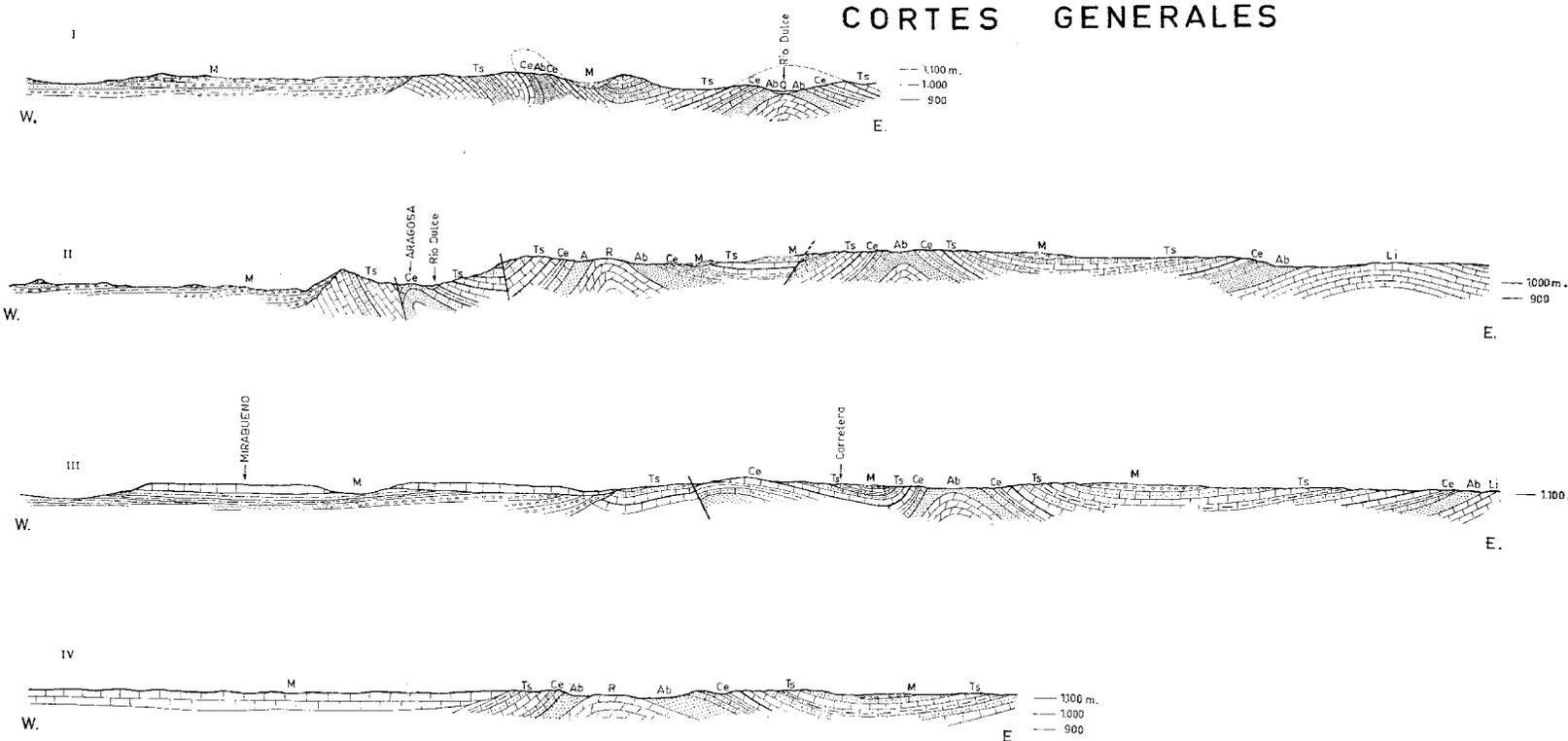
SERIE VIRTUAL

- 7 — CALIZA
- 6 — CALIZA MARGOSA
- 5 — MARGA
- 4 — ARCILLA
- 3 — ARENA ARCILLOSO — MARGOSA
- 2 — ARENA
- 1 — CONGLOMERADOS



CORTES GENERALES

LEYENDA



CUATERNARIO

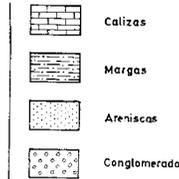
Q



Aluviones

MIOCENO

M

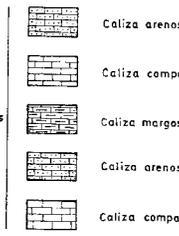


Calizas
Margas
Areniscas
Conglomerados

CRETACICO

TURONENSE-
SENONENSE

Ts



Caliza arenosa
Caliza compacta
Caliza margosa
Caliza arenosa
Caliza compacta
Caliza lujosa

CENOMANENSE

Cn



Caliza lujosa
Margas fosilíferas
Caliza arenosa

F. UTRILLAS

Ab



Arenas

INFRALIAS

Li



Caliza

R

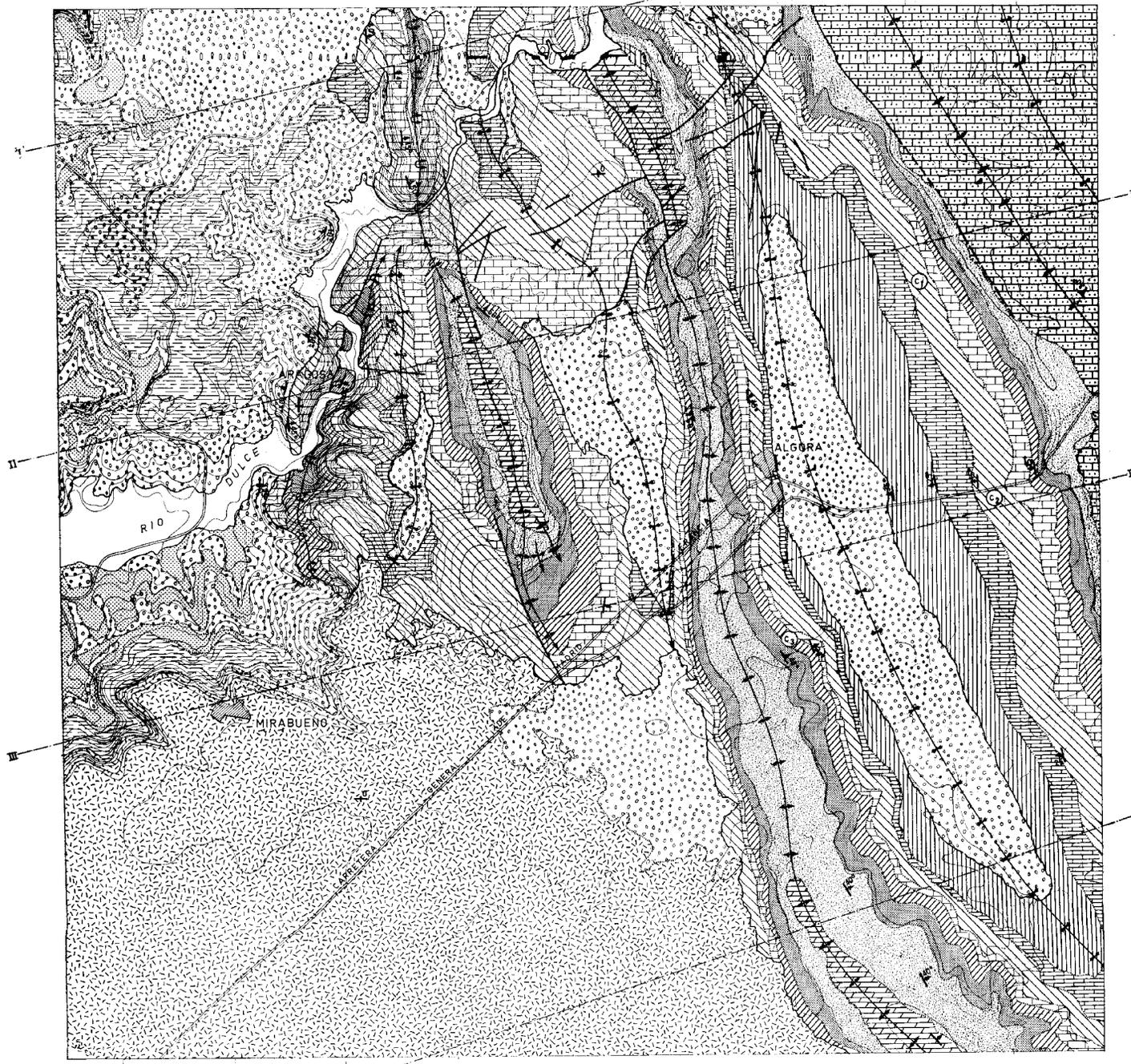


Carniolas



ESTUDIO GEOLOGICO DE LOS ALREDEDORES DE ALGORA

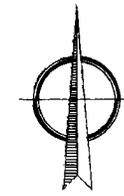
680 681 682 683 684 685 686 687 688



680 681 682 683 684 685 686 687 688

LEYENDA

CUATERNARIO		ALUVIONES	
MIOCENO		CALIZAS Y MARGAS	
		MARGAS	
		ARENISCAS	
		CONGLOMERADOS	
CRETACICO	TURDNENSE-SENONENSE		CALIZA ARENOSA
			CALIZA COMPACTA
			CALIZA MARGOSA Y ARENOSA
	CENOMANENSE		CALIZA COMPACTA PARDA
			CALIZA LAJOSA
F. UTRILLAS		MARGAS FOSILIFERAS Y CALIZAS ARENOSAS	
LIAS	CHARMUTIENSE TOARCIENSE		ARENAS ARCOSICAS
			CALIZAS Y BRECHAS CALIZAS
	LIAS INFERIOR		CALIZAS MARGOSAS DE GRAND FINO
		CARNIOLAS	
		CONTACTO NORMAL	
		CONTACTO DISCORDANTE	
		FALLA	
		ANTICLINAL	
		ANTICLINAL TUMBADO	
		SINCLINAL	
		DIRECCION, BUZAMIENTO	
		SERIES ESTRATIGRAFICAS DESCRITAS	



- tomo I, pp. 291-300. «Mém. Serv. Geol. de France», París.
- CASTELLS, J. y DE LA CONCHA, S. (1956): *Mapa Geológico de España. Explicación de la Hoja de Maranchón (Guadalajara)*. pp. 42, con 15 fotos, 19 lám. y 1 mapa. Madrid.
- CENDRERO UCEDA, A. (1965): *Estudio Geológico de Sigüenza*. Tesis de licenciatura. Madrid.
- CORRALES ZARAUZA, I. (1969): *Estudio Geológico de la Cordillera Ibérica en los alrededores de Sigüenza*. «Cuadernos Geol. Iber.», vol. 1, pág. 267-286, 3 figs. Madrid.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J. F. (1954): *Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana*. Tomo extra de la «R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», pp. 215-227, con 1 cuadro, Madrid.
- — MELÉNDEZ, B. y TRUYOLS, J. (1960): *El yacimiento de vertebrados de Huérmeces del Cerro (Guadalajara) y su significado cronoestratigráfico*. «Estudios Geológicos», vol XVI, n.º 4, pp. 243-253, con 15 figs. Madrid.
- — y TRUYOLS, J. (1960): *El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Minero de España», núm. 60, pp. 127-140. Madrid.
- CUTANDA PERALES, J. (1969): *El Terciario Continental de Villaseca de Henares (Guadalajara)*. «Cuadernos de Geología Ibérica», vol 1, págs. 77-115, 9 figs. Madrid.
- DE LA CONCHA, S. (1963): *Hoja núm. 482, Jadraque (Guadalajara)*. «Inst. Geol. y Min. de Esp.», pp. 41-42, fotos y 1 mapa Madrid.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1923): *Edad y origen de la Cordillera Ibérica*. (Resumen de la conferencia pronunciada el 27 de junio de 1923). Asoc. Esp. para el progr. de las Ciencias. Congr. de Salamanca. Madrid.
- LABRADA DÍAZ, J. F. (1966): *Estudio Geológico de la región de Huérmeces*. Tesis de licenciatura. Madrid.
- MOYA y KINDELAN, J. A. (1951): *Explicación de la Hoja 487, Ledanca (Guadalajara)*, «Inst. Geol. y Min. de Esp.»; con 27 figs. y 1 mapa, Madrid.
- PUGIN, L. (1954): *Le Rhetien, étage du Trias ou du Jurassique*. Congrès Géologique International. Commission Internationale de Stratigraphie. «Colloque de Jurssique». Luxembourg, 1962, 91-99.
- RIIBA, O. (1955): *Sobre la edad de los conglomerados terciarios del borde N. de las sierras de la Demanda y de Cameros*. «Not y Coms. del Institut. Geol. de España», núm. 39, pp. 39-50. Madrid.
- — y RÍOS, J. M. (1960-1962): *Observation sur la structure du secteur sud-ouest de la Chaîne Ibérique (Espagne)*. «Liv. Mem.», Prof. Fallot. Tom. I, pp. 275-290 (Soc. Geol. France) París
- ROYO GÓMEZ, J. (1922): *El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica*. Junta para ampliación de Est. o Invests. Científicas. «Com. de Inves. Paleont. y Prehist. Nom.», núm. 30, pp. 230, con 54 figs., 13 láms. y 1 mapa, Madrid.
- ROYO GÓMEZ, J. (1927): *Tectónica del Terciario Continental*. «Geol. Institut. Comt. Rend. de la XIV sesión», segunda fase, pp. 539, con 5 lám. y un mapa. Madrid.
- SAEFTEL, H. (1961): *Paleogeografía del Albense en las cadenas celtibéricas de España*. «Not. y Com. Inst. Geol. Min. de Esp.», núm. 63, pp. 163-162. Madrid.
- SAÉNZ GARCINA, C. (1957): *Observaciones acerca de la extensión de las facies lacustres del Cretácico Superior y del Eoceno a lo largo de la Cordillera Ibérica*. «Las Ciencias», tom. XXII, pp. 689-697. Madrid.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1964): *El borde Mioceno en Arcos de Jalón*. Est. Geol. Inst. «Lucas Mallada». C. S. I. C. Vol. XIX, pp. 109-136, con 14 fot. y 7 lám. y 1 mapa. Madrid.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; AGUEDA, J. A. y GOY GOY, A. (1970): *El Jurásico en el sector central de la Cordillera Ibérica*. I Coloq. de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico en España. 41. Vitoria.
- SCHRÖEDER, E. (1930): *La zona limitrofe del Guadarrama y las cadenas Hespéricas* Publ. extra. «Geol. de España». Tomo IV, pp. 235-294, con 22 fig. y 5 lám. Madrid.
- STILLE, H. (1921): *La divisoria Ibérica*. Publ. extr. «Geol. de España», vol. IV, pp. 297-304. Madrid.

Recibido: 24-IV-1971.

Estudio geológico de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica Oriental)

por R. SOLER Y JOSE (*)

RESUMEN

Esta publicación engloba el estudio geológico general del eslabón más oriental del Anticlinorio de Bilbao integrante del Arco Cantábrico: La Sierra de Aralar. Su interés es doble por presentar la serie estratigráfica más completa del Jurásico-Cretáceo inferior de la Cuenca Cantábrica oriental y por constituir un perfecto modelo de la tectónica regional en escamas de cobertera. Completamos estos rasgos fundamentales con el reconocimiento de la serie cretácea superior en el campo cartográfico. Algunas consideraciones paleogeográficas regionales son consideradas para situar el área citada y su papel.

RESUMÉ

Cette publication expose les résultats de l'étude géologique de la Sierra de Aralar, chaînon le plus oriental de l'Anticlinorium de Bilbao: l'anticlinorium de Bilbao fait partie de «l'Arc Cantabrique». L'intérêt de cette sierra est double: du point de vue stratigraphique elle permet l'étude de la série Jurassique-Crétacé inférieur la plus complète du Bassin Cantabrique oriental; du point de vue structural, elle constitue une illustration parfaite du style tectonique régional en écaillés de couverture. Là où Crétacé supérieur affleure, notre cartographie se limite à la distinction des faciès l'étude paléontologique des coupes reste à faire. Quelques considérations paléogéographiques permettent de replacer dans son cadre régional la zone étudiée et de mieux comprendre le rôle qu'elle a joué.

ABSTRACT

This paper shows the results of the geological study of the easternmost part of the Bilbao Anticlinorium an important structural element in the Cantabrian Arch: the Sierra de Aralar. The Sierra's interest in two-fold: from stratigraphic point of view it allows for the study of the Jurassic and Lower Cretaceous series which are the most complete of the eastern Cantabrian Basin; from structural point of view it gives a perfect illustration of regional tectonic style of overthrusts. Concerning the Upper Cretaceous outcrops our cartography is confined to the distinction of the lithofacies; the paleontological study of the sections remains to be done. Through certain paleogeographical considerations we can place the zone which has been studied in its regional setting and we can better understand its importance.

INTRODUCCIÓN

Desde 1968 hemos tenido ocasión de interesarnos en los problemas estratigráficos y tectónicos de la mitad oriental de la Cuenca Cantábrica. Rea-

(*) Licenciado en Ciencias Geológicas (Granada). Ingeniero-geólogo E. N. S. P. M. (Francia). AUXINI, Departamento de Investigaciones Petrolíferas. El autor agradece a la Dirección de la Empresa Nacional de Petróleos de Navarra el haber autorizado la publicación de este trabajo.

lizamos en esta zona una serie de estudios geológicos progresivos dentro del programa de exploración de la Empresa Nacional de Petróleos de Navarra. Su finalidad fue completar el conocimiento de los ámbitos sedimentarios mesozoicos, fundamentalmente del Jurásico y Cretáceo inferior, así como su situación e influencia en la tectónica actual. De todos ellos hemos escogido para la presente publicación el Estudio Geológico de la Sierra navarro-guipuzcoana de Aralar por ofrecer las series del Jurásico y Cretáceo inferior más

completas accesibles en la totalidad de la cuenca. Además de ser una zona clave en la estratigrafía cantábrica, constituye un perfecto modelo a escala reducida de la tectónica de cobertera regional.

Los trabajos clásicos de campo nos llevaron al establecimiento de una serie de grupos de litofacies, es decir, de niveles cartográficos, y sus cambios laterales, mediante levantamiento de perfiles estratigráficos de semidetalle (escala original 1/1.000) próximos entre sí. Estos rasgos básicos fueron completados con estudios macro y micro-

Cantábrico y el Mediterráneo. El valle La Barranca meridional, entre la propia Sierra y las alineaciones de Urbasa y Andía, representa la cuenca del río Araquil tributario del Ebro por intermedio del Arga. La vertiente septentrional, cantábrica, forma parte de la cuenca del río Oria. Fenómenos de sobreimposición y captura se desarrollan en ambos extremos de la Sierra y así, el Río Larraún oriental afluente del Araquil, supera la dorsal topográfica principal, fuertemente encajonado en el desfiladero de Dos Hermanas, para alcanzar sus

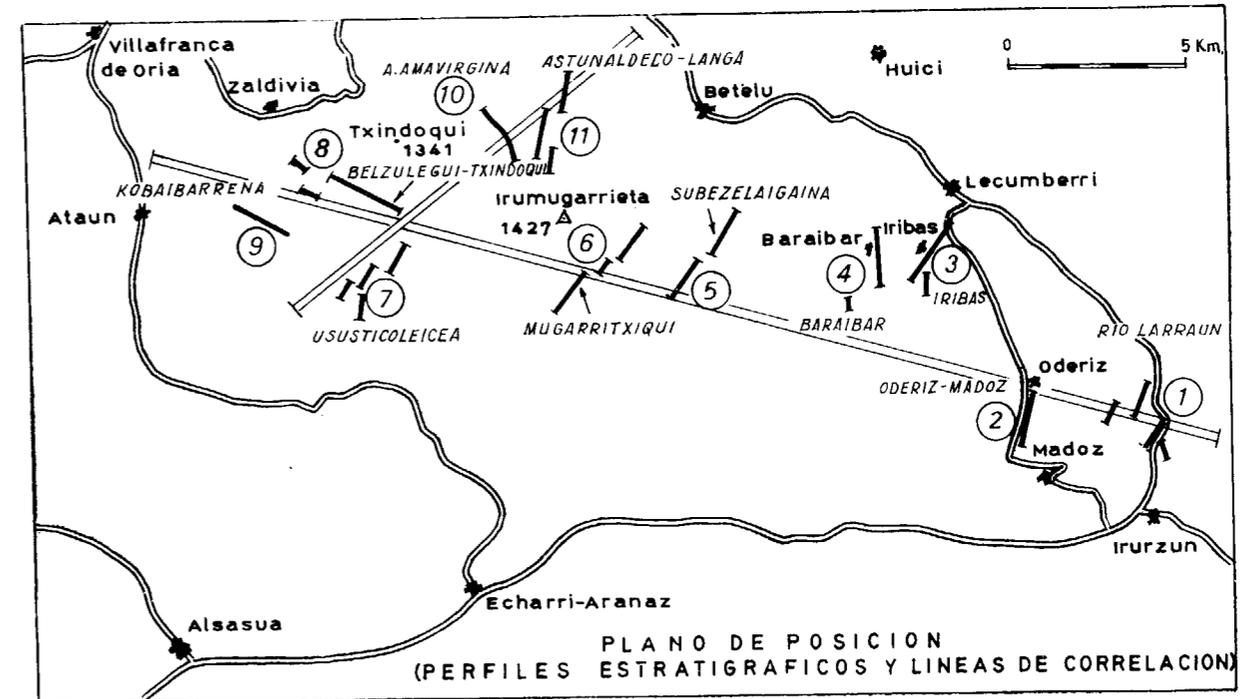


Fig. 1.

paleontológicos y de microfacies, realizados por el Laboratorio ELF R. E. de Boussens (Francia). Podemos así presentar una correlación litofacial (fig. 1) dentro del cuadro de la cronoestratigrafía clásica, ambas no necesariamente coincidentes sobre todo al nivel del tránsito Barremiense-Aptense. Añadimos además que la datación de detalle en el límite Jurásico-Cretáceo no es todavía completa; existe una abundante fauna de Ostrácos, pero carecemos de una escala regional completa válida para las faunas de estuario o aún más confinadas propias de estos niveles.

SITUACIÓN DEL ÁREA ESTUDIADA

Geográficamente el Macizo de Aralar es una de las divisorias de aguas regionales entre el Mar

fuentes en la zona septentrional de la misma. Una muy intensa circulación kárstica tiene lugar en las calizas urgonianas que forman el almacén principal topográfico.

La cota máxima se alcanza en el vértice de Irumugarrieta (1.427 metros), aunque la culminación más conocida por su naturaleza de relieve aislado es el pico Txindoqui o Larrunari (1.341 metros).

Geológicamente, dentro de las grandes estructuras del Arco Cantábrico, la Sierra de Aralar da lugar a la digitación más oriental del gran Anticlinorio de Bilbao. Hacia el Este se sitúan los dominios subpirenaicos bajo los que se hunde.

El Arco Cantábrico (fig. 2), es la manifestación en esta zona de la tectónica típica de cobertera despegada del zócalo paleozoico y permotriásico, al nivel del Keuper. Está integrado por una serie de megaestructuras de dirección principal Noroeste-

Sureste: Anticlinorio Norte de Vizcaya, Sinclinorio de Vizcaya y Anticlinorio de Bilbao. Hacia los Macizos paleozoicos marginales de Cinco Villas, Quinto Real y Oroz-Betelu, en los que la tectónica «alpina», se superpone a la orto-orogénesis hercínica, adquiere el Arco de la dirección «pirenaica» Este-Oeste envolviendo los Macizos por el Sur y originando una concavidad general hacia el Norte. El Anticlinorio de Bilbao, más interno, debe adaptar-

ries mesozoicas afectadas por procesos de despeque más o menos intensos. Hacia el centro de la Cuenca la disarmonía es muy acentuada y la cobertera adquiere una tectónica relativamente «independiente» al nivel de las estructuras superficiales para conseguir amoldarse a la disposición de las masas rígidas limítrofes hoy aflorantes u ocultas (Macizo del Ebro meridional).

Las vergencias de los pliegues de cobertera y el

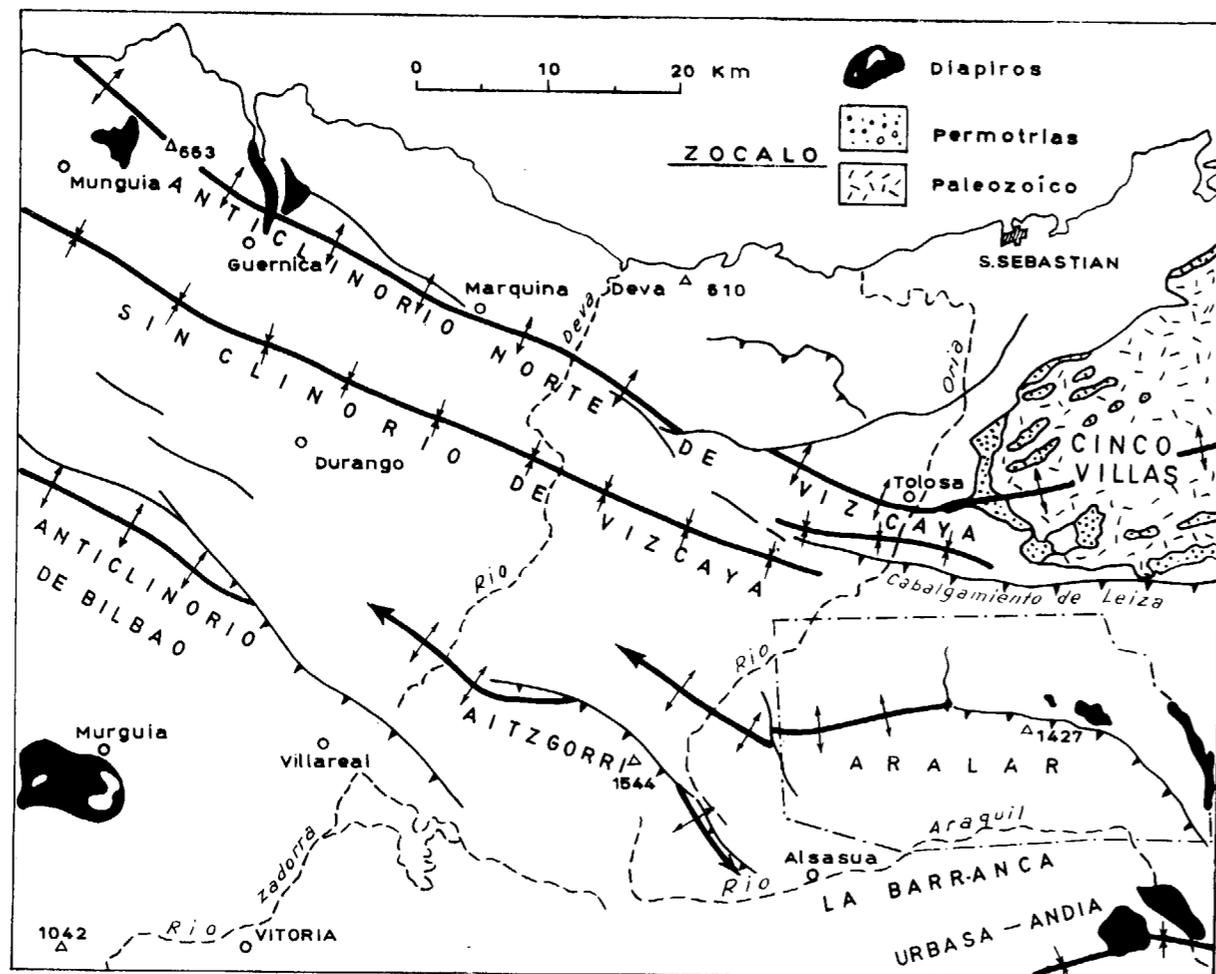


Fig. 2.

se a una mayor curvatura y reacciona fragmentándose en una serie de elementos estructurales de detalle que se relevan unos a otros; los más orientales son las estructuras de Aitzgorri y Aralar.

La tectónica de cobertera no es sino la adaptación a los movimientos del substrato rígido. En las cercanías del periclinal Oeste del anticlinorio de fondo pirenaico existe una tectónica mixta de «zócalo» y «cobertera» por superposición parcial de las amplias directrices del zócalo en las se-

sentido de los frecuentes cabalgamientos en los que suelen finalizar es predominantemente Noreste o Norte. En estos últimos, el Paleozoico sólo es a veces afectado: Cabalgamiento de Leiza («Nappe des Marbres» de Lamare, 1936).

ANTECEDENTES

La Sierra de Aralar, a pesar de su naturaleza clave en los estudios cantábricos y de la calidad

de sus afloramientos, no suele ser tratada sino marginalmente en la literatura geológica.

Los datos de mayor detalle son aún los de la gran obra de Lamare (1936) que además de presentar algunos cortes estratigráficos importantes en la zona oriental, intuye la evolución sedimentológica hacia la parte guipuzcoana de la Sierra y describe muy acertadamente el dispositivo tectónico frontal. A pesar de ciertos errores en la cronoestratigrafía del Jurásico terminal-Neocomiense, que el autor indica su naturaleza de atribuciones subjetivas, la claridad de exposición y descripción litoestratigráfica nos han sido de gran valor. La obra recopila y comenta la casi totalidad de la Bibliografía general precedente.

Parte de las publicaciones de ámbito regional más o menos extenso, tesis o monografías de gran valor, suelen tener como límite la Sierra de Aralar penetrando poco en su análisis por situarse fuera de los objetivos en ellos pretendidos. Este es caso de los trabajos de Ríos (1954), Rat (1959) y Lamare (1936) en parte. Quedaba así nuestra zona de estudio como un enclave aún no muy conocido entre dichos trabajos.

El resto de las publicaciones, aún las de mayor extensión, o bien no engloban este sector navarro-guipuzcoano, o bien sólo es un pequeño punto dentro del complejo estudio de tipo «cuenca» descrito allí. Todas ellas nos han servido para situar nuestro trabajo dentro de los grandes conjuntos estratigráficos, paleogeográficos y tectónicos cantábricos.

Finalmente una importante documentación interna de las Compañías de Exploración petrolífera «Ciepsa», «Copisa» y «Enpensa» interesa a la Sierra de Aralar. A ellas debe añadirse la labor que desarrolla actualmente el Departamento geológico de la Diputación de Navarra. No obstante, la mayor parte de los estudios seguían confinados hasta ahora en la parte oriental (Navarra), más accesible. Los trabajos de Ramírez del Pozo (1968), en parte publicados vendrán a llenar la laguna en la cronoestratigrafía del tránsito Jurásico-Cretáceo.

Esperamos que nuestros trabajos en «Enpensa» sobre la estratigrafía básica y el análisis tectónico de la totalidad de la Sierra que vamos a mostrar, contribuirán a una comprensión más detallada de los problemas cantábricos.

ESTRATIGRAFÍA

La serie accesible en el área considerada comienza en el Keuper. Los afloramientos paleozoicos quedan confinados al NE. en los Macizos de Cinco Villas y Quinto Real y en diversos paque-

tes tectónicos en el frente del Cabalgamiento de Leiza. Igual sucede con el Buntsandstein y con algunos lentejones de facies Muschelkalk, dolomíticas y localmente fucoïdales, en la actual aureola de dichos Macizos.

Keuper

(Nivel cartográfico K). Clásicas arcillas abigarradas con eventuales cuarzos bipiramidados. Muy cubiertas. Yesos y sal posibles, aunque lavados en superficie. Aflorante como soporte plástico del cabalgamiento frontal de la estructura de Aralar y en dos importantes diapiros próximos: Lecumberri y Echalecu, a los que se asocian las típicas masas de ofitas. Es el nivel tectónico fundamental Potencia difícilmente calculable por su naturaleza y tectonización.

Jurásico marino

Un Jurásico marino muy completo que penetra francamente hasta el Kimmeridgiense caracteriza a la Sierra de Aralar. Diversas reducciones tendrán lugar lateralmente fuera de ella.

Cinco formaciones hemos diferenciado desde el punto de vista práctico (cartográfico):

1.—Lías Calizo (Infralías-Lías inferior).

(Nivel cartográfico J₁).

Su base está frecuentemente torturada por la tectónica plástica del Keuper (Laminaciones). Las potencias observadas representarán por ello valores mínimos, apreciados en frentes de cabalgamiento.

De más antiguo a más moderno, tres subniveles forman el conjunto:

a) Dolomías, cañiolas y brechas dolomíticas cristalinas a marmorizadas (Leiza). Difícilmente se alcanza en superficie el verdadero muro. Faltan por tectónica los términos de tránsito al Keuper, que como mezclas o alternancias de cañiolas y arcillas abigarradas caracterizan el contacto Jurásico-Triásico en otros muchos puntos cantábricos.

b) Calizo-dolomías finamente bandeadas; microfacialmente constituyen alternancias de láminas milimétricas de carbonatos de pasta fina con microgravelosos y oolíticos. No son siempre fácilmente diferenciales del anterior por dolomitización conjunta.

Estos dos subniveles inferiores deben representar al Retiense-Hettangiense. A estos pisos son atribuidos tradicionalmente por su posición dada la ausencia casi generalizada de fósiles, salvo algunas eventuales secciones de Lamelibranquios y Gasterópodos mal conservados. El único hallazgo regional de valor cronológico sigue siendo el Ammonites *Caloceras pironii* del Hettangiense inferior de Avilés (Dubar, Mouterde y Llopis, 1963).

c) Calizas grises predominantemente calcarenitas con ooides y gravelas dispersas hasta francamente oolíticas y bioclásticas en «nubes»; recristalizadas a dolomitizadas; matriz dominante microcristalina (oosparitas —Folk— o packstones/grainstones oolíticas —Dunham—). Estratificación tendente a bancos métricos más o menos patentes. La macrofauna de Lamelibranquios y Crinoideos sólo permite reconocer artejos de *Pentacrinus* y algunas *Terebrátulas*. Excepcionalmente en el perfil Iribas un *Arietites* cf. *bucklandi* autoriza la cronoestratigrafía de detalle; por su presencia y la situación de estos niveles bajo la zona de *Oxynoticeras oxynotum* podemos datarlos como del Sinemuriense inferior, edad que coincide con la clásica regional de esta litofacies.

Ya indicamos que la apreciación de la potencia total de este grupo cartográfico es difícil en las estructuras de Aralar. Los carbonatos bandeados intermedios oscilan entre los 25 y 35 metros de espesor. El Sinemuriense inferior alcanza por su parte valores entre 25 y 50 metros. Pero la mayor parte de la potencia global es debida a los paquetes dolomíticos de base que, incompletos en la zona descrita, alcanzarán valores alrededor de 200 metros en los afloramientos septentrionales próximos de Huici y Leiza, donde se les puede suponer completos. Cierta contenido en materia orgánica caracteriza a este grupo: niveles fétidos.

2.—*Lías margoso. (Lías medio a superior).*

(Nivel cartográfico J₂).

Serie de alternancias variadas de margas, margocalizas y calizas margosas de tonos grises y gris-azulados. La fracción calcárea aumenta siempre hacia el techo en evolución continua: margas hojoso-tabledas, alternancias de margas y margocalizas de escisión acicular-prismática en capas de 15-25 centímetros de espesor y alternancias terminales de margocalizas plaqueteadas y calizas arcillosas; el número y espesor de los bancos de caliza es progresivamente mayor (hasta métricos), evolucionando desde calizas mudstone (micritas) a wackestone y packstone (biomioritas). Lateral-

mente el contenido calcáreo del conjunto es mayor en la zona oriental de la Sierra donde los espesores globales disminuyen. En el perfil Subezelaigaina algunos niveles de esquistos bituminosos están presentes en la parte inferior de la serie.

En sección delgada, junto con restos banales de Equinodermos, Espongiarios y algunos *Lagenidae* atípicos, se marca la aparición de Microfilamentos hacia la mitad inferior de la serie en todos los perfiles. La clásica «zona de microfilamentos» suele comenzar en los estudios que conocemos del Jurásico en la parte alta del Lías inferior. Las muestras estudiadas por levigación sólo han dado resultados prácticos en el perfil Iribas; dos zonas de Ostrácodos pueden diferenciarse: la inferior, correspondiente a la zona sin Microfilamentos, puede caracterizarse por la presencia de una *Hungarella* aislada propia en su determinación genérica del Lías inferior-medio; la zona superior suministró formas de *Cytherella* aff. *toarcensis* y *Procytheridea* sp., que recuerdan las del Lías superior de Aragón y Francia.

La macrofauna es abundante: Pectínidos, Ostreidos, Braquiópodos, Belemnites y Ammonites. Estos últimos, en formas piríticas, al estado de huellas y a veces como buenos ejemplares, permiten una datación más estricta.

Los ejemplares recogidos en los perfiles de Río Larraún, Subezelaigaina e Iribas, incluyendo en este último la fauna citada por Lamare (1936), corresponden a:

- Oxynoticeras oxynotum*, Quens.
- Pleuroceras spinatum*, Brug.
- Dactyloceras* sp.
- Harporceras falcifer*, Sow.
- Hildóceras bifrons*, Brug.
- Haugia* sp.
- Grammoceras* sp.
- Pleydellia aalensis*, Ziet.
- Cotteswoldia distans*.

Cubren, pues, el intervalo comprendido entre el Sinemuriense superior o Lotharingiense de Haug y el Aalenense al menos medio. Únicamente no aparece fauna propia del Pliensbaquiense hecho que creemos simplemente debido a la escasez local de ejemplares cuyo máximo desarrollo aparente tiene lugar en la «Zona de bifrons» toarcense. Ningún nivel guía litológico estricto limita los sucesivos pisos salvo la evolución progresiva citada de valor práctico limitado.

La potencia de este grupo varía entre 150 metros en la parte oriental de la Sierra y 300 metros como máximo probable en la occidental donde se sitúa un «centro de subsidencia-sedimentación» desde el Lías,

3.—*Dogger.*

(Nivel cartográfico J₃).

Potente barra de calizas grises bien estratificadas en bancos de medio metro a un metro. El tránsito desde el grupo inferior no es brusco y los primeros bancos calizos se acompañan de débiles intercalaciones de margocalizas tabloides que sólo persisten en todo el conjunto, al estado de pasa-

restos de Equinodermos, Espongiarios, Braquiópodos y Lagenidos. Los Microfilamentos que vimos aparecer en el Lías, persisten a lo largo de toda la serie salvo en los últimos metros donde desaparecen definitivamente en niveles datados por macrofauna como callovienses; no superan, pues, este piso en nuestra zona de estudio, aunque penetren hasta el Argoviense en otras regiones conocidas: Valle del Ebro y Aquitania francesa.

Una macrofauna de Braquiópodos y Pectínidos, así como de Radiolas y artejos de *Pentacrinus* en

PERFIL	LITOLOGIA	BIOZONAS	TERMINOLOGIA	SIGLA CARTOGRAF.	EDAD SUPUESTA	POTENCIA
DISCORDANCIA KIMMERICA						
W E	Calizas bioclásticas y oolíticas recristalizadas	<i>Conioceratina basiensis</i> <i>Pseudocyclammina y Haplophragmium</i> <i>Pseudocyclammina jecardi</i>	Malm subrecifal	J 5	KIMMERIDGENSE	40 a 140 m.
	Calizas y calizo dolomias con Silex. Calizas bioclásticas Areniscas y conglomerados dispersos o en paquetes	<i>Pseudocyclammina</i> ? <i>Labryrinthina</i> <i>Tracholinas</i> Algas, Briozoos, Espongiarios.	Malm carbonatado de trítico.	J 4	OXFORDENSE	60 a 300 m.
	Calizas microgrumosas, bioclásticas, finas y a veces oolíticas, margosas en base	(<i>Globigerinas</i> y <i>Epistominas</i>) <i>Spirillinas</i> <i>Microfilamentos</i>	Dogger calizo	J 3	DOGGER	120 a 450 m.
	Margas y margocalizas		Lías margoso	J 2	LÍAS SUPERIOR	

CUADRO SINTÉTICO DEL DOGGER-KIMMERIDGENSE DE ARALAR

Fig. 3.

das centimétricas, en la zona occidental de máximas potencias. El límite inferior de correlación litológica no es rigurosamente estricto por esta razón si bien es válido a la escala de unos pocos metros.

Microfacialmente las calizas microgrumosas del Dogger corresponden a calizas wackestone y packstone con frecuencia micropelletoidales (biopelmicitas), localmente calizas mudstone (micritas) y hacia el techo del grupo con ooides y gravelas dispersos; el contenido arenoso es siempre débil. La microfauna, en lámina delgada, viene caracterizada por Microfilamentos y *Spirillinas*, esporádicamente existen Protoglobigerinas y *Epistominas* acompañando a una fauna abundante y banal de

algunos niveles, acompaña a los fósiles de facies y Cefalópodos. Los clásicos *Cancellophicus* suelen estar presentes. La fauna de Ammonites de los mismos perfiles citados para el Lías margoso corresponde a:

- Stephanoceras* cf. *humphriesianum*, Sow.
- Bigotites* sp.
- Parkinsonia radiata*, Renz.
- Morphóceras pseudoanceps*, Ebray.
- Reineckeia anceps*, Rein.
- Spirocera calloviense*, Morris.
- Perisphinctes subbackeriae*, d'Orb.

Cubren el intervalo Bajociense-Calloviense. Conviene señalar además que por las razones anterior-

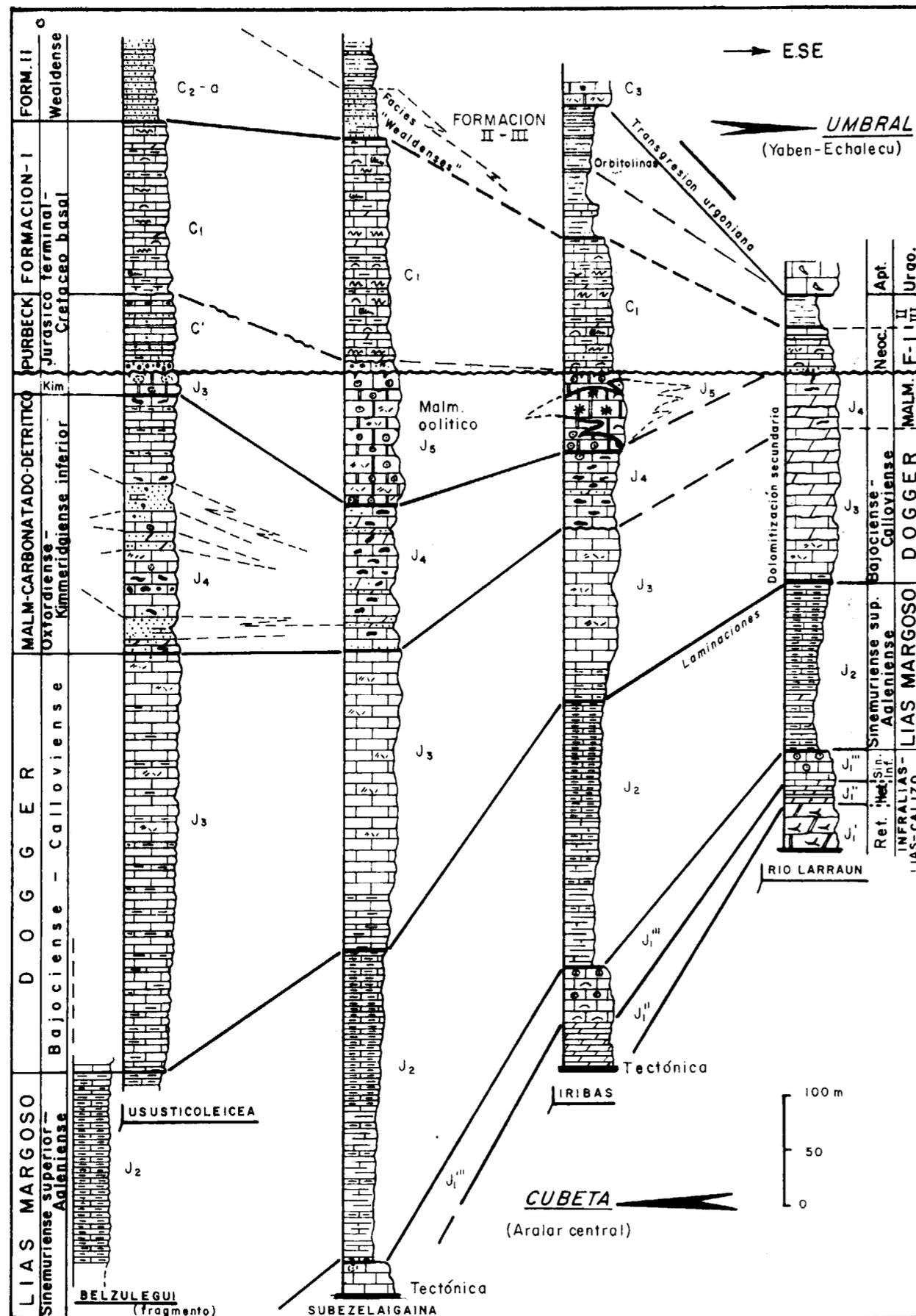


Fig. 4.

mente citadas la base estricta de este grupo carbonatado debe pertenecer aún al Aalenense terminal constituido en «piso de tránsito».

La potencias varían en el mismo sentido que en el Lias margoso desde 150 metros a 400-450 metros en la «Cubeta central de Aralar» de la parte guipuzcoana.

4.—Malm carbonatado-detrítico.

(Nivel cartográfico J₄).

Los límites inferior y superior de este grupo cartográfico son artificiales, ya que corresponden a pasos progresivos a los grupos limítrofes. No obstante, esta división era necesaria no sólo por mantener o situar estas facies dentro de la cronostratigrafía clásica, sino porque el cambio litológico llega a ser profundo en la masa caliza que caracteriza al Jurásico desde el Dogger.

El límite inferior de correlación corresponde a la primera aparición de carbonatos más o menos arenosos de tono amarillento o de un banco de areniscas de matriz carbonatada. En la zona oriental, donde estos niveles son más escasos, lo situamos en la primera aparición de nódulos de sílex abundantes. Es precisamente en el perfil Iribas el único punto que hemos encontrado donde puede apreciarse una ligera perturbación de la sedimentación dentro de la general concordancia; se trata de una superficie irregular con trazas y canales de organismos barrícolas. En el resto de los perfiles el banco detrítico de base no permite distinciones de detalle en la superficie de contacto, siempre por encima de los últimos ejemplares de Ammonites callovienses conocidos.

Este grupo inferior del Malm lo integran una nueva sucesión de bancos de calizas grises de estratificación similar a la del Dogger. Particularizan la serie de un lado los abundantes nódulos y cuerpos irregulares de sílex muy raramente presentes en el Dogger y de otro lado la aparición de una fracción detrítica arenosa. El contenido detrítico es débil en los perfiles orientales (Iribas, Baribar), limitado a algunas intercalaciones de carbonatos con granos de cuarzo diseminado; se desarrolla fuertemente hacia la zona occidental de manera que en el perfil Subzelaigaina se trata ya de amplias e irregulares alternancias de carbonatos con contenido detrítico más o menos abundante y sin él, en ambos casos con los omnipresentes sílex; finalmente en los perfiles extremos (Ususticoleica, Belzulegi-Txindoqui), importantes paquetes de hasta 30 metros de areniscas mal calibradas y microconglomerados —conglomerados heterogéneos de débil cemento carbonatado—, interrumpen bruscamente los depósitos calizos. Los contactos no

son netos en estos casos por variación progresiva del contenido en cuarzo. El cemento de los niveles arenosos es predominantemente dolomítico microcristalino a microgranado, dando lugar a dolomías arenosas en el caso límite con su típica alteración cavernosa y tonos ocreos. Nos es difícil concretar, dada la regularidad y casi perfecta interestratificación de estos niveles, si los procesos de dolomitización son sinsedimentarios o secundarios aprovechando exclusivamente niveles propicios a la circulación de fluidos. Debemos señalar que los procesos de silicificación a veces presentes en este grupo muestran límites más irregulares, al igual que la dolomitización netamente secundaria que ligada a zonas de fractura hace indiferenciables el Dogger y el Malm en el perfil oriental del Río Larraun.

El límite superior de correlación lo hemos situado con la desaparición de los últimos cuerpos de sílex y de los niveles arenosos. Es menos neto que el inferior; las facies del Malm superior se anuncian progresivamente con el desarrollo de calizas oolíticas, gravelosas y bioclásticas con recristalización cada vez mayor, aún con sílex y granos de cuarzo escaso. Sólo en el perfil Iribas tienen mayor desarrollo estas «capas de tránsito»; en el resto de los perfiles la correlación es aceptable a la escala del metro.

Microfacialmente en los perfiles orientales existe una evolución vertical de calizas mudstone a calizas wackestone/packstone pelletoidales y micropelletoidales con restos de fauna y Foraminíferos (micritas a biomicritas y biopelmicritas de «elementos» cada vez más abundantes). En el resto de los perfiles centrales y occidentales la evolución no es tan sencilla y frecuentes recurrencias dan lugar a alternancias diversas de microfacies calizas además de los niveles detríticos. Las «capas de tránsito» superiores representan la aparición sucesiva de calizas packstone/grainstone pelletoidales con litoclastos y bioclastos a veces oolitizados, oolitos francos, abundante fauna de Foraminíferos y Algas, y con cemento calizo cada vez más cristalino (biosparitas y oobiosparitas); en la zona occidental esta facies no es exclusiva de los niveles terminales, y participa frecuentemente en las alternancias de la totalidad del grupo cartográfico.

La microfauna en sección delgada no muestra cambios bruscos o lagunas y la misma asociación de Spirillinas, Lagenidos y Espículas de esponja del Dogger penetra en el Malm carbonatado-detrítico; éstas últimas, sin ser típicas del grupo, adquieren gran desarrollo. Hacia los niveles superiores la fauna se diversifica y junto con restos de Braquiópodos, Equinodermos (Crinoides), Gasterópodos, Codiaceas, *Macroporella* y *Polygonella* abundan los foraminíferos: Textulariidae, Verneuilinidae, Miliolidae, *Nautiloculina*, *Labyrinthina*, pequeñas *Trocholina*, *Conicospirillina basiliensis* y Lituolidae.

De estos últimos es de gran valor estratigráfico la presencia de *Pseudocyclammina jaccardi*, que aparece en el Sequaniense-Kimmeridgiense inferior, localizada hasta ahora con exclusividad en el perfil Subezelaigaina en los 25 metros terminales del grupo. No obstante, en los perfiles occidentales donde esta abundante fauna propia de las calizas grainstone está presente ya en la mitad inferior del conjunto, existen Pseudocyclaminas sin que haya podido llegarse a la determinación específica. Este hecho limita las posibilidades de datación y continuidad de las series; si el Sequaniense se sitúa bastante bajo en el grupo, hay que suponer o un Oxfordiense-Rauraciense comprensivo de potencia limitada o la existencia de un hiato sedimentario dentro de la perfecta «acordancia» general tal y como está prácticamente generalizado el «hiato oxfordiense» en el Jurásico pirenaico. En todo caso se trataría de un barrido parcial por corrientes no necesariamente general dada la continuidad y semejanza de las microfaunas inferiores con las del Dogger.

Con las reservas citadas situamos este nivel cartográfico en el Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior sin precisiones de detalle. No hemos encontrado Cefalópodos en el Malm de Aralar. La asociación faunística propia del grupo sería espículas, pequeñas *Trocholina*, *Labyrinthina* cf. *mirabilis*, *Pseudocyclammina jaccardi* al menos al techo y algas variadas.

Las potencias reales varían de Este a Oeste entre 120 y 350 metros. En los perfiles más orientales (Oderiz-Madoz y Río Larraun la discordancia kimmérica alcanza a este grupo.

5.—Malm oolítico-subrecifal.

(Nivel cartográfico J₃).

Conjunto de calizas claras recristalizadas, masivas o con estratificación gruesa del orden de varios metros, desde construidas a bioclásticas subrecifales y predominantemente oolíticas. Fuertemente karstificadas.

Microfacialmente son, casi con exclusividad, calizas packstone/grainstone con oolitos, litoclastos y bioclastos: Corales, Crinoideos, Briozoos, Codiáceas, Braquiópodos, Espongiarios además de Foraminíferos. Cemento cristalino (oobiosparitas con algunos intraclastos). Son la continuación progresiva de los niveles terminales de la unidad litológica inferior. La zona más próxima a una verdadera construcción se alcanza en la parte alta del perfil Iribas: Calizas boundstone o biolíticos de Corales y Codiáceas, junto con la fauna asociada típica y relleno oolítico.

La fauna de Foraminíferos está integrada por Textularidae, Miliolidae, *Nautiloculina*, pequeñas y ya escasas Trocholinas, y tipificando el conjunto grandes *Haplophragmium* y *Pseudocyclammina*. La presencia general de *Conicospirillina basiliensis* debe indicar una edad Kimmeridgiense hasta los últimos niveles.

Las potencias son siempre residuales bajo la discordancia kimmérica. El máximo actual accesible lo hemos alcanzado en los perfiles centrales de Subezelaigaina y Mugarritxiqui: 120-140 metros. Por el efecto erosivo no queda conservada más que una treintena de metros a lo sumo en la parte occidental, donde los espesores originalmente tienden siempre a ser máximos. Falta totalmente en la parte oriental extrema.

Purbeckiense. Cretáceo inferior infraurgoniano

La emersión al final del Jurásico marino da lugar a la «discordancia kimmérica» o a la más impropriadamente llamada «discordancia cretácea». A pequeña escala corresponde siempre a una acordancia y si bien no originó una discordancia angular acentuada, existen procesos de emersión-erosión moderados, un eventual conglomerado de base y queda marcada con claridad por cartografía.

El artificioso límite cronológico clásico Jurásico-Cretáceo suele adaptarse mal a los límites litofaciales en la Cuenca Cantábrica; las formaciones del Jurásico terminal y del Cretáceo basal de naturaleza continental, lagunar o salobre complican la datación. Una terminología de «facies» ha sido tradicionalmente empleada sobre todo el término «Purbeckiense» sin sentido cronológico estricto. Como indica Rat (1962) para la Cuenca Cantábrica occidental, estas facies no son exactamente contemporáneas en todos los puntos y están probablemente afectadas por lagunas o discordancias secundarias. Además, el Purbeckiense estricto del SE. de Inglaterra al que se intenta en general correlacionar estos niveles, es ya un «término de tránsito» comparado con la estratigrafía marina jurásico-cretácea, englobando el Portlandiense terminal-Berriasiense-Valanginiense basal. Creemos en la necesidad de una escala sintética que unificara las distintas terminologías empleadas y se adaptara a los problemas concretos cantábricos. Las comparaciones y delimitaciones cronoestratigráficas serían entonces mucho más útiles.

Las series conocidas más próximas a las de Aralar son las del Pirineo de Lérida-Aquitania y las de Burgos-Santander. En Aquitania existe una serie nerítica del Dogger-Malm comparable en sus grandes rasgos a la estudiada por nosotros; más completa, finaliza en un Portlandiense con *Pseudocyclammina virguliana* e Iberinas; sobre él se sitúa

la discordancia kimmérica de manera que las facies «purbeckienses» superiores pueden ser fácilmente atribuidas al Cretáceo basal. El problema no es tan sencillo en Burgos-Santander donde el Jurásico marino finaliza en el Calloviense o a lo sumo en el Oxfordiense; tras la laguna de sedimentación más o menos amplia las facies purbeckienses como calizas lacustres (Burgos), en formaciones areniscosas indiferenciales del Wealdense suprayacente (zona intermedia) o en calizas fétidas con Sérpulas (Ramales-Santander) son atribuidas por su fauna de Ostracodos, Characeas y localmente Iberinas (Ramales) al Portlandiense o al «Purbeck» inglés, «Serpulit» alemán: Rat (1962), Dahm (1966), Ramírez del Pozo (1968)...

El Jurásico terminal-Cretáceo basal de Aralar engloba varias formaciones litológicas de distinto desarrollo lateral por acuñaientos y cambios de facies (fig. 5). Diversas similitudes pueden establecerse con las series de Burgos-Santander. El rasgo principal será la desaparición de las clásicas facies wealdenses que caracterizaba aquella zona y cuya «amplitud» cronoestratigráfica disminuye progresivamente hacia el Este: «Purbeckiense-Aptense» en Burgos, Barremiense en Santander... Aquí tras las complejas facies «purbeckienses» se llegan a alcanzar facies marinas típicas para el Barremiense-Aptense inferior.

Hemos distinguido las siguientes formaciones:

1.—Niveles de bases.

(Subnivel cartográfico C').

Formación de extensión limitada, queda confinada a la zona occidental y era desconocida en su valor real en la documentación precedente consultada. Alcanza su máxima potencia en el perfil Ususticoleicea: 72 metros, reduciéndose hacia el Este; 12 metros en el perfil Subezelaigaina.

Se trata de litofacies heterogéneas que comienzan habitualmente sobre la discordancia kimmérica con un conglomerado heterométrico, de pocos metros, de cantos bien rodados y talla máxima no superior a 20 centímetros; los cantos proceden con dominancia del Malm oolítico terminal: el cemento calcáreo presenta una fracción cuarzo-detrítica accesoria. La serie se diversifica con una sucesión de niveles variados: —calizas grises y «acarameladas» que corresponden en microfacies a calizas wackestone siltosas con tallos de Characeas y Ostracodos; —pudingas y microconglomerados calcáreos, sobre todo en la mitad inferior, de cantos de calizas jurásicas generalmente con cortex (Malm oolítico, calizas micropelletoidales...) y de calizas con Characeas («intraclásticas»), oncolitos, algas, escasos oolitos y granos de cuarzo;

—calizas pisolíticas escasas, en la mitad inferior; —interlechos y bancos de margas y calizas argilo-siltosas y arenosas con cuarzo heterométrico, fauna de Characeas y pequeños Gasterópodos; —algunos lechos de areniscas finas calcáreas y silts. En los niveles reducidos de Subezelaigaina el conglomerado de base, más fino, representa una agitación interna con cantos de calizas mudstone con escasos Gasterópodos y oncolitos de límites irregulares y tortuosos con fracción siltosa abundante.

Hasta ahora algunas muestras de los niveles margosos se han mostrado azoicas. En lámina delgada no se ha llegado a la determinación genérica de las Characeas y Ostracodos. Estas típicas «facies purbeckienses» son comparables a las supracallovienses de Burgos. Conservamos, pues, esta denominación de facies inclinándonos subjetivamente, por su posición con respecto a las formaciones suprayacentes, hacia el sentido «jurásico» del término Purbeckiense. Sin duda, la discordancia kimmérica es intrajurásica al afectar al Kimmeridgiense y no alcanzarse el Portlandés franco en sedimentación continua; la época de emersión-erosión debió ser corta y la sedimentación «purbeckiense» pudo iniciarse en el Jurásico terminal.

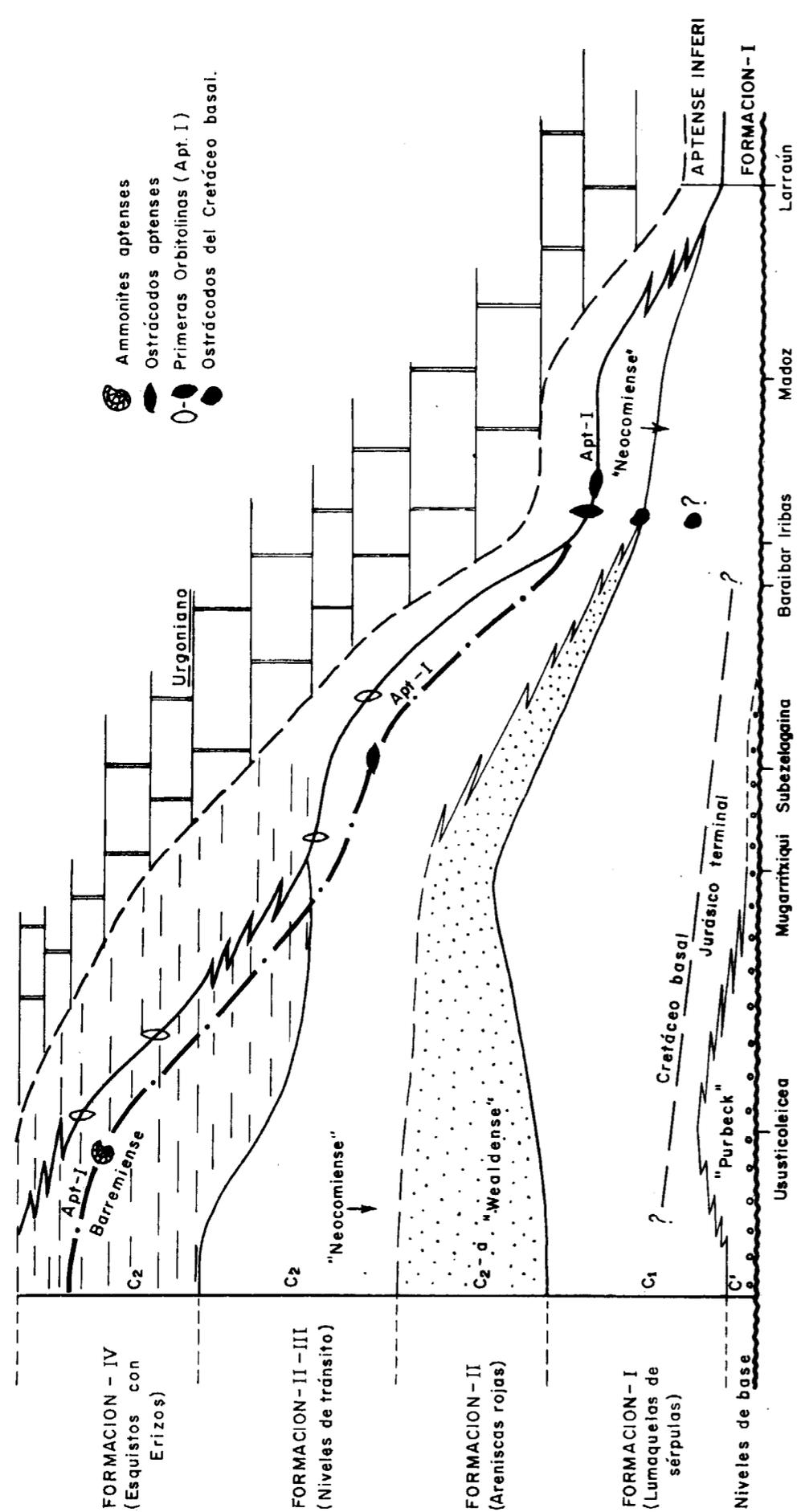
2. Formación I.—«Lumaquelas de Sérpulas».

(Nivel cartográfico C₁).

Es la unidad litológica de máxima extensión lateral y constancia de facies, no sólo en Aralar, sino en el resto de la zona cantábrica oriental.

Calizas gris oscuras y calizas margosas frecuentemente lumaquéllicas de Sérpulas, pequeñas Ostras y/o Gasterópodos. Buena estratificación en bancos de 20-50 centímetros, a veces métricos. Niveles dolomíticos o calizo-dolomíticos. Interlechos, pasadas y bancos margosos. Silts y arenas finas arcillosas, micáceas, sobre todo en base. Conjunto con abundante contenido en materia orgánica diseminada o masas asfálticas en grietas y «nódulos»; fuertemente fétidas.

En microfacies las calizas varían entre mudstone y packstone, a veces grainstone, según su contenido en «elementos» (de micritas a biomicritas diversas). La microfauna, además de los fragmentos de los fósiles anteriormente citados, es banal en datación, aunque a escala regional más amplia nos permitió establecer zonaciones válidas en correlaciones de mayor detalle. En las capas inferiores abundan los oogonios de Characeas que se hacen dominantes hacia la serie reducida oriental de Río Larraún; el resto está integrado por los géneros *Eggerella*, *Glomospira*, *Glomospirella*, *Favreina* y ¿Choffatellas primitivas? (¿Iberina?).



ESQUEMA DE LAS FORMACIONES DEL PURBECKIENSE - APTENSE INFERIOR

Fig. 5.

Por levigación se obtuvieron asociaciones en general monoespecíficas de Ostrácodos oligohalinos indicativos de condiciones límnicas; las especies de *Cypridea* resultaron formas nuevas con respecto a las de las escalas que se poseían y por tanto no indicativas en el tránsito «Purbeckiense»-Neocomiense sin una escala regional. De las Characeas el género *Atopochara*? tendería quizá a situar el Cretáceo basal hacia la parte inferior de la serie. No obstante, los Ostrácodos encontrados por encima de estos niveles evocan aún el Cretáceo basal.

Por las razones citadas sospechamos que el tránsito Jurásico-Cretáceo tiene lugar hacia la parte basal de este grupo. El límite litológico inferior no tiene además porqué ser sincrónico: esta formación la vemos superar «extensivamente» hacia el Este los depósitos de los Niveles de base «purbeckienses» a los que releva sobre la discordancia kimmérica; progresivamente hacia esta zona oriental las potencias se reducen y se anuncia un límite de depósito que situamos en la actual zona del diapiro de Echalecu que muestra en todos nuestros estudios regionales realizados un carácter de paleo-umbral. Según esta dirección de depósito, las capas de base locales deberán estar más próximas al Cretáceo o ya dentro de él en los perfiles Este, mientras que las occidentales englobarían aún los depósitos fini-jurásicos.

Finalmente, este grupo es comparable facialmente al Purbeckiense de Iberinas y Sèrpulas que describe Rat (1962) en Ramales. Nosotros, al margen de una correlación más o menos subjetiva y estricta, hemos preferido utilizar el término «Neocomiense» en las leyendas de los planos de correlación; su sentido es facial por las razones conocidas pero quizá preferible para diferenciar estas facies marinas litorales con influencias salobres y de «tránsito», de las más propiamente «purbeckienses» continentales y laguno-lacustres de Burgos y de nuestros niveles de base.

Las potencias disminuyen desde 250 metros de la zona guipuzcoana hacia el límite sedimentario oriental: 40 metros en el perfil Río Larraún.

3.—Formación II. — «Areniscas rojas».

(Subnivel cartográfico C₂ — a).

Areniscas gris amarillentas y rojizas (ferruginosas), finas a medias, muy micáceas y más o menos argilo-siltosas, plaqueteadas y tableadas. Intercalaciones de arcillas rojas hasta alternantes a techo. El límite superior es aproximado por aparición progresiva, de niveles calizos y arcillosos dominantes junto con la disminución de la frac-

ción detrítica. Bastante cubiertos en el sector central de la Sierra.

Las muestras de arcillas estudiadas por levigación han resultado azoicas.

Desaparecen como tal litofacies típica hacia la zona oriental (Baraiibar, Iribas) por cambio lateral de facies parcial y acuñaamiento. Representan el bisel cantábrico oriental de las facies wealdenses que se desarrollan en la mitad occidental de la Cuenca. Nuestros niveles carecen ya por su posición de conglomerados y areniscas gruesas.

La potencia máxima observada es de 160 metros en el perfil Kobaibarrena.

4.—Formación II-III. — «Niveles de Tránsito».— Formación IV. — «Esquistos con Erizos».

(Nivel cartográfico C₂).

Grupo de menor contraste facial de detalle, engloba una serie de cambios laterales y biseles.

La Formación II-III está integrada por margas grises a gris-negras más o menos esquistosas con intercalaciones de niveles y paquetes de calizas y margocalizas idénticas en litología a las de la Formación I; como ellas suelen ser lumaquélicas de Sèrpulas, pequeñas Ostras y Gasterópodos correspondiendo en microfacies a calizas wackestone/packstone, a veces micropelletoidales y siltosas, con tallos de Characeas, *Glomospira*, *Glomospirella* y *Ammonodiscus*.

Esta facies es la única presente en los perfiles orientales de Baraiibar e Iribas entre la Formación I y la aparición de las primeras Orbitolinas. Los levigados de los niveles margosos del perfil Iribas son ricos en individuos y especies de Ostrácodos pertenecientes a los géneros *Cythereis*, *Cypridea*, *Darwinula*, *Mantelliana*, *Damonella*, *Schuleriidea*...; dos especies evocarían en las capas de base extremas el Cretáceo basal: *Cythereis* gr. *matura* y *Cypridea* sp. *Kneuper-Haack*. Los Ostrácodos como indicadores del medio ecológico muestran una evolución hacia el techo entre ambientes de agua dulce (*Cypridea*), límnicos (*Darwinula*, *Mantelliana*...) y con cierta salinidad («*Dyctyocythere*»).

En el perfil Subezelaigina y ya sobre la Formación II franca, sólo se encontraron asociaciones de *Eocytheropteron* o de «*Dictyocythere*» indicativos de medios laguno-salobres.

Hacia el Oeste se destaca y desarrolla, a partir de la parte alta de las facies anteriores, la Formación IV. La integran esquistos oscuros satinados de metamorfismo moderado, con nódulos y fauna pirítica; localmente con pasadas silto-arenosas finas. Están caracterizados por una abundante fau-

na de Erizos, Lamelibranquios y Ammonites siempre bastante deformados y en parte epigenizados: piritosos. Tal facies era ya citada por Lamarre (1936), bajo la denominación de «Schistes à Parahoplites», pero como veremos no es sincrónica y fuera de la Sierra de Aralar muestra diversas recurrencias ya en el seno del Complejo Urgoniano sobre todo en las facies menos contrastadas de Tolosa, donde la distinción entre «Urgoniano» y «Supraurgoniano» deja de ser franca. Los «esquistos de Parahoplites» no superan el Aptense inferior en la zona aquí estudiada.

Hacia la parte alta de este grupo cartográfico conjunto, aparecen las primeras Orbitolinas en intercalaciones de calizas bioclásticas de estratificación irregular, tanto en la Formación II-III oriental como en la Formación IV occidental. Se trata ya de Orbitolinas aptenses (*Palorbitolina lenticularis* del Apt-I de Schroeder). Uniendo estas primeras apariciones de Orbitolinas en las diversas zonas, hemos dibujado el *Subnivel cartográfico C₂-c*, que representa el límite inferior mínimo para el Aptense desde el punto de vista práctico. No obstante, este límite cartográfico es claramente diacrónico:

En Iribas el primer nivel de Orbitolinas coincide bien con la base del Aptense por la típica asociación *Orbitolina-Choffatella-Daxia* en las calizas wackestone y la fauna de Ostrácodos en los levigados: *Protocythere* gr. *aptensis* y *Centrocythere* aff. *sculpta* de las margas de base; posteriormente los niveles centrales se caracterizan por una clara dominancia de *Dolocytheridea* cf. *intermedia* y los terminales, bajo la «barra urgoniana», por *Cythereis* cf. *büchlerae*, *Schuleridea* y *Krausella*. Son ejemplares euhalinos propios de salinidades normales; rara vez las asociaciones tienden a ser mo-noespecíficas típicas de medios confinados.

En Subezelaigaina las dos formas de Ostrácodos de los niveles de base anteriores aparecen ya algunos metros por debajo de la primera aparición de Orbitolinas. En el resto de este subgrupo dominan en los levigados los moldes ferruginosos de Gasterópodos. La asociación *Orbitolina-Choffatella-Daxia* sigue tipificando las intercalaciones de calizas wackestone/packstone.

Hacia el Oeste el tránsito Barremense-Aptense tiene lugar en el seno de los «Esquistos con Erizos» de la Formación IV por las dataciones de Ammonites a pesar de su defectuosa conservación. En el perfil Belzulegui-Txindoqui 50-60 metros por debajo de las calizas urgonianas tiene lugar el cambio de los ejemplares barremienses: *Heterocheas* sp., *Costidiscus* sp. por los del Aptense inferior: *Prodeshayesites* sp., *P. bodei*? *P. germanicus*? *P. aff. leavisculus*, *P. falcatus*? En Ususticoleica existen aún 60 metros bajo las «primeras Orbitolinas» ejemplares aptenses: *Prodeshayesites*.

En el perfil Astunaldeco-linga el Aptense sólo debe comenzar con las calizas urgonianas, ya que 30 metros debajo de ellas existen faunas del Hauteriviense superior-Barremiense inferior: *Pseudothurmania* cf. *provençalis* Wiedm.

Así, pues, el límite inferior del Aptense no coincide con un límite litológico.

El gran grupo de litofacies C₂ evoluciona marcadamente de Oeste a Este con disminución progresiva de la potencia global, biselamiento del subgrupo C₂-a (Formación II) y límite progresivo de las facies marinas de la Formación IV que pasa las facies «paráticas» de la Formación II-III con los cambios faciales indicados. Su edad cubre desde el «Cretáceo basal» sin precisiones, «Neocomiense» franco, hasta el Aptense inferior de límite variable. Sin incluir la Formación II, las potencias disminuyen en los perfiles realizados en tal sentido con un máximo de hasta 400 metros en el perfil Kobabarrena. Una reducción menor tiene lugar hacia los perfiles del Norte (fig. 6), donde sólo existen en la práctica las Formaciones I y IV. Completaremos el estudio de la totalidad de Formaciones descritas en el apartado de Paleogeografía.

COMPLEJO URGONIANO

1.—Urgoniano estricto.

(Nivel cartográfico C₃-C₃').

Dos litofacies extremas forman este grupo clásico en la geología regional. Sus límites no son estrictos y todos los términos de tránsito están presentes. No obstante, la variedad de contrastes y cambios faciales no es muy acentuada en comparación con otras zonas próximas por neta dominancia en Aralar de determinados tipos litológicos.

C₃: *Grupo carbonatado*.—Calizas claras masivas con abundante fauna «constructora» de *Toucasia* y *Pseudotoucasia*, sobre todo; localmente *Polyconites*, Coralaris diversos y Algas (Melobesias); matriz cristalina. Calizas de estratificación progresivamente más patente, en intercalaciones o marginales en los cambios de facies, ricas en fauna menor o fragmentos (Lamelibranchios, Briozoarios, Gasterópodos...), acompañando a ejemplares más aislados de la fauna mayor: calizas organógenas o bioclásticas de matriz cristalina. Calizas bioclásticas de estratificación irregular hasta tableadas; localmente ricas en espículas de esponja y masas-nódulos de siliceo.

Aunque a la escala de la microfacies las calizas masivas pueden llegar a ser definidas como calizas boundstone o biolititos, no creemos que formaran masas arrecifales estrictas (biohermes).

Aceptamos las ideas de Rat (1959) en el sentido de que la abundante fauna «constructora» de Rudistas creó más bien un ambiente propicio para el depósito de carbonato cálcico que los cementó. Este autor realizó un estudio bastante detallado de estas facies cantábricas, que creemos innecesario repetir aquí. El dispositivo sedimentario muestra grandes paquetes de calizas masivas a modo de amplios lentejones que se indentan en las facies marginales. Esta «masa» calcárea es dominante o exclusiva en la parte central de la Sierra, disminuyendo hacia ambos extremos. Las facies calizas de tránsito son de tipo wackestone/grainstone de cemento esparítico.

C₃: *Grupo margocalcáreo*.—Invaden la serie caliza lateralmente, adquiriendo siempre una disposición lenticular. Son en general facies impuras integradas por margas y margocalizas grises localmente arenosas, de contenido variable en fracción caliza y aspectos grumosos frecuentes. Muy ricas en fauna, hasta verdaderas lumaquelas, más o menos compactas, con dominancia de las Orbitolinas.

Las facies urgonianas estrictas engloban cronológicamente en Aralar la totalidad o la mayor parte del Aptense si éste comenzaba en los «Esquistos con Erizos», y penetran con claridad en el Albense sin un límite superior concreto. Las asociaciones microfauísticas de base son clásicas del Aptense: *Choffatella*, *Cuneolina*, *Neotrocholina*, *Coskinolinoides*... Son las Orbitolinas las que permiten una datación detallada de la masa caliza siguiendo la escala de Schroeder, aunque sin valor cartográfico por inexistencia de contraste litofacial; pueden establecerse sucesivamente las zonas Apt-I con *Palorbitolina lenticularis*, Apt-II con *Palorbitolina simplex*, Apt-III con *Simplorbitolina manasi*, Apt-IV con *Simplorbitolina conulus* y Albense inferior con *Orbitolina aperta-impresca*. Las mismas especies están presentes en las eventuales facies C₃'.

Al menos 2.000 metros de «caliza masiva», existen en la parte central del flanco Sur de la Sierra Aralar. Desde aquí lateralmente, las facies margocalcáreas aparecen en la serie y las potencias decrecen.

2.—Supraurgoniano.

(Nivel cartográfico C₄).

Engloba este grupo las facies a dominancia margoesquistosa que cubren al «Urgoniano». El enclave de Aralar separa dos zonas en las que el Supraurgoniano se presenta bajo aspectos diferentes.

Al Sur de la sierra se adosa al flanco normal del anticlinal principal, de armazón urgoniano masi-

vo, una serie integrada por margas grises y gris-negras tableadas, limolitas y algunas intercalaciones arenosas; localmente algunos lentejones calizos de pocos kilómetros de longitud, con facies «semi-construidas» idénticas a las del grupo inferior, rompen la monotonía de la serie; están más desarrollados en el sector de Alsasua-Olazagutia, ya fuera de la cartografía que presentamos. El contacto con el Urgoniano estricto cuando domina la facies C₃' (Sector Oeste) es aproximado. En estas facies supraurgonianas se instala la actual depresión de La Barranca en el flanco del gran sinclinal, cuyo eje se encuentra en el Eoceno de las altitudes meridionales de Urbasa y Andía en «relieve invertido».

Al Norte de la Sierra, las facies supraurgonianas aparecen en el Sinclinal de Villafranca que forma parte del gran Sinclinatorio de Vizcaya y es cabalgado por el frente de Aralar. Presentan una muy desarrollada esquistosidad (esquistos gris-negros) que encubre el buzamiento original sólo conservado por pequeñas lentejas arenosas replegadas a las que corta en bisel. En zonas donde el contenido margocalizo domina, la característica esquistosidad hojosa adquiere formas más gruesas: tabloides. Serie monótona sin contrastes acentuados. La base se alcanza en la envolvente de la estructura de Huici.

En ambas zonas no hemos encontrado ejemplares de macrofauna con valor cronológico. La «Serie de La Barranca» comienza ya en el Albense medio dado de la zona de *Orbitolina aperta-impresca*, quedaba incluida en las facies calizas inferiores. En cambio, la base de la «Serie de Villafranca» en la zona del anticlinal de Huici corresponde bien al límite Aptense-Albense; los últimos niveles calizos inferiores corresponden al Aptense-IV. Una vez más el límite cartográfico es diacrónico por distinto desarrollo de las masas semiconstruidas. Debemos señalar además que en la Sierra de Aitzgorri occidental, la base del Supraurgoniano corresponde a perturbaciones de la continuidad sedimentaria marcadas por niveles conglomeráticos no generalizados. En la zona de Tolosa donde las facies no son tan contrastadas, existen igualmente irregularidades en la sedimentación. Estas trazas de los movimientos alústricos, bien patentes en la zona «cantábrica» suroccidental burgalesa, ya no son fácilmente apreciables en la zona de Aralar.

Finalmente, el Supraurgoniano penetra claramente en el Cenomanense inferior, según datos bibliográficos. No hemos hecho extensivo el estudio micropaleontológico por encima de las calizas urgonianas.

Al menos, 1.500 metros de estas facies deben existir en el Sinclinal de Villafranca. Una potencia original de 2.000 metros nos parece correcta y quizá superior en «La Barranca», pero una vez

más las variaciones de potencia a la escala regional son acentuadas y estos datos sólo son válidos para las zonas centrales del área presentada.

Cretáceo superior

Lo hemos estudiado sólo de un modo marginal, como complemento cartográfico, en el sinclinal de flancos invertidos comprendido entre el frente NE. de Aralar y el diapiro de Yaben-Echalecu. A la escala regional dentro de sus características comunes de depósitos de «cuenca» flyschoides, encubren bajo una aparente monotonía una compleja diversidad sedimentaria de límites prácticos difíciles de establecer. Indiquemos simplemente que nuestros niveles pertenecen al conjunto en facies «Sur» o «navarra», diferentes en algunos aspectos de las facies «Norte» o «guipuzcoanas». No obstante, en el propio dominio navarro tienen lugar importantes cambios paleosedimentarios y una vez más la propia Sierra de Aralar separa facies contrastadas entre «La Barranca» meridional y la zona nor-oriental que vamos a describir someramente.

1.—Nivel cartográfico C₃.

Potente serie flysch estricta de margas grises y calizas arenosas o areniscas finas calcáreas con granos de glauconia. Abundantes pistas de organismos simples o bilobados y marcas sedimentarias.

Representa el Cenomanense superior-Coniaiense, éste último con *Globotruncana lapparenti* y *G. gasticarinata*, según P. Feuillée. No son ya diferenciables las típicas facies del «flysch de bolas» que caracterizan el Cenomanense superior en La Barranca-Vitoria.

La potencia global es de apreciación difícil por sus frecuentes pliegues. De 700 a 1.000 metros pueden suponerse en la zona cartografiada.

2.—Nivel cartográfico C₆.

Barra de calcarenitas grises organoclasticas, gravelosas y ligeramente arenosas. Ricas en típicas Lacazinas.

Representa la aparición del Santoniense. Su potencia oscila entre 60 y 80 metros y es el nivel guía cartográfico de la estructura sinclinal considerada.

3.—Nivel cartográfico C₇.

Serie flyschoides grosera de calizas y margas grises. Persisten en la mitad inferior paquetes de

calcarenitas bioclásticas con Lacazinas y característicos fragmentos arcillosos removilizados.

Corresponde al Santoniense superior-Campaniense. No se alcanzan las facies de margas rosadas que caracterizan al Maestrichtiense del diapiro de Yaben-Echalecu.

La potencia residual (mínima) que hemos cartografiado es del orden de 500 metros.

ESTRATIGRAFÍA INTERPRETATIVA. PALEOGEOGRAFÍA

1.—Los tiempos jurásicos

a) Consideraciones generales.

El Jurásico es la primera gran fase de sedimentación marina tras los depósitos triásicos de afinidad germánica que suceden a los movimientos hercínicos.

Aún siendo un periodo de «calma orogénica», pequeños pero numerosos movimientos pueden intercalarse originando discontinuidades sedimentarias de diversa importancia en zonas concretas. Traducen la aparición de amplias y suaves paleoestructuras que a modo de relieves o altos fondos internos compartimentan los depósitos en una serie de «cubetas» en conexión más o menos generalizada. La complejidad de detalle de los ambientes sedimentarios jurásicos a escala regional queda de manifiesto en los mapas de isópacas que pueden trazarse. Así pues, dos tipos de series pueden caracterizar zonas de mayor o menor amplitud. Una serie incompleta, reducida en potencia y con lagunas de sedimentación o condensaciones en uno o varios niveles, es propia de altos fondos internos o próxima a relieves marginales; las facies tienden a ser neríticas y las irregularidades sedimentarias no tienen porqué ser absolutamente coincidentes de unas a otras; estas irregularidades son normalmente debidas a barridos por corrientes. Por otro lado, las series de «cubetas» limitadas por las anteriores suelen ser potentes y continuas, con escasas o nulas interrupciones de la sedimentación marina.

A lo largo de nuestros estudios hemos podido poner de manifiesto o comprobar diversos importantes elementos paleosedimentarios del Jurásico de la Cuenca Cantábrica occidental y su relación con los de las zonas vecinas españolas y francesas. Podrían quizá ser fruto de publicaciones posteriores. En el presente estudio queremos sólo destacar algunos hechos mayores, prescindiendo del estudio de las diversas series reducidas:

La «serie de cubeta» de Aralar es la más completa actualmente accesible en afloramiento. Presenta la totalidad de los términos jurásicos cono-

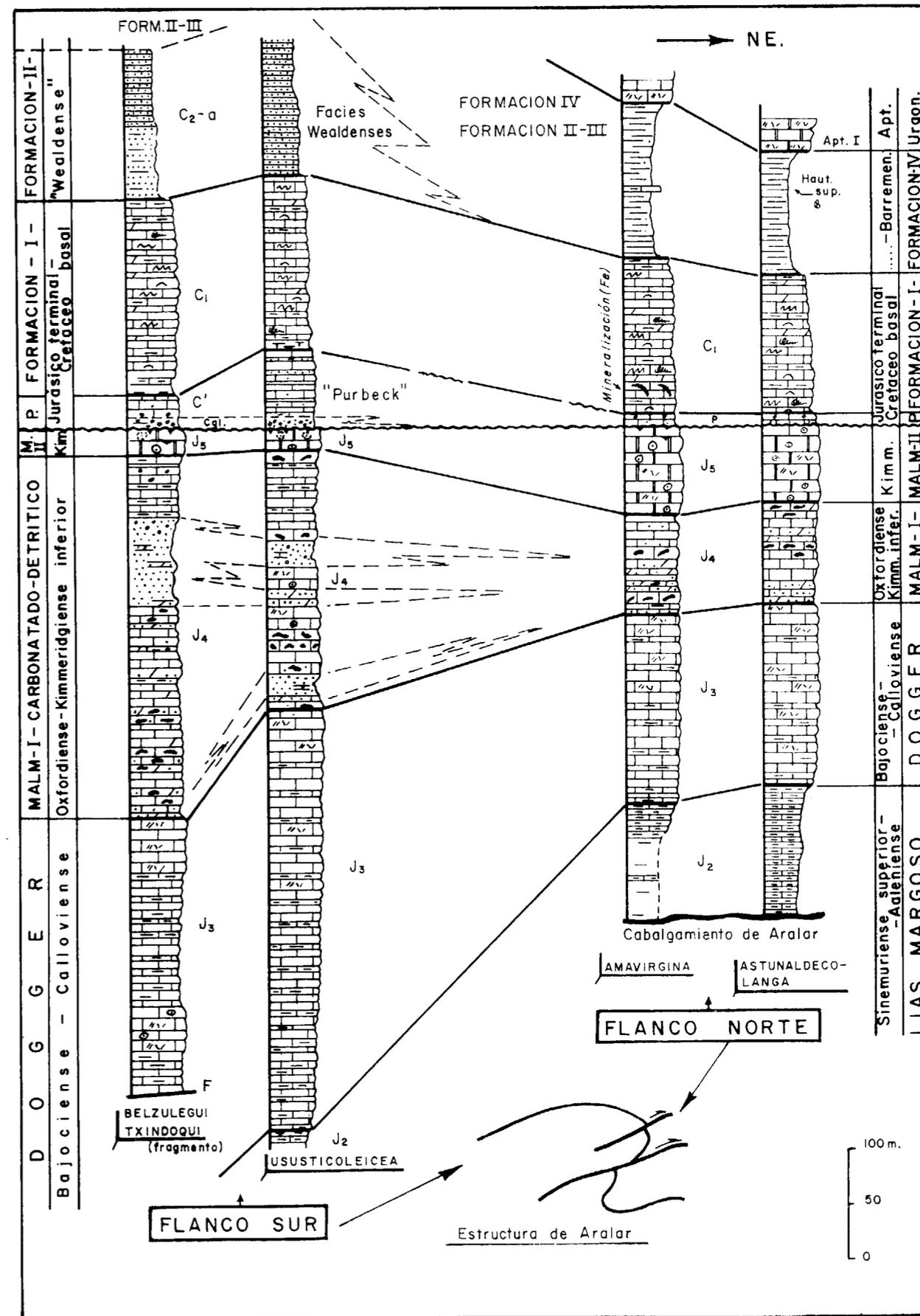


Fig. 6.

cidos con su máxima potencia; es por tanto la serie-guía para los estudios regionales de esta parte de la Cuenca Cantábrica, sobre todo, de las series de alto fondo. Este hecho es lógico al tratarse de una zona ya interior en La Cuenca y no hay que olvidar que los estudios de geología de superficie están confinados en general a los afloramientos de la aureola erosiva de los actuales macizos limítrofes (pirenaicos en nuestra zona o asturianos en la parte occidental) que jugaron varios momentos de la historia geológica como zonas tendentes a la emersión o emergidas. No obstante, la orientación de los paleorelieves jurásicos o posteriores no es necesariamente «paleopirenaica» en el sentido de una coincidencia con la directriz de la actual cadena de arquitectura terciaria.

Los altos fondos así nacidos de forma continua aunque intermitente, dan lugar con la exacerbación del final del Jurásico a los efectos más potentes de lo que se conoce y agrupa como «movimientos kimméricos» que llegan a afectar a las «cubetas». Las zonas de tendencia positiva más acusada mantendrán este carácter con posterioridad e influenciarán, como veremos, la sedimentación cretácea en todos sus niveles. Estos hechos tienen un importante efecto en la tectónica actual.

b) *La Serie de Aralar.*

La historia sedimentaria de la serie-guía de Aralar queda subdividida en dos grandes megarritmos. Un megarritmo inferior de apertura muestra el avance progresivo de la transgresión marina jurásica hasta alcanzar ámbitos de mar abierto. Le sucede un megarritmo regresivo que finalizará con la emersión kimmérica.

El megarritmo inferior se instala desde el Infraías al Lías margoso. El primer grupo «Infraías-Lías inferior» comprende sucesivamente los siguientes elementos:

Brechas dolomíticas intraformacionales, dolomías y carñiolas; regionalmente hay trazas de evaporitas en el tránsito al Keuper. Representa un medio lagunar-sobresalado, que sucede a los depósitos epicontinentales del Trías superior y que caracteriza la base de las transgresiones extensivas («Supracotidal Zone»). La inestabilidad del medio la marcan las brechas intraformacionales.

Los carbonatos bandeados son propios ya de plataforma de marea («Intercotidal Zone») que facilita el depósito rítmico.

Las calizas superiores con frecuencia oolíticas y gravelosas, con Crinoides, señalan la zona de alta energía que precedería en un esquema clásico al mar abierto: arrecife o barra oolítica. En el detalle los bancos de base, aún pobres en oolitos, re-

presentan la zona previa de «lagoon» («Subcotidal Zone»).

A una escala de estudio más fina existen ciertas recurrencias y mezclas de facies que indican tendencias regresivas esporádicas de acomodación.

Superada la barra de alta energía, el Lías margoso representa facies de mar abierto. No parece marcarse ninguna perturbación sedimentaria importante, aunque son conocidos efectos de condensación o erosión por corrientes en otras zonas del NE. español y Francia. La Cubeta de Aralar quedaría protegida de estos procesos.

Hacia la parte alta del Lías margoso aparece ya una tendencia regresiva que englobará al conjunto carbonatado Dogger-Kimmeridgiense en el megarritmo regresivo superior.

Las calizas con microfilamentos del Dogger sólo conservan cierto contenido margoso en el centro de la cubeta (zona occidental); son aún facies de mar abierto con progresivas influencias de plataforma: oolitos y gravelas dispersos, Crinoides y Espongiarios esporádicos; estos efectos están más marcados hacia la zona oriental en dirección al límite de la cubeta.

Los depósitos del Malm carbonatado-detritico son netamente de plataforma, habitat propicio al desarrollo de esponjas silíceas, causa de la actual riqueza en silix. La epirogénesis positiva regional generalizada permite la existencia de relieves externos en vías de erosión que suministran el material cuarzo-detritico a estos niveles. La polaridad del aumento de estos materiales tiende a situar el área fuente hacia el Oeste, probablemente al SO. Es difícil sin fauna de valor cronológico conocer si la sedimentación fue francamente continua en este gran ritmo terminal. Suele estar generalizada la ausencia del Oxfordiense inferior en ambas vertientes pirenaicas. En Aralar las facies no son muy adecuadas para el estudio de sedimentación en el tránsito Dogger-Malm; sólo en el perfil Iribas se advierten trazas de irregularidades. El problema queda en pie, sin olvidar que a pesar de la tendencia progresiva a la emersión es la Cubeta de Aralar la de mayor continuidad y depósito sedimentario.

Poco a poco se alcanzan de nuevo las condiciones de la barra oolítica o recifal con el Kimmeridgiense. La aceleración del proceso regresivo origina la emersión final.

c) *El cuadro regional.*

De la misma manera que a la escala vertical de la serie concreta de Aralar se marca la evolución paleogeográfica, el dispositivo es también polar a la escala horizontal regional, sobre todo la regresión final. Es bien conocido que estos fenómenos se

inician en la Cuenca Cantábrica occidental, donde no existen depósitos jurásicos marinos supracalovienses en la aureola asturiana de Burgos-Santander. Hacia el Este persisten términos cada vez más modernos del Jurásico en facies marinas: Oxfordiense de Ramales y zonas vecinas, hasta alcanzar tras un amplio sector central sin afloramientos las facies «híbridas» de Guernica (Caloviense margoso tipo occidental y Malm reducido tipo Aralar) y finalmente el típico Malm oriental descrito.

La Sierra fue un enclave particular de máxima persistencia del Jurásico marino. Al Norte quedó limitado por una zona de altos fondos de detalle hoy en el lugar de grandes rasgos estructurales: diapiro de Lecumberri, Cabalgamiento de Leiza...; la disminución parcial de potencias en tal dirección es ya patente en la propia Sierra actual (figura 6). Hacia el Este el Umbral de Yaben-Echalecu juega un papel similar. Posiblemente debe situarse hacia el SO., según extrapolaciones regionales, la traza de un importante paleorelieve (¿Macizo del Ebro?), área fuente del material detritico del Malm y cuya existencia occidental en sondeo más próxima estaría en Aramayona-1 (Enpensa). La cubeta de Aralar queda abierta hasta el Oeste sin apreciarse límite próximo.

Por las razones expuestas, los «movimientos kimméricos» difícilmente pueden catalogarse de «orogénicos o fase orogénica». Fruto de una elevación epirogénica progresiva dan lugar a estructuras finales de gran radio.

2.—*Las series postkimméricas purbeckienses-barremienses*

a) *Consideraciones generales*

Las ondulaciones kimméricas afectan sobre todo a los bordes y zonas altas de la cuenca marina jurásica, donde la potencia de sedimentos fue menor o existía una tendencia intermitente a la creación de paleoestructuras. La fase de erosión fue corta hacia las zonas internas de las antiguas cuencas, de manera que en la Sierra de Aralar la discordancia es fundamentalmente cartográfica. La tendencia a la subsidencia de la antigua cubeta se conserva y de la misma manera que en el Jurásico marino se alcanzará la serie más completa regional para estas series. Este hecho es aún de mayor importancia, dado que el contraste con las series más reducidas de zonas vecinas es muy marcado, por los rápidos cambios de potencia y facies en las formaciones de base con netas influencias continentales o salobres. En ningún otro punto cantábrico hemos encontrado completa «la serie

de Aralar», que es, por otra parte, la de carácter o influencia marina más acusada.

La extensión regional de las facies descritas es reducida. No sobrepasan los dominios jurásicos marinos. Al E. de Aralar, el Umbral de Yabén-Echalecu no debió ser superado por estos depósitos y no recibió sedimento alguno hasta la llegada de la «transgresión extensiva urgoniana» sobre las series jurásicas e infrajurásicas residuales. Las formaciones descritas se acuñan en dirección a él.

Los antiguos altos fondos internos jurásicos mantienen su carácter y otras zonas que quedan con respecto a estos nuevos depósitos en posición marginal son igualmente fruto de erosión o no deposición. Así en la inmediata proximidad de la Sierra de Aralar una serie de elementos marcan el actual límite residual de existencia de depósitos, prolongando hacia el N. la zona de Yabén-Echalecu: Zona alta de Lecumberri-Aldaz donde el Urganiano reposa sobre un Jurásico marino fuertemente erosionado; Estructura de Huici donde escasos retazos purbeckienses existen entre el Urganiano y el Malm inferior... Fuera del área fruto de este estudio existen nuevos elementos, tales como la zona alta de Leiza-Areso en la que el Urganiano llega a reposar sobre el Dogger y sólo hacia el Oeste se alcanzan depósitos importantes de este grupo, en consonancia con el dispositivo general. No obstante, al N. de estos puntos, facies de esta unidad sedimentaria están presentes hasta el límite actual erosivo del Macizo de Cinco Villas; su penetración hacia el Este fue más acusada y no se anuncia un límite continuo si es que lo hubo. Igualmente la falta de afloramientos no permite hacer extrapolaciones válidas al S. de Aralar y sólo los sondeos Valdebro de Pamplona permiten constatar la existencia de un «Neocomiense».

b) *La serie de Aralar.*

Recordemos simplemente algunos rasgos ya conocidos. Además de la evolución vertical propia de cada punto, existe una marcada evolución horizontal dentro del reducido marco de la Sierra.

Las facies lacustres purbeckienses sólo se depositan en la zona occidental. La Formación I se extiende ampliamente hacia el Este; se trata de facies marinas muy costeras con netas influencias continentales cada vez más acusadas hacia el límite de deposición oriental, con Ostrácodos propios de estuario o aún más confinados, donde podría definirse el medio de depósito como «paralítico». Las Formaciones II y II-III presentan facies y ecológicamente condiciones continentales bastante extendidas; los niveles marinos costeros son ahora los que se intercalan a veces a la serie y están más desarrollados hacia Oeste donde se alcanzan de

nuevas condiciones parálidas. Estas facies marcan un paro momentáneo del avance marino conteniendo a la Formación IV, que es de hecho el principio de la «transgresión extensiva urgoniana» y que finalizará, ya con sus facies clásicas, por invadir todo el país.

Hemos evitado expresamente la utilización del término «transgresión» para los niveles inferiores dado que normalmente es aplicable a series marinas o menos complejas. La extensión local y regional de todas estas facies se verifica claramente de Noroeste a Sureste.

c) El cuadro regional.

Diversas correlaciones de las facies purbeckienses son conocidas en la Cuenca Cantábrica occidental. Rat (1962) atribuye las facies calizas lacustres tipo Aguilar de Campóo (Palencia) y las calizas con Sèrpulas de Ramales (Santander) a la misma unidad Purbeckiense. La primera de estas facies es *litológicamente* similar a nuestros niveles de base, mientras que la segunda lo es de igual manera con nuestra Formación I, correlación que fue además comprobada por microfacies por Enpensa. Ello no nos autoriza a atribuirles una cronostratigrafía idéntica y absoluta, aunque al no existir unos límites bien definidos se juega siempre con amplios márgenes para englobar estas series heterogéneas y con discordancias internas. Conocemos bien regionalmente grupos de facies idénticas que son diacrónicas de unos puntos a otros con cierta polaridad. Así pues, podemos suponer que si el mar jurásico abandonó las regiones occidentales con el comienzo del Malm, las facies purbeckienses pudieron comenzar pronto a depositarse y su avance hacia el E., diacrónico aunque posiblemente bastante rápido, daría lugar a que nuestras facies fueran más modernas, aunque aún dentro del límite elástico del Purbeckiense en acepción inglesa. Reservamos por esta razón este término sólo para los Niveles de base. La Formación I debe englobar el estricto límite Jurásico-Cretáceo pero una vez más y aún a la corta escala de nuestra cartografía es de suponer que el Cretáceo basal está más próximo a la discordancia kimmérica o es ya exclusivo sobre ella hacia el E. en consonancia con el sentido de extensión de estas facies.

Las clásicas facies wealdenses regionales evolucionan en el mismo sentido. En Burgos comprenden dos tramos separados por una típica intercalación marina valanginiense: el inferior aún llamado «Purbeckiense», en el que se encuentran las calizas de Aguilar de Campóo, y el superior Barremiense-Aptense al que se añaden las facies de Utrillas continentales. Hacia el NE. aparece el

Urgoniano y el Wealdense se reduce al Barremiense sobre el Valanginiense de Ramales. Finalmente, observamos su pérdida en Aralar.

Concretándonos ya a la parte más oriental de la Cuenca Cantábrica, fuera de la Sierra este grupo sólo está prácticamente representado por las facies de la Formación I entre el Malm y el Urgoniano: Tolosa, extremo Oeste del alto fondo de Leiza, Loyola, Murélagu, Guernica... Reposan siempre aparentemente sobre el Malm oolítico o sus equivalentes, en cambio en las «zonas altas» con mayor erosión del Jurásico marino, falta o puede presentarse como facies esquistosas piriticas a veces complementadas por pasadas calcáreas: Leiza y retazos erosivos de Huici. Recordemos para terminar que «los esquistos de Parahoplites» pueden estar presentes en las facies urgonianas de ciertos sectores; se trata de recurrencias faciales por repetición de condiciones idénticas de sedimentación post-barremienses.

3.—Los depósitos urgonianos.

Con las facies urgonianas, la generalización del ámbito marino es total en la zona estudiada y sobrepasan la cubeta purbeckiense-barremiense de Aralar a modo de transgresión extensiva sobre los antiguos bordes de las cuencas en levantamiento continuo desde el Jurásico. En esta zona cantábrica la transgresión tiene lugar en el tiempo de Oeste a Este y así, hacia el Macizo oriental de Quinto Real el Complejo Urgoniano reposa sobre los términos cada vez más antiguos de la serie, hasta el Infralías, que formaban el bisel erosivo; además los niveles de base calizos del Urgoniano son, dentro de su identidad o similitud de facies, más modernos hacia el Este desde el Apt-I hasta el Albense inferior.

En las zonas donde existe un Purbeckiense-Barremiense completo ninguna interrupción de la sedimentación tiene lugar a la escala vertical y el paso a facies marinas es progresivo desde el Cretáceo basal. Por el contrario, los antiguos altos fondos o zonas marginales donde el Purbeckiense-Barremiense no se depositó o fue minoritario, muestran un urgoniano «transgresivo»; en principio estas culminaciones fueron respetadas, formando islotes aislados sólo totalmente cubiertos ya avanzado el Aptense en la zona estudiada: Apt-IV en Huici y en parte de la estructura de Leiza.

Queremos insistir en que nuestros datos concretos sobre la transgresión urgoniana son de valor local. A la escala de la Cuenca Cantábrica la transgresión se verifica sobre los bordes emergidos de la Cuenca y las direcciones de avances en cada punto son distintas, según su posición con

respecto al umbral meridional. Así, el avance de la línea de costa tiene lugar de Noreste a Suroeste en la zona occidental de Burgos-Santander, evolucionando hacia la zona oriental a las direcciones vasco-navarras citadas, según un dispositivo en abanico. Lo mismo sucede con las direcciones «transgresivas» del Cretáceo inferior con el «Valanginiense» burgalés y la serie descrita en Aralar como modelos extremos.

El depósito de las variables facies urgonianas sugiere un fondo inestable y móvil. El desarrollo local de lentejones calizos semiconstruidos de gran potencia suponen una coexistencia de subsidencia-sedimentación continua que mantenga las condiciones de plataforma adecuadas, clásicas para el desarrollo de estas formaciones. En un momento determinado, la cuenca se caracteriza por la presencia de zonas próximas a superficie con desarrollo de abundante fauna constructora limitada por zonas marginales de depósitos bioclásicos inmediatos, depósitos margosos de enclaves aislados e incluso depósitos detríticos «alóctonos», según canales de aporte desde los bordes de la cuenca. La movilidad de estas zonas con el tiempo origina las frecuentes indentaciones de las diversas facies.

Varios sondeos petrolíferos han puesto en evidencia que algunos de los grandes lentejones urgonianos están situados sobre núcleos de Keuper halocinéticos a diapíricos. La hipótesis de que las masas calizas responden al juego de núcleos halocinéticos profundos durante su depósito es conocida en la literatura geológica. Quizá es peligroso generalizarla. Puede ser cierta para las grandes masas locales, pero la indentación de facies nos atrae hacia la idea de una movilidad general de reajustes epirogénicos de mayor amplitud en el espacio, acentuada por dichos fenómenos locales.

El Supraurgoniano engloba facies de relleno. Tienen cierto carácter regresivo en la Cuenca Cantábrica noroccidental donde los efectos de la fase austrica, de tipo epirogénico, son a veces patentes. En la zona estudiada dominan las facies marinas donde las formaciones calizas son ya accesorias tras la ruptura de las condiciones de depósito necesarias y el contenido detrítico alóctono aumenta. Las grandes masas calizas urgonianas actúan como altos fondos límites de facies de detalle, compartimentando los depósitos en cubetas distintas interconectadas. La presencia de estos «relieves enterrados» es de gran importancia en la actual tectónica superficial.

El dispositivo paleogeográfico que va a caracterizar todo el Cretáceo superior se inicia ya en estos tiempos.

4.—Las cuencas del flysch cretáceo.

La Cuenca Cantábrica oriental conservará su carácter de zona interna de depósitos marinos continuos, mientras que en los márgenes cantábricos tienen lugar una serie de transgresiones y regresiones durante el Cretáceo superior-Eoceno. Engloba siempre las zonas más profundas de las cuencas móviles sucesivas y los depósitos suelen ser de «flysch pirenaico» que continúan sin interrupción los del Supraurgoniano. Las transgresiones del Cretáceo superior son las de mayor magnitud regional, superando todas las antiguas zonas incluidas las que mantuvieron hasta este momento un carácter continental: Albense en Facies de Utrillas suroccidental (Burgos-Palencia). Desde la transgresión cenomanense inicial hasta el Maestrichtiense el área marina aumenta extensivamente; las facies evolucionan desde las de plataforma occidentales al flysch oriental más profundo, donde se sitúa nuestro estudio. Recordemos que a pesar de su similitud pueden diferenciarse diversos elementos paleogeográficos con facies contrastadas en el detalle separados por los altos fondos conocidos: el de Aralar, separando la serie de La Barranca y la navarro-oriental, el de Leiza con el mismo papel entre esta última y la serie «guipuzcoana». En la serie que hemos descrito muy someramente sólo la barra de calcarenitas santonienses marca una esporádica tendencia a la nivelación de la cuenca local.

Finalmente, indiquemos que los efectos de la regresión maestrichtiense regional y de la transgresión dano-montense no se traducen en interrupciones sedimentarias en Navarra que mantiene su permanente carácter marino. El dispositivo se conserva en el Paleoceno-Eoceno con nuevos depósitos flysch o flyschoides cada vez más reducidos en extensión por el retroceso hacia el Este de la costa ya muy patente en el Luteciense. El proceso de emersión regional se acentúa en el Eoceno superior, las facies marinas son cada vez más confinadas hasta la total emersión. Durante el Oligoceno los plegamientos pirenaicos alcanzarán su máxima intensidad, dando lugar a la estructura actual.

TECTÓNICA

1. El Keuper como nivel tectónico fundamental.

El carácter plástico del Triás superior da lugar a la actual distinción de dos pisos tectónicos («stockwerk»); zócalo y cobertera, de comportamiento distinto frente a los esfuerzos de plegamiento pirenaicos. El primero, engloba las series

paleozoicas que sufrieron la intensa orto-orogénesis herciniana con importantes procesos de metamorfismo y granitización, al menos en la zona de los actuales macizos vasco-navarros fronterizos. El Permotriás detrítico, de elevado grado de cuarcitización, completa esta unidad tectónica. De naturaleza rígida, ha reaccionado dando lugar a los actuales grandes pliegues de fondo de gran radio y forma el substrato fracturado en las zonas de tectónica superficial de cobertera.

La cobertera tiende a «independizarse» de la tectónica del basamento por despegue, para adquirir su estructuración en pliegues más agudos y frecuentes cabalgamientos. El nivel de despegue y el soporte últimos plástico de éstos es naturalmente el Keuper argilo-salífero.

Por otro lado, el Triás superior origina los abundantes procesos halocinéticos y diapíricos regionales. Están controlados o dirigidos por rasgos paleotectónicos y condicionará a su vez algunos aspectos paleogeográficos en su desarrollo continuo a lo largo de la historia geológica. Dos hechos son necesarios para su iniciación: una carga litostática adecuada para la movilización de «dentejas» plásticas y existencia de zonas de debilidad tectónica o de menor carga para su desarrollo. La halocinesis pudo comenzar ya desde el final del Jurásico y desarrollarse sucesivamente, reaccionando frente al progresivo aumento de carga sedimentaria. Las zonas de series reducidas de alto fondo permiten las primeras acumulaciones; a partir de este momento el propio fenómeno halocinético podría originar la persistencia de estas zonas como elementos positivos de tendencia a la elevación. Localmente podrán favorecer el desarrollo de las masas calizas urgonianas.

Creemos que la fase perforante estricta, no necesariamente sincrónica en todas las estructuras, es predominantemente tardía, en los diapiros «marginales» que incluye este estudio o próximos a él. Excluimos, pues, las chimeneas diapíricas de la Cuenca Cantábrica central. El efecto perforante máximo viene ligado a la orogénesis pirenaica y a la fase de distensión subsiguiente. Añadamos además la estabilización actual de estos fenómenos en las estructuras actuales de núcleo perforante no abiertas hasta el Keuper: Aitzgorri, por ejemplo.

Un modelo de estos procesos es la estructura de Yaben-Echalecu. Se sitúa sobre una zona de fractura *subactual* a modo de amplia lámina diapírica que arrastra un variado muestrario de los niveles atravesados. Dicha zona de fractura es la reacción final del antiguo Umbral jurásico-cretáceo inferior y responde a una ruptura del zócalo que se prolonga hacia el S. marcada aún por fenómenos locales de diapirismo. Se origina así una de las clásicas estructuras de dirección Norte-Sur, «aberran-

tes» con respecto a las direcciones de los pliegues de cobertera. Añadamos rápidamente que estas estructuras *siempre de naturaleza diapírica* se sitúan o bien en una zona con serie jurásica reducida (caso de Guernica) o en zonas de fracturas modernas, donde la serie estratigráfica es completa dentro del cuadro local (caso de Ramales-Laredo). Yaben-Echalecu, podría responder a un caso «híbrido».

En conclusión, el diapirismo aún condicionado por la historia geológica es independiente de ella en su desarrollo en el tiempo. Cada elemento puede responder a causas diferentes diacrónicas que crearon las condiciones adecuadas. En la zona cartografiada diversos modelos de estos fenómenos están presentes: diapiros estrictos de Lecumberri y Yaben-Echalecu; anticlinal halocinético de Huici abierto hasta el Keuper; y posiblemente un anticlinal de núcleo diapírico oculto en el extremo occidental de la Sierra de Aralar: zona de E. de Ataún.

2.—La Sierra de Aralar como elemento de la tectónica de cobertera

Ya indicábamos al comienzo de este trabajo que la Sierra de Aralar era el elemento más oriental del Anticlinorio de Bilbao dentro del Arco Cantábrico. Tal Anticlinorio, desde Castro Urdiales hasta Navarra, está caracterizado por cabalgar hacia el NE. o N., según la posición local dentro del Arco, sobre el Sinclinorio de Vizcaya. El fenómeno es más o menos patente en superficie. Diversos sondeos no han hecho sino confirmarlo. La Sierra se sitúa ya en la zona de inflexión de las direcciones centrales NO.-SE. a las E.-O. subpirenaicas (fig. 2).

En campo descriptivo (fig. 8), se trata de una escama de cobertera perfecta. El anticlinal encajado occidental de Ataún evoluciona hacia el Este a anticlinal volcado, en el que el flanco Sur cabalga rápidamente; el movimiento viene facilitado por un conjunto de fallas transversales anexas que facilitan el brusco desplazamiento. El flanco Norte, fuertemente invertido se conserva completo al Sur de Amézqueta-Bedayo acompañado a veces de un comienzo de escamas secundarias en el límite de la ruptura con el flanco normal ya cabalgante. A partir de aquí sólo este último será completo desde el Infralías y la acentuación del fenómeno sólo permite la persistencia de Lías y Urgoniano del flanco Norte en una doble escama de base del cabalgamiento sobre el Supraurgoniano; el conjunto forma el resalte topográfico de Aralar que domina el Valle de Betelu. Retazos de Urgoniano persistirán arrastrados por el frente móvil a la altura de Baraibar-Iribas, donde reposa sobre

el flysch Cretáceo superior. Finalmente, una serie de fracturas transversales desplazan hacia el Sur el trazado del frente; la tectonización de las unidades cabalgantes es mayor adquiriendo una curiosa disposición interna invertida (fig. 8); reaparece una escama frontal de caliza urgoniana y el conjunto comprime contra el diapiro de Yaben-Echalecu el sinclinal intermedio de doble flanco inverso. La escama anticlinal de Oderiz es un rasgo interno complementario de conjunto.

Las complicaciones del sector oriental tendrán una explicación sencilla. El cabalgamiento general tiene lugar en la zona de disminución de las potencias del Jurásico-Cretáceo basal hacia el Noroeste. En el extremo oriental, la potencia reducida da lugar a una mayor tectonización de detalle frente al mismo esfuerzo básico de plegamiento. Además, el antiguo umbral o zona marginal alta Noroeste, relativamente más rígida que las series de la escama por la influencia del zócalo más próximo, constituye un obstáculo; el cabalgamiento se «estrella» en él, la serie se invierte («anormalmente») y el conjunto se adapta mediante fracturas transversales.

El resto de las estructuras presentadas responden a la misma directriz general: escama de Lecumberri-Aldaz y anticlinal cabalgante de Huici. Como el inmediato e importante cabalgamiento septentrional de Leiza, corresponden a antiguas zonas altas con series reducidas donde la tectónica se marca con mayor intensidad.

Queda así dibujado un elemento representativo del Arco Cantábrico. Este, comprendido entre el anticlinal de fondo pirenaico y el bloque del Ebro que se hunde durante la fase orogénica no hace sino amoldarse al juego de las masas del zócalo mediante el despegue de base. Su dirección cambiante de adaptación no es, pues, válida para deducir las direcciones principales de comprensión «pirenaica». De un modo sencillo hay que suponerlas Norte-Sur por la directriz Este-Oeste del rígido anticlinal de fondo. Los cabalgamientos de cobertera, donde la serie es potente y relativamente independiente del zócalo, se realizan contra él. Ahora bien, numerosos ejemplos regionales muestran que en proximidad del basamento la cobertera reducida se adaptará ya a fracturas del zócalo normales o inversas sin una tectónica propia de cobertera. Ambos casos no son comparables.

3.—El papel de Urgoniano en la tectónica superficial

Gran parte de la estructura regional presenta en superficie un armazón urgoniano. La irregular distribución de las masas calizas condiciona la arquitectura visible. Las facies margosas supra-

urgonianas se amoldan plásticamente contra ellas. Un doble efecto puede originarse. Por un lado, la naturaleza «extrusiva», de las estructuras anticlinales, en las que existen grandes lentejones semi-construidos: Aralar, Aitzgorri..., por contraste de características mecánicas. Por otro lado, la pseudoestructura anticlinal a que pueden dar lugar por su geometría primaria no necesariamente coincidente con la actual estructura más profunda. Este hecho es importante y difícilmente resuelto por simple geología de superficie.

4.—Conclusión

La morfotectónica actual responde a la estructuración de las fases «pirenaicas», afectando a las potentes series del gran período de sedimentación comprendido entre el Jurásico y el Oligoceno. No obstante, las fases epirogénicas de estas épocas influyen en los rasgos actuales, condicionando el estilo local de plegamiento o cabalgamiento por contraste entre zonas de distinta «masa» de sedimentos.

La fase «pirenaica» principal se la considera del Oligoceno medio. Parte de las series son sometidas a metamorfismo regional en función de la carga litostática. Aparece esquistosidad en la Formación IV del Neocomiense-Aptense inferior y sobre todo en el Supraurgoniano del sinclinal de Villafraña. El Jurásico está fuertemente afectado por procesos de marmorización en la estructura de Leiza.

BIBLIOGRAFÍA

- CABRIT, J. P. (1969): *French take big risks find deep gas near Pyrenees*. «World Oil», March, 1969, pp. 71-78.
- CIRY, R. (1939): *Etude d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*. «Bull. Soc. Hist. Nat.», t. 74, Toulouse.
- (1951): *Observations sur le Crétacé de La Navarre espagnole au Nod Ouest de Pampelune*. «C. R. Ac. Sc.», t. 233, pp. 72-74, París.
- DAHM, H. (1966): *Der Jura und Wealden in Nordost Spanien*. «Beih. Geol. Jhrb.», vol. 44, pp. 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, pp. 2.306-2.308, París.
- ENPENA: *Abundante documentación interna sobre la Cuenca Cantábrica*.
- ENPENA (1964): *Estudio geológico de la región de Deva*. «Notas y Com. I. G. M. España», núm. 76, pp. 237-244, Madrid.
- FEULLÉE, P. (1966): *Le Cénomaniens des Pyrénées Basques aux Asturies*. «Mém. Soc. Geol. France», nouv. sér. número, 108. París.

- GÓMEZ DE LLARENA, J. (1954, 1956): *Observaciones geológicas en el flysch cretácico-nummulítico de Guipúzcoa*. «Monogr. Inst. Lucas Mallada», núm. 13 (1954) y núm. 15 (1956), Madrid.
- LAMARE, P. (1936): *Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne*. «Mém. Soc. Géol. France», nouv. sér., t. 12, núm. 27. París.
- RAMÍREZ DEL POZO, J. (1968): *Síntesis estratigráfica y micropaleontológica 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. Dipon, t. 18, Dijon.
- (1959): *L'extension vers l'Ouest du Crétacé supérieur à faciès basque*. In «Colloque sur le Crétacé supérieur en France», pp. 523-533. «84^e Congr. Soc. sav. Paris et Dépts.». Dijon.
- (1962): *Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la région de Santander (Espagne)*. «Bull. Soc. Géol. France» 7^e sér. t. IV, núm. 1, pp. 3-12, París.
- Ríos, J. M. (1954): *Bosquejo geológico de parte del país vasco-cantábrico. (De Laredo a Durango, Vitoria y La Barranta)*. «Pirineos» núms. 31-32.
- (1956): *El Sistema cretáceo en los Pirineos de España*. «Mem. I. G. M. España», t. 57, pp. 1-128. Madrid.
- RÍOS, J. M.; ALMELA, A. y GARRIDO, J. (1944-1946): *Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo navarro*. «Notas y Com. I. G. M. España», núm. 13 (1944), pp. 141-164; núm. 14 (1945), pp. 139-198; núm. 16 (1946), pp. 57-119. Madrid.
- SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE (1967): *Des Pyrénées aux Asturies Réunion extraordinaire*. «Compte rendu somm. des séances de la Soc. géol. France», fasc. 9 (1967), París.
- : *Troisième colloque de l'Association de Recherches sur les Techniques de forage et de production*. Pau 1968. Le réservoir dolomitique de Meillon (Bassin d'Aquitaine). Publ. I. F. P.
- Nota. — Una importante documentación interna de diversas Compañías de exploración petrolífera ha sido consultada: Centro de Documentación de «Auxini» Hidrocarburos.

Los foraminíferos de un yacimiento de peces al S.SE. de la Sierra de Columbares (Murcia, España)

por C. MARTINEZ DIAZ (*)

RESUMEN

En el presente trabajo se estudian los Foraminíferos de un pequeño corte (coordenadas $x = 2^{\circ} 41'$ y $y = 37^{\circ} 55'$), enviado por el geólogo C. Montenat, con el objeto de datar un yacimiento de Peces descubierto cerca de la Sierra de Columbares. Nuestras conclusiones fueron recogidas en la publicación de Arambourg y Montenat (1968).

Primeramente damos un corte esquemático, facilitado por C. Montenat, con la posición de las muestras estudiadas; a continuación unas tablas con todos los Foraminíferos que hemos determinado, viniendo seguidamente una breve descripción de las formas planctónicas y para concluir hacemos una serie de consideraciones y conclusiones respecto a la edad. Se adjuntan cuatro láminas con el dibujo de cada una de las especies planctónicas y las bentónicas más representativas.

ABSTRACT

The present work deals with the study of Foraminifers of a small section sent to us by the Geologist C. Montenat, in order to date an outcrop of fishes near Sierra Columbares.

Our conclusions have been reported by Arambourg and Montenat (1968).

Firstly, Montenat schematic section with the position of the studied samples is given here, then, the correspondent tables with all the species of Foraminifers which have been identified, followed by a short description of the planktonic forms and finally, remarks and conclusions regarding the age of the outcrop.

Four planches with drawings of the most representative planktonic and benthonic species are enclosed.

Globigerina apertura Cushman (Lám. II, fig. 2 a-c)

1918. *Globigerina apertura* Cushman. Some Miocene Foraminifera of the Coastal Plain of the United States. *U. S. Geol. Surv. Bull., D. C.*, núm. 676, pp. 39-98, Washington.

Atribuimos a esta especie formas con la última cámara muy desarrollada, abertura muy grande y en semicírculo, situada en la parte central de la zona umbilical y provista de un labio bien visible.

Es una especie muy citada en la literatura, encontrándose mencionada, entre otros, por los siguientes autores:

Takayanagi y Saito (1962), la citan desde la

(*) Ingeniero de Minas. E. N. ADARO de Investigaciones Mineras.

parte superior de su zona de *Globorotalia cultrata cultrata*, hasta su zona de *Sphaeroidinellopsis seminulina*.

Perconig (1967a), la encuentra desde el Tortoniense superior hasta el Plioceno inferior.

Crescenti (1966), la menciona desde su zona de *Orbulina universa* a su zona de *Globorotalia menardii*.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la encuentran desde su zona de *Globorotalia mayeri/Globorotalia lenguaensis*, hasta el Messiniense.

Blow (1959), la cita desde la parte superior de su zona de *Globorotalia menardii menardii/Globigerina nepenthes*, a su zona de *Sphaeroidinella seminulina*.

Jenkins (1967), la encuentra solamente en la parte inferior de su zona *Globorotalia inflata/Globorotalia pachyderma*.

Martínez (1969), la menciona desde su zona de *Globigerinoides obliquus/Globorotalia lenguaen-*

sis, hasta la parte más alta de su zona de *Globorotalia menardii miocenica*.

Globigerina bulloides d'Orbigny
(Lám. II, fig. 3 a-c)

1820. *Globigerina bulloides* d'Orbigny. Tableau methodique de la classe des Céphalopodes. *Ann. Sci Nat.*, Paris, France.

Se caracteriza por poseer un enrollamiento espiral bajo, cuatro cámaras globosas en la última vuelta y una abertura grande, en arco, sin labio.

Perconig (1967a), la cita desde el Tortonense superior hasta la parte baja del Plioceno inferior.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la encuentran desde su zona de *Globorotalia mayeri/Globorotalia linguaensis*, hasta el Messiniense.

Cita y P. Silva (1967), la citan desde su zona de *Globigerinoides trilobus/Globoquadrina dehiscens*, a su zona de *Globorotalia menardii/Globigerina nepenthes*.

Barbieri (1967), y Iaccarino (1967), la mencionan en el Plioceno inferior.

Blow (1959), la encuentra desde la parte media de su zona de *Globorotalia menardii menardii/Globigerina nepenthes*, a su zona de *Globigerina bulloides*.

Martínez (1969), la menciona desde su zona de *Globorotalia ventriosa/Globigerina nepenthes*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerina columbae Martínez
(Lám. II, fig. 11 a-c)

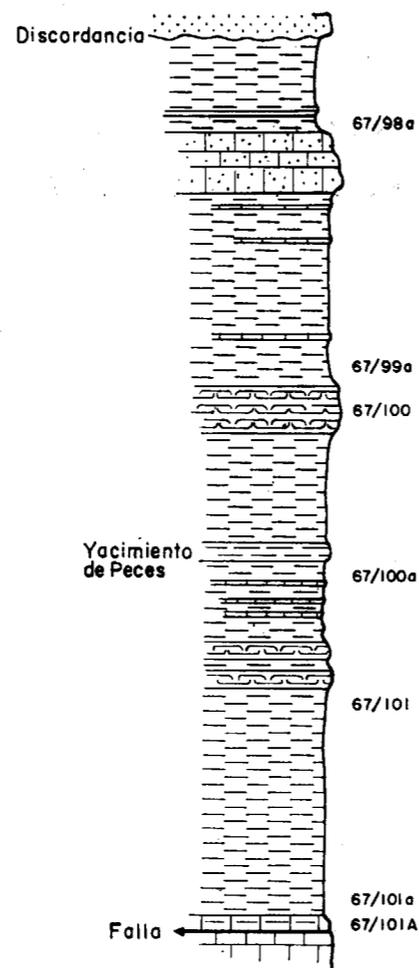
1970. *Globigerina columbae* Martínez. *Acta Geológica Hispánica*, año V, núm. 1.

Esta especie se caracteriza por sus cámaras globosas, formando cuatro la última vuelta y siendo la última de menor tamaño que la anterior y proyectada hacia la zona umbilical; el ombligo es pequeño y la boca se extiende a lo largo de la última cámara.

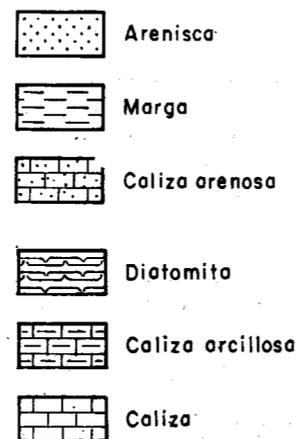
La especie ha sido encontrada por el autor en el Andalucense (Mioceno terminal).

Globigerina decoraperta Takayanagi y Saito
(Lám. II, fig. 5 a-c)

1962 *Globigerina decoraperta* Takayanagi y Saito. Planktonic Foraminifera from the Nobori formation, Shikoku, Japan. *Sc. Rep. Tohoku Univ.* II ser. (Geol.), Spec. vol. núm. 5.



LEYENDA



0 20 40m.

Nuestros ejemplares coinciden perfectamente con la figura dada por los autores, caracterizándose la especie por su gran boca en arco, provista de un grueso labio de posición interomarginal umbilical.

Perconig (1967a), la cita desde el Tortonense superior al Plioceno inferior.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la encuentran desde su zona de *Globorotalia mayeri/Globorotalia linguaensis*, hasta el Messiniense.

Martínez (1969), la cita desde su zona de *Globigerinoides obliquus/Globorotalia linguaensis*, hasta la mitad inferior de su zona de *Globorotalia menardii miocenica*.

Globigerina dutertrei d'Orbigny
(Lám. II, fig. 6 a-c)

1839. *Globigerina dutertrei* d'Orbigny. Histoire physique et naturelle de l'Ile de Cuba. En: Ramón de la Sagra.

Concha con la espira menos elevada que en *Globigerina eggeri*, con cámaras no tan esféricas y la abertura es más estrecha; la última cámara tiene mayor tamaño que la anterior, por lo que la sección ecuatorial es mucho menos circular que en *Globigerina eggeri*.

Bolli (1966), la cita desde su zona de *Globorotalia dutertrei/Globigerinoides obliquus extremus*, hasta su zona de probable equivalencia con la de *Globorotalia truncatulinoidea/Globorotalia inflata*.

Perconig (1967a), la encuentra a lo largo del Tortonense superior, Andalucense y Plioceno inferior.

Jenkins (1967), la menciona desde la parte media de su zona de *Globorotalia miotumida miotumida* a Reciente.

Martínez (1969), la cita desde su zona de *Globoquadrina altispira/Globorotalia miozea*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerina eggeri Rhumbler
(Lám. II, fig. 7 a-c)

1901. *Globigerina eggeri* Rhumbler. Nordisches Plankton. En Brandt.

Especie caracterizada por su elevada espira, adquiriendo una forma muy globosa; ombligo profundo y gran abertura.

Barbieri (1967), la menciona en el Plioceno inferior.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la citan desde la parte más alta de su zona de *Globorotalia mayeri/*

Globorotalia linguaensis, hasta la parte media de su zona de *Globorotalia menardii/Globigerina nepenthes*.

Martínez (1969), la encuentra desde su zona de *Globoquadrina altispira/Globorotalia miozea*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerina foliata Bolli
(Lám. II, fig. 8 a-c)

1957. *Globigerina foliata* Bolli. Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad, B. W. I. *United States National Museum*, Bull. 215.

Especie caracterizada por su baja espira, periferia ecuatorial fuertemente lobada, cámaras esféricas creciendo rápidamente de tamaño y abertura en bajo arco con un delgado labio.

El autor la cita desde su zona de *Catapsydrax dissimilis* a su zona de *Globorotalia menardii*.

Perconig (1967a), la encuentra desde el Tortonense superior a la parte media del Andalucense.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la mencionan desde su zona de *Globorotalia mayeri/Globorotalia linguaensis* hasta el Messiniense.

Blow (1959), la encuentra desde su zona de *Catapsydrax stainforthi* hasta la parte superior de su zona de *Sphaeroidinella seminulina*.

Martínez (1969), la cita desde su zona de *Globorotalia ventriosa/Globigerina nepenthes*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerina microstoma Cita, P. Silva y Rossi
(Lám. II, fig. 12 a-c)

1965. *Globigerina microstoma* Cita, P. Silva y Rossi. Foraminiferi planctonici del Tortoniano-tipo. *Riv. It. Pal.*, vol. 71, n.º 1.

Esta especie se caracteriza por el crecimiento lento y regular de las cámaras, abertura pequeña semicircular y ombligo muy pequeño.

Los autores la citan desde su zona de *Globorotalia mayeri/Globorotalia linguaensis*, hasta el Messiniense.

Iaccarino (1967), la encuentra en el Plioceno inferior.

Perconig (1967a), la cita desde el Tortonense superior al Plioceno inferior.

Martínez (1969), la encuentra desde la parte alta de su zona de *Globigerinoides obliquus/Globorotalia linguaensis*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerina quadrilatera Galloway y Wissler
(Lám. II, fig. 9 a-c)

1927. *Globigerina quadrilatera* Galloway y Wissler. Pleist. foram. from the Lomita Quarry, Palos Verdes Hills, California. *Jour. Pal. Menasha*, Wis., U. S. A., vol 1.

Especie caracterizada por tener una sección subcuadrada, creciendo las cámaras regularmente de tamaño excepto la última, que es menor que la anterior. La abertura se encuentra situada en la parte inferior de la última cámara, siendo interomarginal-umbilical.

Perconig (1967a), la cita en el Andaluciense y Plioceno inferior.

Martínez (1969), la encuentra desde la parte media de su zona de *Globorotalia menardii miocenica*, y en su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerina trilocularis d'Orbigny
(Lám. II, fig. 10 a-c)

1826. *Globigerina trilocularis* d'Orbigny. Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. *Ann. Sci. Nat.*, Paris, tome 7.

Esta especie se caracteriza por su forma subtriangular y por tener las cámaras esféricas pero no despegadas unas de otras; la abertura es pequeña y en forma de un arco bajo.

Crescenti (1966), la cita en su zona de *Orbulina universa*.

Perconig (1967a), la encuentra desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior.

Takayanagi y Saito (1962), la mencionan como común en el Plioceno y Pleistoceno.

Martínez (1969), la cita desde su zona de *Globorotalia ventriosa/Globigerina nepenthes*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerinita uvula (Ehrenberg)
(Lám. IV, fig 8)

1873. *Pyrodexia uvula* Ehrenberg. K. Akad. Wiss. Berlin, Abh., Jahrg. (Reproducido en Banner y Blow, 1960).

Forma muy pequeña, con espira trocooidal alargada, cámaras esféricas y abertura umbilical baja.

Esta especie se encuentra citada bajo diferentes denominaciones (*Globigerina bradyi*, *Globigerinoides minuta*...), desde el Aquitaniense a Reciente.

Globigerinoides bisphaericus Todd
(Lám. I, fig. 2 a-b)

1954. *Globigerinoides bisphaerica* Todd. *Amer. Jour. Sci.*, vol. 252.

Nuestros ejemplares coinciden, por su forma bisférica y caparazón no comprimido, con las figuras representadas por el autor.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), citan esta especie hasta la parte inferior de su zona de *Globorotalia mayeri*.

Crescenti (1966), la menciona desde su zona de *Globigerinita dissimilis* a su zona de *Globorotalia menardii*.

Barbieri (1967), la encuentra en el Plioceno inferior.

Perconig, comunicación personal, la ha hallado en el Andaluciense de Murcia.

Martínez (1969), la cita en su zona de *Globoquadrina altispira/Globorotalia miozea*.

Globigerinoides helicinus (d'Orbigny)
(Lám. III, fig. 4)

1826. *Globigerina helicina* d'Orbigny. Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. *Ann. Sci. Nat.*, Paris, tome 7.

Nuestros ejemplares coinciden perfectamente con la figura de esta especie representada por Perconig (1967a), el cual la encuentra en el Tortoniense superior y Andaluciense.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la citan en la parte superior de su zona de *Globorotalia menardii/Globigerina nepenthes* y en la base del Messiniense.

Barbieri y Iaccarino (1967), la encuentran en el Plioceno inferior.

Martínez (1969), la cita en la parte media y superior de su zona de *Globorotalia menardii miocenica*.

Globigerinoides irregularis Le Roy
(Lám. I, fig. 7 a-c)

1944. *Globigerinoides sacculiferus* var. *irregularis* Le Roy. Miocene Foraminifera from Sumatra and Java, Netherlands East Indies. *Colorado School Mines, Quart.*, Golden, Colo., vol. 39, núm. 3.

Se caracteriza por su contorno irregularmente lobado; la última cámara es de menor tamaño que la anterior y se encuentra proyectada hacia la zona umbilical. Su forma es irregular y posee cuatro

cámaras en la última vuelta, siendo sus aberturas secundarias de buen tamaño con respecto a la principal.

Crescenti (1966), la encuentra en todo el Mioceno.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la citan desde la parte superior de su zona de *Globorotalia mayeri/Globorotalia linguaensis*, hasta el Messiniense.

Martínez (1969), la menciona desde la parte alta de su zona de *Globorotalia ventriosa/Globigerina nepenthes*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerinoides obliquus Bolli
(Lám. I, fig. 3 a-c)

1957. *Globigerinoides obliqua* Bolli. Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Ciperó and Lengua Formations of Trinidad, B. W. I. *United States National Museum, Bull.* 215.

Esta especie se diferencia de la variedad *Globigerinoides obliquus amplus* Perconig, por tener la última cámara comprimida, ser de menor tamaño y poseer una boca menor.

Muchas de las especies clasificadas como *Globigerinoides obliquus*, pertenecen sin duda a la variedad anteriormente citada, cuya aparición es anterior. Por este motivo creemos que la distribución vertical dada por los distintos autores para esta especie, es más amplia que lo que en realidad debe ser.

Perconig (1967a), la cita desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior, y el mismo autor (1969), desde su zona de *Globigerinoides obliquus/Globorotalia linguaensis*, hasta su zona de *Globorotalia puncticulata*.

Jenkins (1967), la encuentra desde su zona de *Preorbulina glomerata curva* hasta la parte inferior de su zona de *Globorotalia inflata/Globorotalia pachyderma*.

Crescenti (1966), la menciona desde su zona de *Globigerinoides obliquus* hasta el Messiniense.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la encuentran desde la parte media de su zona de *Globorotalia mayeri/Globigerina nepenthes*, hasta el Messiniense.

Barbieri (1967) y Iaccarino (1967), la encuentran en el Plioceno inferior.

Martínez (1969), la cita desde la parte media de su zona de *Globorotalia menardii miocenica* hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerinoides obliquus amplus Perconig
(Lám. I, fig. 4 a-c)

1967. *Globigerinoides obliquus amplus* Perconig. Nuove specie di Foraminiferi planctonici della Sezione di Carmona (Andalusia, Spagna). *Comm. Medit. Neog. Strat.*, IV Session, Bologna.

Esta especie se caracteriza por el gran desarrollo de la última cámara, la cual no está comprimida; la abertura principal es muy grande y está rodeada por un labio bien visible, siendo la forma general de la concha muy globosa.

La especie está citada por su autor desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior.

Martínez (1969), la encuentra desde su zona de *Globorotalia ventriosa/Globigerina nepenthes*, a su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerinoides obliquus extremus Bolli
y Bermúdez
(Lám. I, fig. 6 a-c)

1966. *Globigerinoides obliquus extremus* Bolli. The Planktonic Foraminifera in Well Bodjonegoro-1 of Java. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, vol. 59, núm. 1.

Nuestros ejemplares se caracterizan por tener las cámaras de la última vuelta comprimidas de una manera lateral y por tener, sobre todo, la última de ellas una compresión mucho mayor y ser de tamaño muy reducido.

El autor la cita a partir de su zona de *Globorotalia dutertrei/Globigerinoides obliquus extremus*, hasta la base de su zona de posible equivalencia con la de *Globorotalia truncatulinoidea/Globorotalia inflata*.

Perconig (1969), la encuentra a partir de la parte superior de su zona de *Globorotalia menardii miocenica* hasta su zona de *Globorotalia puncticulata*.

Martínez (1969), la menciona en la parte superior de su zona de *Globorotalia menardii miocenica*.

Globigerinoides quadrilobatus Banner y Blow
(Lám. I, fig. 5 a-c y Lám. III, fig. 5 a-c)

1960. *Globigerinoides quadrilobatus* Banner y Blow. Some primary types of species belonging to the superfamily Globigerinaceae. *Contr. Cush. Foram. Res.*, vol. 11

Nuestros ejemplares se corresponden perfectamente con el lectotipo de Banner y Blow. Hemos clasificado y representado como *Globigerinoides* aff. *quadrilobatus*, unas formas en que la única diferencia apreciada es que su antepenúltima cámara está más despegada del caparazón.

Cita y P. Silva (1967), la encuentran desde la parte superior de su zona de *Globigerinoides trilobus*/*Globoquadrina dehiscens*, hasta la de *Globorotalia menardii*/*Globigerina nepenthes*.

Iaccarino (1967), la menciona en el Plioceno inferior.

Cita, P. Silva y Rossi (1965) la citan desde la parte superior de su zona de *Globorotalia mayeri*/*Globorotalia linguaensis*, hasta el Messiniense.

Perconig (1967a), la encuentra desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior.

Martínez (1969), la cita desde su zona de *Globoquadrina altispira*/*Globorotalia miozea*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerinoides ruber (d'Orbigny)
(Lám. III, fig. 3 a-c)

1839. *Globigerina rubra* d'Orbigny. Histoire physique et naturelle de l'Île de Cuba. En: Ramón de la Sagra.

Nuestros ejemplares se ajustan bastante a la descripción dada por el autor; sin embargo, la última cámara es mucho mayor, coincidiendo perfectamente con la figura de Cita, P. Silva y Rossi (1965), que la citan a partir de su zona de *Globorotalia menardii*/*Globigerina nepenthes* hasta el Messiniense. Crescenti (1966), la encuentra en su zona de *Globorotalia menardii*.

Bolli (1966), la menciona desde su zona de *Globigerinatella insueta* hasta la de *Globigerinoides ruber*, y desde la parte alta de su zona de *Globorotalia margaritae* hasta la de *Globorotalia truncatulinoides*/*Globorotalia inflata*.

Iaccarino (1967), la menciona en el Plioceno inferior.

Martínez (1969), la cita en su zona de *Globoquadrina altispira*/*Globorotalia miozea*.

Globigerinoides sacculifer (Brady)
(Lám. I, fig. 1 a-c y Lám. II, fig. 14 a-c)

1877. *Globigerina sacculifera* Brady. Supplementary note on the foraminifera of the Chalk (?) of the New Britain Group. *Geol. Mag. London*, vol. 4, núm. 2.

Según la descripción dada por el autor, la última cámara se alarga radialmente y su extremidad periférica es más o menos puntiaguda. Nosotros te-

nemos dos formas distintas, ambas con la última cámara alargada y que se diferencian entre sí por que la extremidad de dicha cámara es mucho más aguzada en una, mientras que en la otra es más redondeada.

Barbieri (1967), la encuentra en el Plioceno inferior.

Cita, P. Silva y Rossi (1965) la citan desde su zona de *Globorotalia mayeri*/*Globigerina nepenthes* hasta el Messiniense.

Jenkins (1967), la encuentra desde su zona de *Globorotalia miotumida miotumida* hasta la parte inferior de su zona de *Globorotalia inflata*/*Globorotalia pachyderma*.

Martínez (1969), la cita desde la parte media de su zona de *Globorotalia ventriosa*/*Globigerina nepenthes*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globigerinoides sacculifer subsacculifer
Cita, P. Silva y Rossi
(Lám. III, fig. 1 a-c)

1965. *Globigerinoides sacculifera subsacculifera*
Cita, P. Silva y Rossi. Foraminiferi planctonici del Tortoniano-tipo. *Riv. Ital. Paleont.*, v. 71, núm. 1.

Hemos clasificado dentro de esta subespecie, formas con la última cámara menos alargada que las de la especie y con la antepenúltima cámara más cerrada, no existiendo prácticamente ombligo.

Los autores la citan desde su zona de *Globorotalia linguaensis*, hasta el tercio superior de su zona de *Globorotalia menardii*/*Globigerina nepenthes*.

Cita y P. Silva (1967), la encuentran desde su zona de *Globigerinoides trilobus*/*Globoquadrina dehiscens*, hasta su zona de *Globorotalia menardii*/*Globigerina nepenthes*.

Globigerinoides tapiesi Perconig
(Lám. III, fig. 2 a-c y 10 a-c)

1967. *Globigerinoides tapiesi* Perconig. Nuova specie di Foraminiferi planctonici della Sezione di Carmona (Andalusia, Spagna). *Comm. Medit. Neog. Strat.*, IV Session, Bologna.

Se caracteriza por poseer cuatro cámaras en la última vuelta, la última de las cuales es mucho más pequeña; la boca es pequeña, en arco bajo y con un labio. Nuestros ejemplares son un poco más alargados y tienen la última cámara más pequeña que los figurados por Perconig.

Perconig (1967b), la cita desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior.

Martínez (1969), la encuentra desde la parte media de su zona de *Globorotalia menardii mioce-nica*, hasta la parte superior de dicha zona.

Globigerinoides trilobus (Reuss)
(Lám. II, fig. 13 a-c)

1850. *Globigerina triloba* Reuss. Neue Foraminiferen aus den Schichten des Österreichischen Tertärbeckens. *Akad. Wiss. Wien., Math.-Nat. Cl.*, Wien.

Esta especie se caracteriza por su abertura en forma de fisura y por la rapidez de crecimiento de sus cámaras, siendo la última de gran tamaño.

Esta especie está citada abundantemente en la bibliografía desde principio del Mioceno a Reciente.

Globoquadrina dehiscens (Chapman, Parr y Collins)
(Lám. IV, fig. 9 a-c)

1934. *Globorotalia dehiscens* Chapman, Parr y Collins. Tertiary Foraminifera of Victoria, Australia. *Linn. Soc. London, Jour. Zool.*, vol. 38, núm. 262.

Se caracteriza esta especie por su forma subcuadrada, por ser truncada y por el crecimiento muy rápido de las cámaras.

Blow (1959), la menciona desde su zona de *Catapsydrax stainforthi* hasta la parte baja de su zona de *Sphaeroidinella seminulina*.

Perconig (1967a), la encuentra en el Plioceno inferior.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la citan desde su zona de *Globorotalia mayeri*/*Globorotalia linguaensis*, hasta la parte media de su zona de *Globorotalia mayeri*/*Globigerina nepenthes*.

Martínez (1969), la menciona, irregularmente distribuida, desde su zona de *Globoquadrina altispira*/*Globorotalia miozea*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globorotalia acostaensis Blow
(Lám. III, fig. 9 a-c)

1959. *Globorotalia acostaensis* Blow. Age, correlation and biostratigraphy of the Upper Tocuyo (San Lorenzo) and Pozón formations, Eastern Falcón, Venezuela. *Bull. Amer. Pal.*, vol. 39, núm. 178.

Forma caracterizada por su abertura, que se extiende a lo largo de la última cámara, la cual cubre

completamente el ombligo. Existe un labio que rodea toda la abertura.

Perconig (1967a), la cita desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la encuentran desde su zona de *Globorotalia mayeri*/*Globigerina nepenthes* hasta el Messiniense.

Bolli (1966), la menciona en su zona de *Globorotalia acostaensis* y en la parte inferior de su zona de *Globorotalia dutertrei*/*Globigerinoides obliquus extremus*.

Martínez (1969), la cita desde su zona de *Globorotalia ventriosa*/*Globigerina nepenthes*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globorotalia apertura Pezzani
(Lám. IV, fig. 1 a-c)

1963. *Globorotalia apertura* Pezzani. Studio micropaleontologico di un campione della serie messiniana di Tabiano (Parma). *Riv. Ital. Pal. Strat.*, vol. 69, núm. 4.

Forma aproximadamente planoconvexa con el lado dorsal aplanado; sección ecuatorial subredondeada, boca grande extendiéndose desde la base de la última cámara al ombligo. La última cámara es más pequeña que la anterior y el ombligo está bien desarrollado.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la citan desde la parte más alta de su zona de *Globorotalia mayeri*/*Globigerina nepenthes*, hasta el Messiniense.

Iaccarino (1967), la encuentra en el Plioceno inferior.

Martínez (1969), la cita desde su zona de *Globoquadrina altispira*/*Globorotalia miozea*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globorotalia gavalae Perconig
(Lám. III, fig. 6 a-c)

1967. *Globorotalia gavalae*. Perconig. Nuove specie di Foraminiferi planctonici della Sezione di Carmona (Andalusia, Spagna). *IV Cong. Com. Strat. Neog. Medit.* Bologna.

Esta especie se caracteriza por tener cuatro cámaras en la última vuelta, periferia ecuatorial lobada y perfil axial redondeado; la abertura es grande y posee un fino reborde imperforado.

El autor la cita desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior.

Martínez (1969), la encuentra desde la parte alta de su zona de *Globorotalia ventriosa*/*Globigerina*

nepenthes hasta su zona de *Globorotalia menardii* miocenica.

Globorotalia incompta (Cifelli)
(Lám. IV, fig. 6 a-c)

1961. *Globigerina incompta* Cifelli. *Globigerina incompta*, a new species of pelagic Foraminifera from the North Atlantic. *Contr. Cush. Found. Foram. Res.*, vol. 12, pt. 3.

Se caracteriza por su forma subcuadrangular, cámaras infladas, abertura alargada en la base de la última cámara de posición umbilical-extraumbilical, provista de un labio.

El autor la ha encontrado en los mares actuales. Perconig (1967a), la cita desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la mencionan desde su zona de *Globorotalia mayeri/Globorotalia linguaensis* hasta el Messiniense.

Martínez (1969), la encuentra desde la parte media de su zona de *Globigerinoides obliquus/Globorotalia linguaensis* hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globorotalia lupeae Martínez
(Lám. III, fig. 8 a-c)

1970. *Globorotalia lupeae* Martínez. Tres nuevas especies de Foraminíferos en el Andalucense de la zona de Murcia. *Acta geológica Hispanica*, año V, núm. 1.

Se caracteriza por su espira baja, cámaras aumentando lentamente de tamaño formando cinco de ellas la última vuelta, periferia ecuatorial subcuadrada y la axial redondeada, el lado dorsal es ligeramente convexo y el ventral convexo; el ombligo es grande y la abertura alargada a lo largo de la última cámara, llegando a ser umbilical-extraumbilical.

Globorotalia menardii miocenica Palmer
(Lám. IV, fig. 11 a-c)

1945. *Globorotalia menardii* miocenica Palmer. Notes on the Foraminifera from Bowden, Jamaica. *Bull. Amer. Pal.*, vol. 29, núm. 115.

Forma muy típica caracterizada por tener su lado dorsal aplanado y el ventral fuertemente convexo; posee seis cámaras en la última vuelta, siendo la última de menor tamaño que la anterior.

El autor la cita en el techo del Mioceno medio o base del Mioceno superior.

Blow (1959), indica que formas de transición con *Globorotalia menardii*, las encuentra en la parte más superior de su zona de *Globorotalia menardii/Globigerina nepenthes*, y que formas típicas sólo las ha encontrado, raras, en su zona de *Sphaeroidinella seminulina*.

Perconig (1967a), la encuentra desde el Tortoniense superior a la parte más baja del Plioceno inferior.

Martínez (1969), la cita en su zona de *Globorotalia menardii* miocenica.

En la actualidad se sigue la tendencia de colocar esta especie como indicador de una Subzona inmediatamente encima de la subzona de *Globorotalia ventriosa/Globigerina nepenthes*, estando comprendidas estas dos Subzonas dentro de la Zona de *Globorotalia menardii*.

Globorotalia perconigi Martínez
(Lám. IV, fig. 10 a-c)

1970. *Globorotalia perconigi* Martínez. Tres nuevas especies de Foraminíferos en el Andalucense de la zona de Murcia. *Acta Geologica Hispanica*, año V, núm. 1.

Se caracteriza por su lado dorsal aplanado o ligeramente convexo y lado ventral fuertemente convexo, la última cámara es de mucho menor tamaño que la anterior, y no existe carena.

Globorotalia pseudopachyderma
Cita, P. Silva y Rossi
(Lám. IV, fig. 4 a-c)

1965. *Globorotalia pseudopachyderma* Cita, P. Silva y Rossi. Foraminiferi plantonici del Tortoniano-tipo. *Riv. Ital. Paleont.*, vol. 71, núm. 1.

En nuestro ejemplares se aprecian las diferencias por las que los autores separan esta especie de *Globorotalia acostaensis* Blow, aunque son de forma ligeramente más globosa.

Los autores la citan desde su zona de *Globorotalia mayeri/Globorotalia linguaensis*, hasta el Messiniense.

Barbieri (1967), la encuentra en el Plioceno inferior.

Perconig (1967a), la menciona desde el Tortoniense superior al Plioceno inferior.

Martínez (1969), la cita desde la parte media de su zona de *Globigerinoides obliquus/Globorota-*

lia linguaensis, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Globorotalia scitula (Brady)
(Lám. III, fig. 7 a-c)

1882. *Pulvinulina scitula* Brady. Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. *Challenger Exped 1873-1876 Rep.*, vol. 9.

Forma de tamaño medio, biconvexa, con cámaras reniformes, que coincide con la mayoría de las figuradas por los distintos autores.

Su distribución vertical es muy amplia, estando citada generalmente a partir de los primeros niveles del Mioceno.

Globorotalia scitula ventriosa Ogniben
(Lám. IV, fig. 7 a-c)

1958. *Globorotalia scitula ventriosa* Ogniben. Stratigrafia e microfauna del Terziario della zona di Caiazzo (Caserta). *Riv. Ital. Pal. Strat.*, vol. 54, núms. 2 y 3.

Especie caracterizada por su forma casi planoconvexa, por el notable crecimiento en la altura de la última cámara y por su gran tamaño.

Nuestros ejemplares tienen una forma más regular que los figurados por Ogniben.

El autor la atribuye una edad miocena.

Cita, P. Silva y Rossi (1965), la encuentran en la parte superior de su zona de *Globorotalia mayeri/Globigerina nepenthes*, y en la inferior de *Globorotalia menardii/Globigerina nepenthes*.

Martínez (1969), la cita en sus zonas de *Globorotalia menardii* miocenica y de *Globorotalia margaritae*.

Hastigerina pelagica (d'Orbigny)
(Lám. II, fig. 1 a-b)

1839. *Nonionina pelagica* d'Orbigny. Voyage dans l'Amerique Meridionale; Foraminifères. Strasbourg, vol. 5, pt. 5.

Atribuimos a esta especie unas formas que tienen la espira bastante desenvuelta y la última cámara muy desarrollada.

Perconig (1967a), la encuentra en el Andalucense y Plioceno inferior,

Martínez (1969), la menciona desde su zona de *Globorotalia ventriosa/Globigerina nepenthes*, hasta su zona de *Globorotalia margaritae*.

Hastigerina siphonifera (d'Orbigny)
(Lám. II, fig. 4 a-b)

1839. *Globigerina siphonifera* d'Orbigny. Histoire physique et naturelle de l'Île de Cuba. En: Ramón de la Sagra.

Referimos a esta especie unas formas que tienen un crecimiento gradual de sus cámaras.

Está citada, por casi todos los autores, desde el Mioceno inferior a Reciente.

Orbulina bilobata (d'Orbigny)
(Lám. IV, fig. 3)

1846. *Globigerina bilobata* d'Orbigny. Foraminifères Fossiles Bassin Tertiaire Viena.

Esta típica especie, que proviene del Vindoboniense de Viena, está citada a partir del Mioceno medio.

Orbulina suturalis Brönnimann
(Lám. IV, fig. 5)

1951. *Orbulina suturalis* Brönnimann. The genus *Orbulina* d'Orbigny in the Oligo-Miocene of Trinidad. *Contr. Cush. Found. Foram. Res.*, vol. 2, pt. 4.

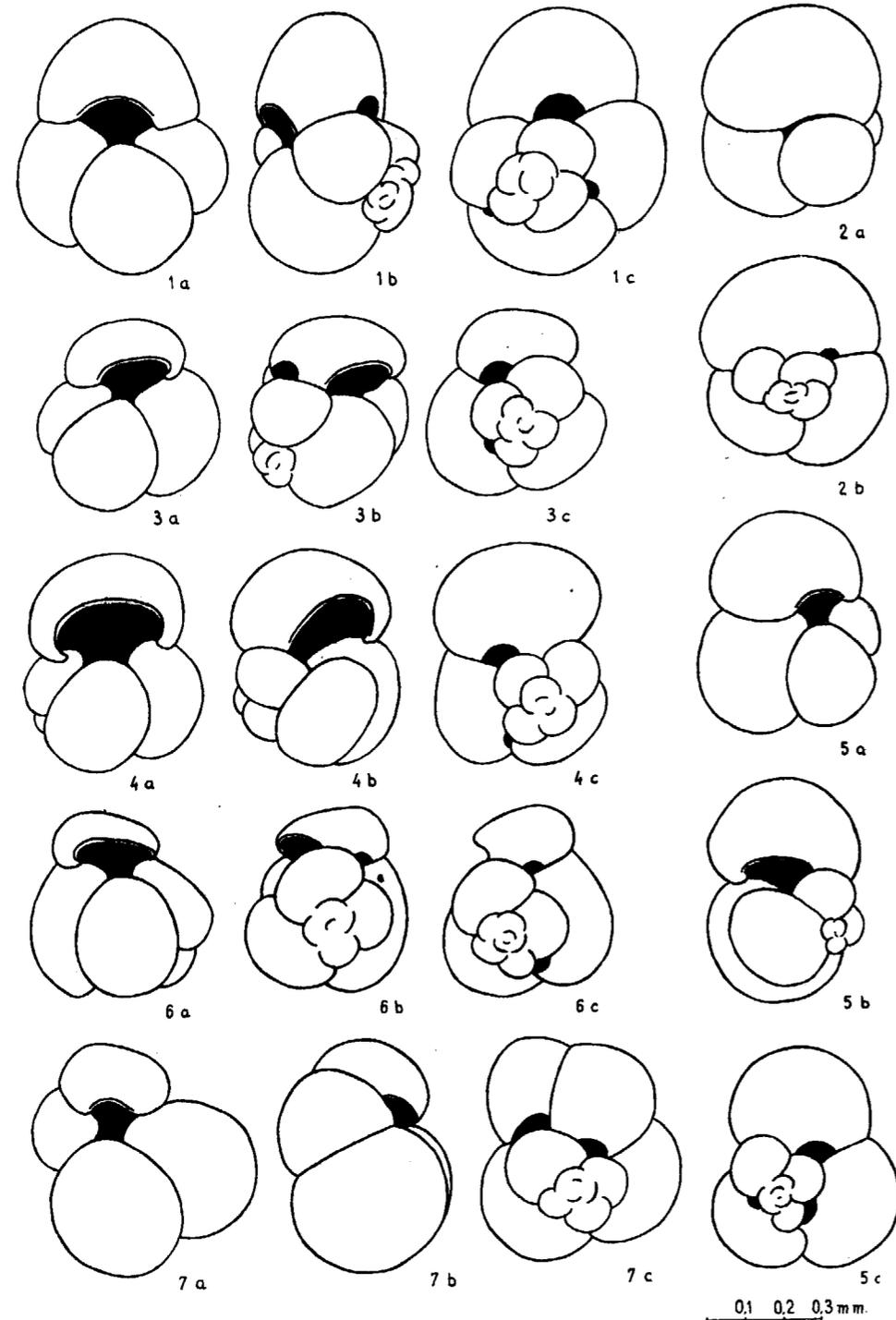
Esta especie se caracteriza por tener la última cámara recubriendo casi totalmente a las demás, de las que sólo son visibles las dos anteriores.

Con esta especie comienza la zona de *Orbulina*, s. l., acordada en Bolonia en 1968 por: Cati, Colalongo, Crescenti, d'Onofrio...

Orbulina universa d'Orbigny
(Lám. IV, fig. 2)

1839. *Orbulina universa* d'Orbigny. Histoire physique et naturelle de l'Île de Cuba. En: Ramón de la Sagra.

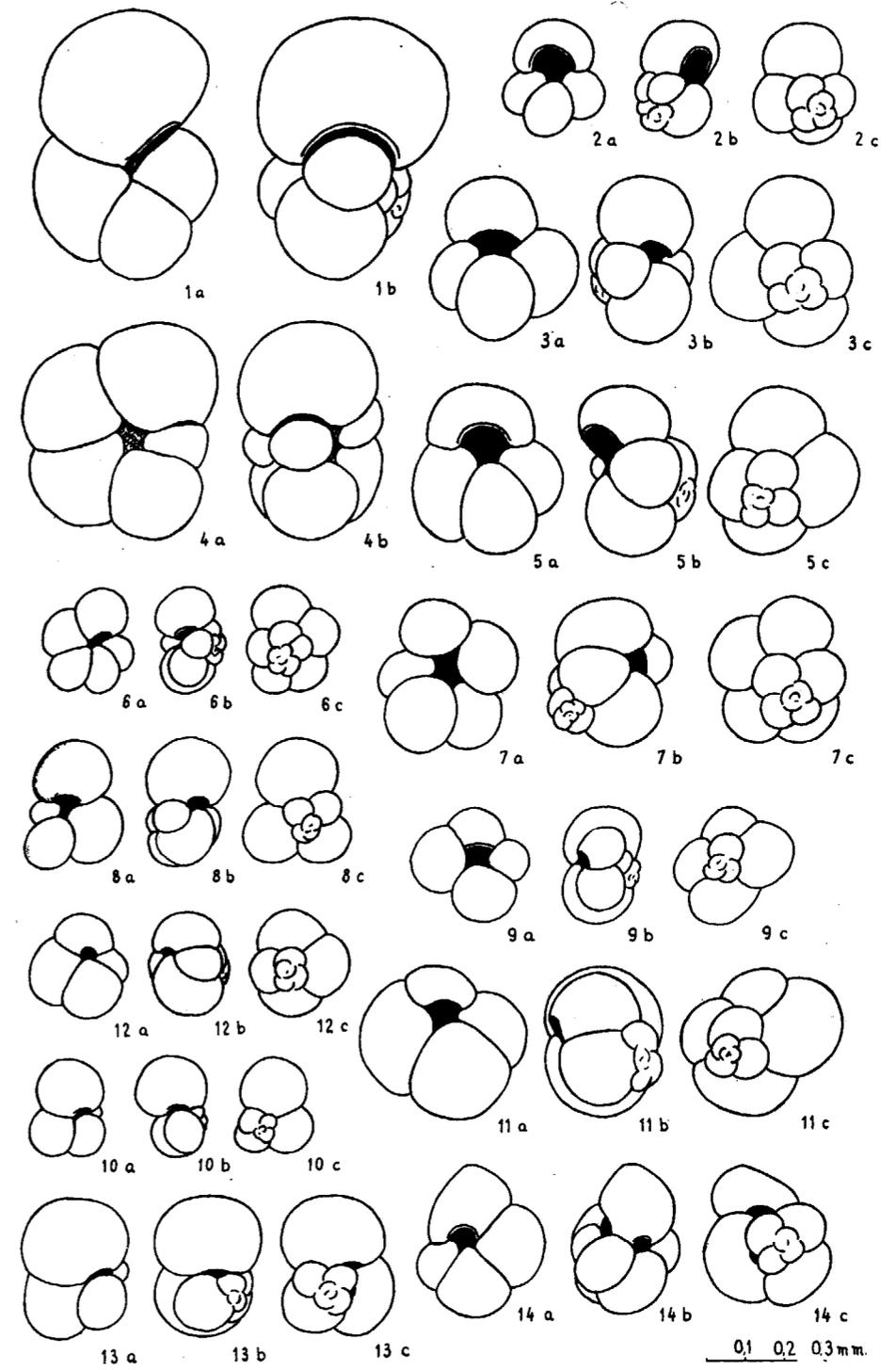
Especie citadísima por los distintos autores a partir del Mioceno medio,



LAMINA I

- Fig. 1. a-c.—*Globigerinoides sacculifer* (Brady).
- Fig. 2. a-b.—*Globigerinoides bisphaericus* Todd.
- Fig. 3. a-c.—*Globigerinoides obliquus* Bolli.
- Fig. 4. a-c.—*Globigerinoides obliquus amplius* Perconig.

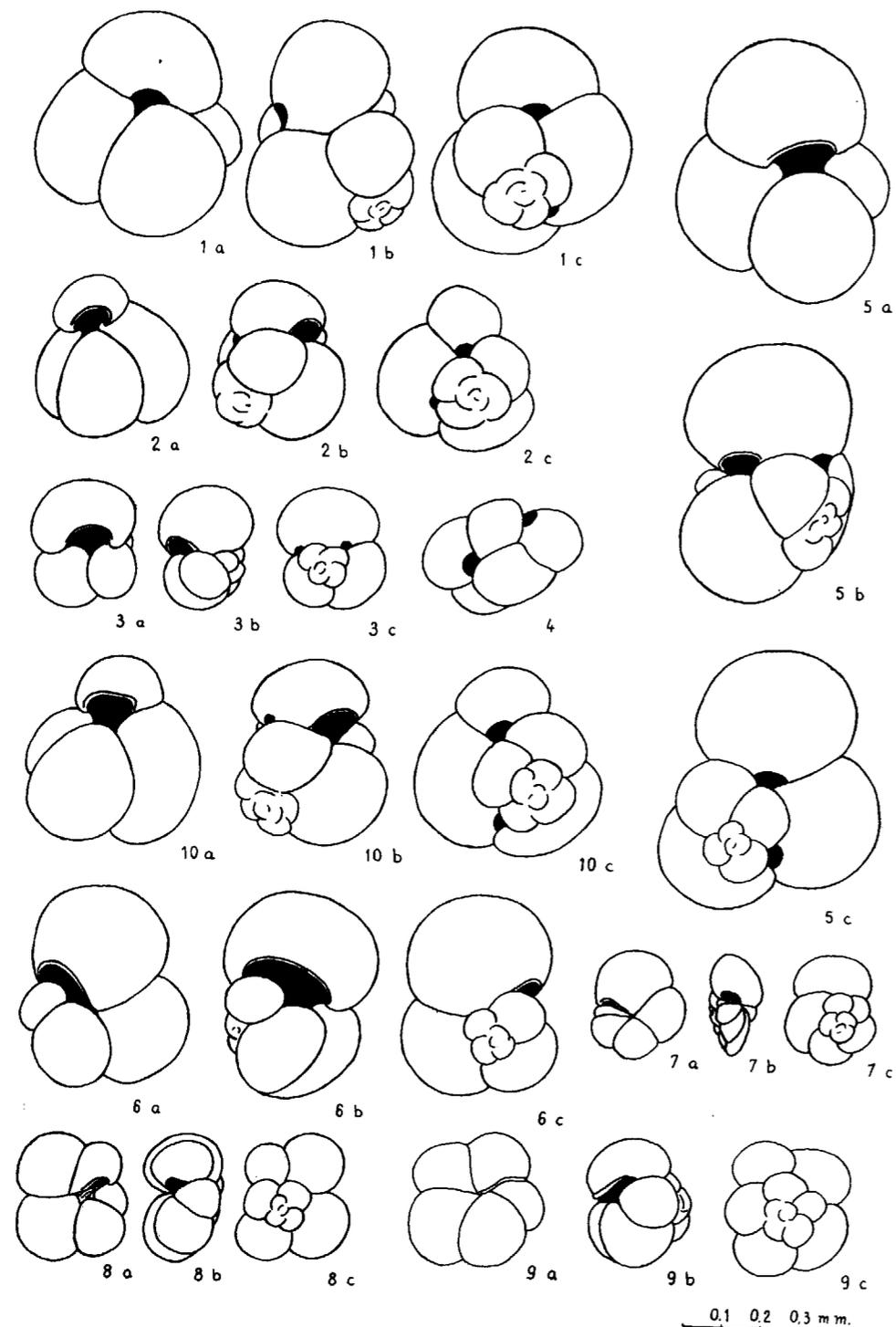
- Fig. 5. a-c.—*Globigerinoides quadrilobatus* Banner y Blow.
- Fig. 6. a-c.—*Globigerinoides obliquus extremus* Bolli y Bermúdez.
- Fig. 7. a-c.—*Globigerinoides irregularis* Le Roy.



LAMINA II

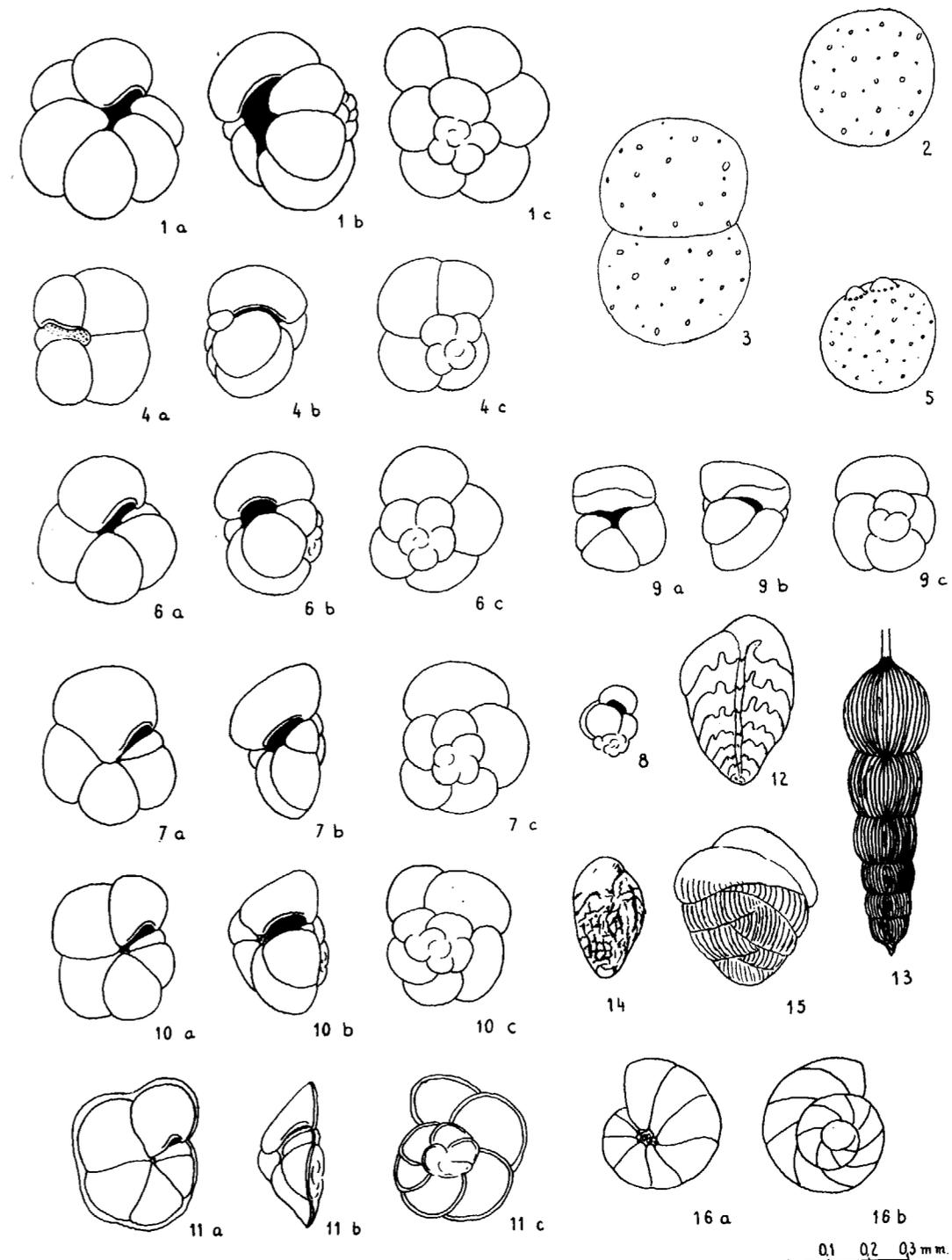
- Fig. 1. a-b.—*Hastigerina pelagica* (d'Orbigny).
- Fig. 2. a-c.—*Globigerina apertura* Cushman.
- Fig. 3. a-c.—*Globigerina bulloides* d'Orbigny.
- Fig. 4. a-c.—*Hastigerina siphonifera* (d'Orbigny).
- Fig. 5. a-c.—*Globigerina decoraperta* Takayanagi y Saito.
- Fig. 6. a-c.—*Globigerina dutertrei* d'Orbigny.
- Fig. 7. a-c.—*Globigerina eggeri* Rumbler.

- Fig. 8. a-c.—*Globigerina foliata* Bolli.
- Fig. 9. a-c.—*Globigerina quadrilatera* Galloway y Wissler.
- Fig. 10. a-c.—*Globigerina trilocularis* d'Orbigny.
- Fig. 11. a-c.—*Globigerina columbae* Martínez.
- Fig. 12. a-c.—*Globigerina microstoma* Cita, P. Silva y Rossi.
- Fig. 13. a-c.—*Globigerinoides trilobus* (Reuss).
- Fig. 14. a-c.—*Globigerinoides sacculifer* (Brady).



LAMINA III

- Fig. 1 a-c.—*Globigerinoides sacculifer subsacculifer* Cita, P. Silva y Rossi.
 Fig. 2 a-c.—*Globigerinoides tapiesi* Perconig.
 Fig. 3 a-c.—*Globigerinoides ruber* (d'Orbigny).
 Fig. 4.—*Gobigerinoides helcinus* (d'Orbigny).
 Fig. 5 a-c.—*Globigerinoides* aff. *quadrilobatus* Banner y Blow.
 Fig. 6 a-c.—*Globorotalia gazalae* Perconig.
 Fig. 7 a-c.—*Globorotalia scitula* (Brady).
 Fig. 8 a-c.—*Globorotalia lupeac* Martínez.
 Fig. 9 a-c.—*Globorotalia acostaensis* Blow.
 Fig. 10 a-c.—*Globigerinoides* aff. *tapiesi* Perconig.



LAMINA IV

- Fig. 1 a-c.—*Globorotalia apertura* Pezzyani.
 Fig. 2.—*Orbulina univcrsa* d'Orbigny.
 Fig. 2.—*Orbulina bilobata* (d'Orbigny).
 Fig. 4 a-c.—*Globorotalia pseudopachyderma* Cita, P. Silva y Rossi.
 Fig. 5.—*Orbulina suturalis* Brönnimann.
 Fig. 6 a-c.—*Globorotalia incompta* (Cifelli).
 Fig. 7 a-c.—*Globorotalia scitula ventriosa* Ogniben.
 Fig. 8.—*Globigerinita ucula* (Ehrenberg).
 Fig. 9 a-c.—*Globoquadrina deliscens* (Chapman, Parr y Collins).
 Fig. 10 a-c.—*Globorotalia perconigi* Martínez.
 Fig. 11 a-c.—*Globorotalia menardii miocenica* Palmer.
 Fig. 12.—*Bolivinaoides miocenicus* Gianotti.
 Fig. 13.—*Orthomorphina tenuicostata* (Costa).
 Fig. 14.—*Bolivina reticulata* Hantken.
 Fig. 15.—*Ehrenbergina alicantina* Colom.
 Fig. 16 a-b.—*Gyroidinoides longispira miocenica* (Tedeschi y Zanmatti).

Distribución estratigráfica	67/101 A	67/101 a	67/101	67/100 a	67/100	67/99 a	67/98 a
1. <i>Allomorphina trigona</i> Reuss	●		●				
2. <i>Ammobaculites</i> sp.	●						
3. <i>Anmonia beccarii inflata</i> (Seguenza)	●	●	●				
4. <i>Anomalinoidea helicina</i> (Costa)	●	●	●			●	
5. <i>Bolivina apenninica</i> Barbieri y Mosna	●	●	●			●	
6. <i>Bolivinoidea carinata</i> (d'Orbigny)	●	●	●				
7. <i>Cancris auriculus</i> (Fichtel y Moll)	●		●				
8. <i>Cancris oblongus</i> (d'Orbigny)	●	●				●	
9. <i>Chilostomella oolina</i> Schwager	●		●				
10. <i>Chrysalogonium obliquatum</i> (Batsch)	●						
11. <i>Cibicides lobatulus</i> Walker y Jacob	●						
12. <i>Cibicides refulgens</i> Montfort	●	●					
13. <i>Cibicoides pseudoungerianus</i> (Cushman)	●	●	●				●
14. <i>Cribrorobulina serpens</i> (Seguenza)	●					●	
15. <i>Cylindrocyclonina bradyi</i> (Cushman)	●		●				
16. <i>Elphidium crispum</i> (Linneo)	●	●				●	
17. <i>¿Eponides? haidingeri</i> (Brady)	●		●			●	
18. <i>Glandulina aequalis</i> Reuss	●					●	
19. <i>Globigerinoidea bisphaericus</i> Todd	●		●				
10. <i>Globigerinoidea irregularis</i> Le Roy	●		●				
21. <i>Globigerinoidea obliquus</i> Bolli	●	●	●	●			
22. <i>Globigerinoidea obliquus amplius</i> Perconig	●	●	●			●	
23. <i>Globigerinoidea obliquus extremus</i> Bolli y Bermúdez	●	●	●				
24. <i>Globigerinoidea quadrilobatus</i> Banner y Blow	●	●	●			●	
25. <i>Globigerinoidea sacculifer</i> (Brady)	●	●	●				●
26. <i>Globigerinoidea sacculifer subsacculifer</i> Cita, P. Silva y Rossi	●	●	●				
27. <i>Globobulimina calcarata</i> (Seguenza)	●						
28. <i>Globobulimina pyrula</i> (d'Orbigny)	●						
29. <i>Globorotalia gavalae</i> Perconig	●	●	●				
30. <i>Guttulina communis</i> (d'Orbigny)	●	●	●				
31. <i>Gyroidinoidea longispira miocenicus</i> (Tedeschi y Zanmatti)	●	●	●				
32. <i>Haplophragmoides deforme</i> Andreae	●						
33. <i>Hastigerina pelagica</i> d'Orbigny	●	●	●				
34. <i>Hastigerina siphonifera</i> (d'Orbigny)	●	●	●				
35. <i>Heterolepa praecincta</i> (Karrer)	●					●	
36. <i>¿Heterolepa? ungeriana</i> (d'Orbigny)	●					●	
37. <i>Lenticulina calcar</i> (Linneo)	●	●	●				
38. <i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	●	●	●			●	
39. <i>Lenticulina gibba</i> (d'Orbigny)	●	●	●			●	
40. <i>Lingulina multicostata</i> Costa	●		●				
41. <i>Marginulina aculeata</i> Neugeboren	●	●	●				
42. <i>Marginulina costata</i> (Batsch)	●	●	●				
43. <i>Marginulina costata coarctata</i> Silvestri	●		●				
44. <i>Marginulina glabra</i> d'Orbigny	●						
45. <i>Marginulina murex</i> (Batsch)	●						
46. <i>Marginulina cf. parallela</i> (Costa)	●						
47. <i>Marginulina sp.</i>	●						
48. <i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny)	●	●	●				
49. <i>Neoeponides schreibersii</i> (d'Orbigny)	●						
50. <i>Nodosaria raphanistrum</i> (Linneo)	●						
51. <i>Orbulina bilobata</i> (d'Orbigny)	●	●	●				
52. <i>Orbulina univversa</i> d'Orbigny	●	●	●			●	
53. <i>Planularia auris</i> (Defrance)	●					●	

Distribución estratigráfica	67/101 A	67/101 a	67/101	67/100 a	69/100	67/99 a	67/98 a
54. <i>Saracenaria arcuata</i> d'Orbigny	●						
55. <i>Sigmoilopsis celata</i> (Costa)	●	●	●				
56. <i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i> (Silvestri)	●	●	●				
57. <i>Sphaeroidina bulloides</i> d'Orbigny	●		●				
58. <i>Stilostomella fistuca</i> (Schwager)	●			●			
59. <i>Stilostomella vertebralis</i> (Batsch)	●			●			
60. <i>Textularia cf. pala</i> Czjzek	●	●					
61. <i>Textularia soldanii</i> Fornasini	●		●				
62. <i>Textularia subangulata</i> d'Orbigny	●						
63. <i>Vaginulina legumen margaritifera</i> (Batsch)	●	●					
64. <i>Vaginulinopsis inversa carinata</i> Silvestri	●						
65. <i>Vukulina pectinata</i> Hantken	●						
66. <i>Amphycorina scalaris</i> (Batsch)	●	●					
67. <i>Anomalinoidea pompilioides</i> Gall. y Hemin.	●	●	●				
68. <i>Bigenarina nodosaria</i> d'Orbigny	●		●				
69. <i>Bolivina antiqua</i> d'Orbigny	●			●	●		
70. <i>Bolivina dilatata</i> Reuss	●			●	●		
71. <i>Bolivina leonardii</i> Accordi y Selmi	●			●			
72. <i>Bolivina punctata</i> d'Orbigny	●			●			
73. <i>Bolivina reticulata</i> Hantken	●						●
74. <i>Bolivinoidea miocenicus</i> Gianott.	●						
75. <i>Brizalina beyrichi</i> Reuss	●						
76. <i>Bulimina buchiana calabra</i> Seguenza	●						
77. <i>Bulimina elongata lappa</i> Cushman y Parker	●						
78. <i>Bulimina elongata subulata</i> Cushman y Parker	●						
79. <i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny	●						
80. <i>Cassidulinoidea bradyi</i> (Norman)	●						
81. <i>Cibicidina boueana</i> (d'Orbigny)	●						●
82. <i>Dentalina communis</i> d'Orbigny	●						●
83. <i>Dimorphina tuberosa</i> d'Orbigny	●						
84. <i>Eggerella bradyi</i> (Cushman)	●						
85. <i>Ehrenbergina alicantina</i> Colom	●						
86. <i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	●				●	●	
87. <i>Elphidium complanatum</i> (d'Orbigny)	●						●
88. <i>Elphidium macellum</i> (Fichtel y Moll)	●						●
89. <i>Fissurina exculpta</i> (Brady)	●						
90. <i>Fissurina orbignyana</i> (Seguenza)	●						
91. <i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny	●						
92. <i>Globigerina columbae</i> Martínez	●						
93. <i>Globigerina decoraperta</i> Takayan. y Saito	●						
94. <i>Globigerina eggeri</i> Rhumbler	●						
95. <i>Globigerina foliata</i> Bolli	●				●		
96. <i>Globigerinoidea helicinus</i> (d'Orbigny)	●						
97. <i>Globigerinoidea ruber</i> (d'Orbigny)	●						
98. <i>Globigerinoidea tapiesi</i> Perconig	●						
99. <i>Globigerinoidea trilobus</i> (Reuss)	●						
100. <i>Globobulimina affinis</i> (d'Orbigny)	●						
101. <i>Globorotalia acostaensis</i> Blow	●						
102. <i>Globorotalia apertura</i> Pezzani	●						
103. <i>Globorotalia lupeae</i> Martínez	●						
104. <i>Globorotalia perconigi</i> Martínez	●						
105. <i>Globorotalia pseudopachyderma</i> Cita, P. Silva y Rossi	●						
106. <i>Globorotalia scitula ventriosa</i> Ogniben	●						

Distribución estratigráfica	Distribución estratigráfica						
	67/101 A	67/101 a	67/101	67/100 a	67/100	67/99 a	67/98 a
107. <i>Globulina gibba tuberculata</i> d'Orbigny	●	●	●				
108. <i>Gyroidinoides umbonatus</i> (Silvestri)	●	●	●				
109. <i>Karrerella bradyi</i> (Cushman)	●	●	●				
110. <i>Lagena hexagona</i> (Williamson)	●	●	●				
111. <i>Lagena semistriata</i> (Williamson)	●	●	●				
112. <i>Lenticulina peregrina</i> (Schwager)	●	●	●				
113. <i>Marginulina hirsuta</i> d'Orbigny	●	●	●				
114. <i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel y Moll)	●	●	●				
115. <i>Melonis soldanii</i> (d'Orbigny)	●	●	●				
116. <i>Neoconorbina orbicularis</i> (Terquem)	●	●	●	●	●	●	●
118. <i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss)	●	●	●	●	●	●	●
119. <i>Orthomorphina proxima</i> (Silvestri)	●	●	●	●	●	●	●
120. <i>Orthomorphina tenuicostata</i> (Costa)	●	●	●	●	●	●	●
121. <i>Planorbulina mediterranea</i> d'Orbigny	●	●	●	●	●	●	●
122. <i>Planulina ariminensis</i> (d'Orbigny)	●	●	●	●	●	●	●
123. <i>Praeglobobulina pupoides</i> (d'Orbigny)	●	●	●	●	●	●	●
124. <i>Pullenia quinqueloba</i> (Reuss)	●	●	●	●	●	●	●
125. <i>Reussella spinulosa</i> (Reuss)	●	●	●	●	●	●	●
126. <i>Rosalinaglobularis</i> (d'Orbigny)	●	●	●	●	●	●	●
127. <i>Saracenaria italica</i> Defrance	●	●	●	●	●	●	●
128. <i>Saracenaria latifrons</i> Brady	●	●	●	●	●	●	●
129. <i>Siphonina planoconvexa</i> (Silvestri)	●	●	●	●	●	●	●
130. <i>Spirosigmoilina tenuis</i> (Czjzek)	●	●	●	●	●	●	●
131. <i>Textularia laevigata</i> d'Orbigny	●	●	●	●	●	●	●
132. <i>Uvigerina bononiensis</i> Fornasini	●	●	●	●	●	●	●
133. <i>Uvigerina peregrina</i> Cushman	●	●	●	●	●	●	●
134. <i>Uvigerina proboscidea</i> Schwager	●	●	●	●	●	●	●
135. <i>Uvigerina pygmaea</i> d'Orbigny	●	●	●	●	●	●	●
136. <i>Astrononion stelligerum</i> (d'Orbigny)	●	●	●	●	●	●	●
137. <i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen y Earland	●	●	●	●	●	●	●
138. <i>Cassidulina laevigata carinata</i> Silvestri	●	●	●	●	●	●	●
139. <i>Chilostomella ovoidea</i> (Reuss)	●	●	●	●	●	●	●
140. <i>Fissurina marginata</i> (Walker y Jac., no Montagu)	●	●	●	●	●	●	●
141. <i>Florilus boueanus</i> (d'Orbigny)	●	●	●	●	●	●	●
142. <i>Glandulina laevigata</i> d'Orbigny	●	●	●	●	●	●	●
143. <i>Globigerina apertura</i> Cushman	●	●	●	●	●	●	●
144. <i>Globigerina dutertrei</i> d'Orbigny	●	●	●	●	●	●	●
145. <i>Globigerina microstoma</i> Cita, P. Silva y Rossi	●	●	●	●	●	●	●
146. <i>Globigerina quadrilatera</i> Gall. y Wissl	●	●	●	●	●	●	●
147. <i>Globigerina trilocularis</i> d'Orbigny	●	●	●	●	●	●	●
148. <i>Globocassidulina oblonga</i> (Reuss)	●	●	●	●	●	●	●
149. <i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)	●	●	●	●	●	●	●
150. <i>Globorotalia incompta</i> (Cifelli)	●	●	●	●	●	●	●
151. <i>Globorotalia menardii miocenica</i> Palmer	●	●	●	●	●	●	●
152. <i>Globorotalia scitula</i> (Brady)	●	●	●	●	●	●	●
153. <i>Gyroidinoides aff. longispira</i> Tedeschi y Zanmatti	●	●	●	●	●	●	●
154. <i>Lagena striata</i> (d'Orbigny)	●	●	●	●	●	●	●
155. <i>Lenticulina angulata-carinata</i> (Rzehak)	●	●	●	●	●	●	●
156. <i>Lenticulina cassis</i> (Fichtel y Moll)	●	●	●	●	●	●	●
157. <i>Lenticulina curvisepta</i> (Seguenza)	●	●	●	●	●	●	●
158. <i>Lenticulina echinata laevis</i> (Seguenza)	●	●	●	●	●	●	●
159. <i>Lenticulina orbicularis</i> (d'Orbigny)	●	●	●	●	●	●	●

Distribución estratigráfica	Distribución estratigráfica						
	67/101 A	67/101 a	67/101	67/100 a	67/100	67/99 a	67/98 a
100. <i>Lenticulina stellifera</i> (Czjzek)			●				
101. <i>Lenticulina vortex</i> (Fichtel y Moll)			●				
102. <i>Marginulina nana</i> (Costa)			●				
103. <i>Nodosaria pentecostata</i> Costa			●				
104. <i>Orthomorphina cf. bassanii</i> (Fornasini)			●				
105. <i>Orthomorphina ludwigi</i> (Reuss)			●				
106. <i>Planulina wüllerstorfi</i> (Schwager)			●				
107. <i>Plectofrondicularia inaequalis</i> (Costa)			●				
108. <i>Pullenia quadriloba</i> Reuss			●				
109. <i>Rectuvigerina siphogenerinoides</i> (Lipparini)			●				
110. <i>Siphotextularia concava jugosa</i> (Silvestri)			●				
111. <i>Stilostomella monilis</i> (Silvestri)			●				
112. <i>Stilostomella verneuilli</i> (d'Orbigny)			●				
113. <i>Trifarina bradyi</i> Cushman			●				
114. <i>Uvigerina striatissima</i> Perconig			●				
115. <i>Vaginulina cf. striata</i> d'Orbigny			●				
116. <i>Valvulineria bradyana</i> (Fornasini)			●				
117. <i>Ammonia beccarii</i> (Linneo)			●				
118. <i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny			●				
119. <i>Elphidium macellum aculeatum</i> Cushman			●				
120. <i>Heterolepa mexicana dertonensis</i> (Ruscelli)			●				
121. <i>Globigerinita uzula</i> (Ehrenberg)			●				
122. <i>Bulimina fusiformis</i> Williamson			●				
123. <i>Fursenkoina schreibersiana</i> (Czjzek)			●				
124. <i>Protelphidium granosum</i> (d'Orbigny)			●				
125. <i>Globoquadrina dehiscens</i> (Chapman, Parr y Collins)			●				
Foraminíferos resedimentados del Cretáceo y Eoceno					●		●

DATACIÓN CRONOLÓGICA

De las especies planctónicas descritas, merece especial atención *Globigerinoides obliquus extremus* Bolli y Bermúdez. Esta especie sirve a sus autores para indicar el comienzo del Mioceno superior, y hemos de hacer notar que no ha sido citada, hasta ahora, en el Tortoniense ni en terrenos más antiguos.

Entre las formas bentónicas, *Bolivina apenninica* Barbieri y Mosna, sólo ha sido citada en el Plioceno y *Orthomorphina tenuicostata* (Costa), lo ha sido a partir del Messiniense.

Otras especies bentónicas como *Bolivina reticulata* Hantken, *Bolivina miocenica* Gianotti, *Ehrenbergina alicantina* Colom y *Gyroidinoides longispira miocenica* Tedeschi y Zanmatti, no han sido citadas en el Plioceno.

Este conjunto microfouístico, con formas típicamente miocenas y otras que hasta ahora sólo han sido citadas en el Plioceno, es característico del nuevo piso Andaluciense, cuya base coincide con

la aparición, casi simultánea, de *Globigerinoides obliquus extremus* y *Orthomorphina tenuicostata*.

BIBLIOGRAFÍA

ARAMBOURG, C., y MONTENAT, C. (1968). *Le gisement de Poissons fossiles du Miocène supérieur de Columbares (Province de Murcia, Espagne)*. «C. R. Acad. Sc. Paris», tomo 266.

BARBIERI F. (1967). *The Foraminifera in the Pliocene section Vernasca-Castell'Arquato including the "Piacenzian stratotype" (Piacenza Province)*. «Mem. Soc. Ital. Sc. Nat. e Mus. Civ. Stor. Nat.», Milano, vol. XV, fasc. III.

ELOW W. H. (1959). *Age, correlation, and biostratigraphy of the Upper Tocuyo (San Lorenzo) and Pozón Formations, Eastern Falcón, Venezuela*. «Bull. Amer. Paleont.», vol. 39, núm. 178.

BOLLI, H. M. (1957). *Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad, B. W. I.* «Unit. Stat. Nat. Mus.», Bull. 215.

— (1966). *The Planktonic Foraminifera in Well Bodjonegoro-1 of Java*. «Ecl. Geol. Helvet.», vol. 59, núm. 1.

- BOLLI H. M., y FERMÚDEZ, P. J. (1965). *Zonation based on planktonic foraminifera of Middle Miocene to Pliocene warm-water sediments.* «Bol. Inf. Asoc. Ven. Geol. Min. y Petr.», vol. 8, núm. 5.
- CIFELLI, R. (1961). *Globigerina incompta a new species of pelagic Foraminifera from North Atlantic.* «Cont. Cush. For. Res.», vol. XII, part. 3.
- CITA, M. B., y PREMOLI SILVA, I. (1967). *Evoluzione delle faune planctoniche nell'intervallo stratigrafico compreso fra il Langhiano-tipo ed il Tortoniano-tipo e zonazione del Miocene Piemontese.* «IV Cong. Com. Strat. Neog. Medit.», Bolonia.
- CITA, M. B.; PREMOLI SILVA, I., y ROSSI, R. (1965). *Foraminiferi planctonici del Tortoniano-tipo.* «Riv. Ital. Paleont.», vol. 71, núm. 1.
- CRESCENTI, U. (1966). *Sulla biostratigrafia del Miocene affiorante al confine marchigiano-abruzzese.* «Geol. Rom.», vol. V.
- IACCARINO, S. (1967). *Les Foraminifères du stratotype du Tabianien (Pliocène inférieur) de Tabiano Bagni (Parma).* «IV Cong. Com. Strat. Neog. Medit.», Bolonia.
- JENKINS, G. (1967). *Planktonic Foraminiferal Zones and New Taxa from the Lower Miocene to the Pleistocene of the New Zealand.* «New Zeland Jour. Geol. and Geophy.», vol. 10, núm. 4.
- MARTÍNEZ, C. (1969). *Estudio micropaleontológico de cuatro cortes del Mioceno de Murcia (España).* «Revista Española Micropaleont.», vol. 1, núm. 2.
- (1969a). *Tres nuevas especies de Foraminíferos en el Andalucense de la zona de Murcia.* «Acta Geológica Hispánica», año V, núm. 1.
- OGNIBEN, L. (1958). *Stratigrafia e microfauna del Terziario della zona di Caizzo (Caserta).* «Riv. Ital. Pal. Strat.», vol. 54, núms. 2 y 3.
- PERCONIG, E. (1967a). *Biostratigrafia della Sezione di Carmona (Andalusia, Spagna) in base ai Foraminiferi planctonici.* «IV Cong. Com. Strat. Neog. Medit.», Bolonia.
- (1967b). *Nuove specie di Foraminiferi planctonici della Sezione di Carmona (Andalusia, Spagna).* «IV Cong. Com. Strat. Neog. Medit.», Bolonia.
- (1969). *Evolución de los Globigerinoides en Andalucía.* «Revista Española Micropaleont.», vol. 1, núm. 1.
- TAKAYANAGI, Y. y SAITO, T. (1962). *Planktonic Foraminifera from the Nobori Formation, Shikoku, Japan.* «Sc. Rep. Tohoku Univ. Sendai», sp. vol. núm. 5.

Recibido: 9-III-71.

Incidencia de los precios en la minería del estaño: posibles modos de actuación

por E. FERNANDEZ-MARINA (*) y A. QUESADA GARCIA (**)

RESUMEN

Se estudia la situación anormal existente en nuestra Patria entre recursos, producción y consumo de minerales de estaño, analizándose la incidencia que tiene en esta situación los precios del mineral.

A continuación y brevemente se exponen los sistemas más comunes de regulación de precios y se aconseja uno de posible implantación en la minería del estaño con mínima intervención estatal.

1. INTRODUCCIÓN

Al igual que ocurre con buena parte de nuestra producción minera, en la minería del estaño destaca, como característica más sobresaliente, la absoluta discordancia que se registra entre los términos de la relación: recursos-producción-consumo.

En efecto, mientras se estima que las reservas permiten, en un régimen ordenado de explotación, una producción anual de 7.530 toneladas de concentrados, la producción en 1970 fue del orden de las 700, mientras el consumo aparente se situaba en las 6.150.

Aún concediendo un margen de duda a la bondad de los anteriores datos, la disparidad existente entre posibilidades y producción y la que se observa entre producción y consumo es tan amplia que justifica el apoyo a cualquier esfuerzo tendente a mitigarla.

La justifica tanto más por cuanto el deficiente aprovechamiento de los recursos naturales supone una carga para la balanza comercial del país, que se acentúa año tras año y que ya se aproxima a los en libras por tonelada larga (1016 kg.).

Ambos hechos, la deficiencia en el aprovecha-

(*) Licenciado en Ciencias Económicas. Ministerio de Industria.

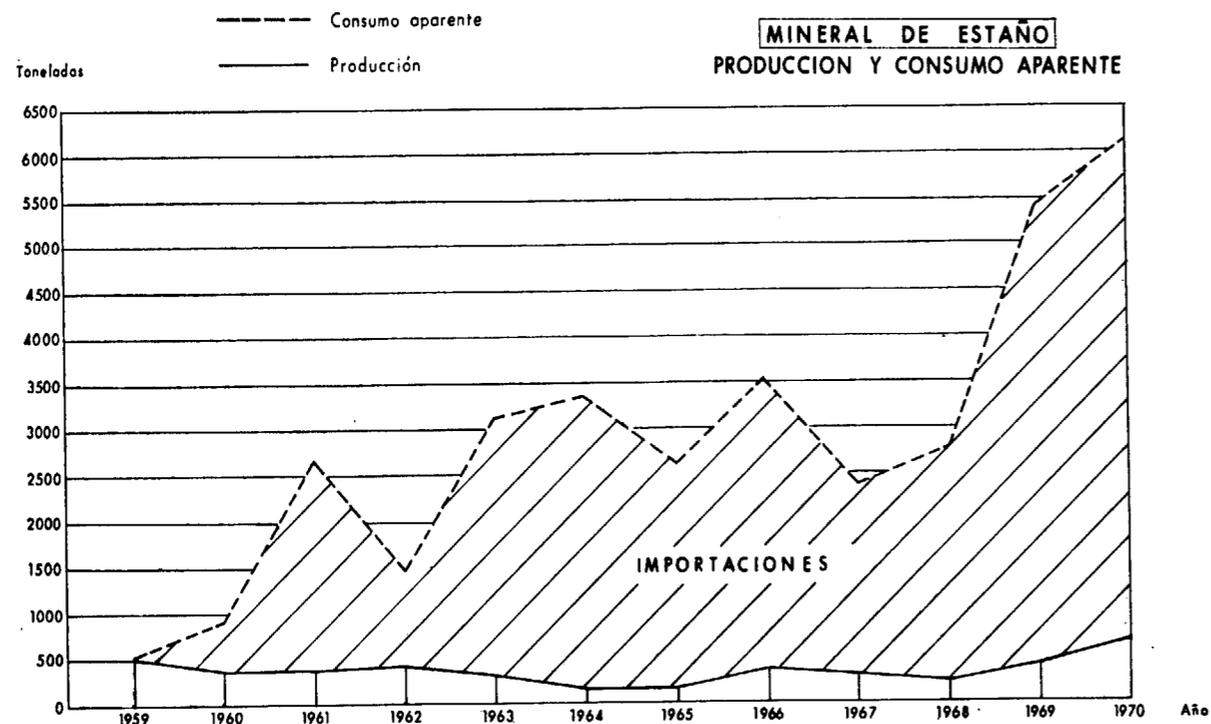
(**) Doctor Ingeniero de Minas. Jefe de la División de Minera del IGME.

miento y su coste se reflejan, respectivamente, en las cifras de producción y de importaciones de mineral que, en el decenio, han evolucionado en la siguiente forma:

MINERAL DE ESTAÑO

Año	Producción (Tm.)	Importaciones	
		Cantidad (Tm.)	Valor (millones ptas.)
1959	523	20	0,09
1960	348	568	45,51
1961	384	2.305	198,73
1962	431	1.058	93,56
1963	297	2.824	236,04
1964	149	3.218	437,38
1965	188	2.436	394,86
1966	375	3.143	445,58
1967	291	2.099	266,64
1968	233	2.542	376,38
1969	414	5.028	736,29
1970	700	5.450	885,95

Fuente: Estadística Minera y Dirección General de Aduanas



Realmente resulta preocupante la situación que refleja el cuadro anterior, que indica que, en los últimos doce años, mientras la producción apenas alcanzó las 4.000 toneladas, las importaciones rozaron las 31.000, con un coste en divisas de más de 4.000 millones de pesetas, tendiendo a aumentar con rapidez.

Y resulta preocupante porque la evaluación de las posibilidades de producción en base a las reservas existentes, nos dice que nuestro país puede colocarse, como mínimo, en una situación de autosuficiencia. Lo que equivale a reconocer que la carga que significa el coste de las importaciones se ha estado soportando inútilmente en estos años, porque un aprovechamiento adecuado de los recursos del país podría haberla dejado reducida a cero.

Por desgracia, no es éste el único recurso mineral que se halla en semejante situación, como puede comprobarse tras una ojeada al Plan Nacional de la Minería.

2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

El objeto de haber elegido el mineral de estaño no siendo el único ni siquiera el más importante, obedece a que reúne una serie de características que lo hacen el más idóneo para ensayar determinadas actuaciones que, con el apoyo de la Administración, sean susceptibles de contribuir a la ordenación del sector.

Entre dichas características pueden destacarse las siguientes:

1. Precios

Se trata de un mineral caro y, por tanto, los aumentos de producción aunque sean modestos repercuten sensiblemente en la aportación de la minería al Producto Industrial y disminuyen, también en forma apreciable, el coste del déficit de productos minerales.

2. Paragénesis

El mineral se halla asociado a otras sustancias (Wolframio, la más importante, pero también arsénico, bismuto, litio, tantalita, berilio, etc.), de modo que vitalizar la producción de estaño supone, indirectamente lograr una mayor producción de otras materias interesantes.

3. Situación y número de yacimientos

Se trata de unos recursos muy localizados (En La Coruña, Orense, Salamanca, Zamora, Cáceres y Córdoba, principalmente, y con menos importancia, en Badajoz, Lugo, Pontevedra, Jaén, Sevilla, Gerona, y región de Cartagena). Con escaso número de minas (16 según la Estadística Mi-

nera en marzo de 1971; una decena escasa de entre los interesantes en actividad). Este número limitado facilita el control de cualquier acción.

4. Metalurgia adecuada y suficiente

Existe una capacidad de fundición suficiente (unas 10.000 toneladas en la actualidad con planes para llegar, a corto plazo, a las 15.700).

5. Minería especulativa, en general

Sobre él se han practicado y se practican toda suerte de acciones especulativas ensayadas sobre el régimen de concesiones, régimen laboral, régimen de comercialización, que han dañado y son susceptibles de llegar a destruir esta fuente de riqueza.

6. Irregularidad en la producción

Se trata de una de las producciones más irregulares que se aprovechan más o menos intensamente no en función de la demanda, que es elevada y crece con regularidad, sino en función de las expectativas de un beneficio máximo. De modo que el logro de la regularidad en la producción ya supondría un avance.

7. Explotación inadecuada

El insuficiente aprovechamiento que la iniciativa privada hace de esta fuente de recursos y las dudosas perspectivas de mejora que en tal comportamiento se advierten, justificarían una intervención estatal mucho más incisiva incluso que las medidas indirectas que se proponen.

8. Problemática compleja

Sus problemas son variados y graves. El Plan Nacional de la Minería los ha enumerado y, en síntesis, son los siguientes:

- En general, la investigación de los criaderos ha sido escasa. No se conocen apenas sus posibilidades y reservas.
- La labor de explotación y beneficio de los minerales ha carecido en general de una dirección técnica apropiada.
- Existe un número excesivo de concesionarios en zonas donde la formación del criadero permitiría una agrupación o coto que favorecería la explotación racional.

d) Son frecuentes las prácticas especulativas.
e) No existe una explotación sistemática. La recuperación en los lavaderos suele ser insuficiente.

f) Existe un problema de falta de mano de obra entre otros motivos, a consecuencia de unas labores con interrupciones.

g) El personal de que se dispone carece normalmente de una formación profesional apropiada. Al haberse trabajado en general como minería de ocasión, los cambios de titulares, personal y lugares del arranque eran frecuentes. No había lugar a la especialización.

h) En líneas generales no existe suficiente solvencia financiera ni para costear la mecanización ni para obtener recursos ajenos en forma, principalmente, de crédito. Menciona el Plan Nacional de la Minería otro problema cuyas posibilidades se estiman importantes y que, por ello, conviene tratar con detenimiento. Se trata del problema de los precios.

3. LOS PRECIOS

Se critica la falta de una fórmula de precio nacional al fijarse los precios pagados al minero en función de la cotización de Londres modificada según contenido arsénico-azufre, leyes del mineral y gastos de fundición. El precio y los factores de reducción se encuentran prefijados, de modo que el minero, en cierto modo, se halla en desventaja y su única decisión consiste en aceptar o no el precio que se le ofrece.

Naturalmente, cuando la oferta no tiene participación en la fijación del precio, el productor de estaño suele reaccionar en tres direcciones:

Aceptación del mismo, porque lo considera remunerador. Cuando esto ocurre, la repercusión sobre los niveles de producción es a mantenerlos o incrementarlos y, por tanto, no plantea problemas.

Insatisfacción con el mismo y consiguiente desvío de la actividad hacia producciones más rentables que, en el caso del minero del estaño puede ser incrementar la producción de wolframio.

Disminución de la producción con unos topes mínimos que pueden ser la cobertura de costes e incluso, si no hay mayores problemas (de personal, etc.), cierre temporal de la explotación en espera de una mejor coyuntura de precios.

Como puede verse, las dos últimas posturas que parecen ser o han sido frecuentes entre los mineros del estaño y wolframio, contrarían el objetivo de una producción tendiendo con regularidad a situarse en el nivel deseable de producción que, como ya se ha indicado, el Plan Nacional de Minería

CUADRO 1
PRECIO DEL MINERAL DE ESTAÑO

Año	(1) Precio metal		(2) 20% Sn		(3) 30% Sn		(4) 40% Sn		(5) 65% Sn		(6) 70% Sn		(7) 75% Sn		(8) Según valor E.M.	(9) Precios de importación
	L/ti	pts/kg	L/ti	pts/kg	L/ti	pts/kg	L/ti	pts/kg	L/ti	pts/kg	L/ti	pts/kg	L/ti	pts/kg		
1955	740,2	79,0	158,0	255,7	450,2	495,7	495,7	495,7	495,7	495,7	495,7	495,7	495,7	535,7	65,0	
1956	787,7	88,5	172,3	274,0	480,6	528,5	528,5	528,5	528,5	528,5	528,5	528,5	528,5	570,9	65,0	
1957	754,8	81,9	162,4	261,3	459,6	505,8	505,8	505,8	505,8	505,8	505,8	505,8	505,8	546,5	69,2	
1958	735,0	78,0	156,5	253,7	446,9	492,1	492,1	492,1	492,1	492,1	492,1	492,1	492,1	531,9	71,6	
1959	785,2	88,0	171,6	273,0	479,0	526,8	526,8	526,8	526,8	526,8	526,8	526,8	526,8	569,0	76,2	
1960	796,6	90,3	175,0	277,4	486,3	534,6	534,6	534,6	534,6	534,6	534,6	534,6	534,6	577,5	76,6	80,1
1961	867,9	108,6	202,4	312,1	544,7	597,6	597,6	597,6	597,6	597,6	597,6	597,6	597,6	645,0	81,7	86,2
1962	896,6	110,3	205,0	315,8	550,3	603,6	603,6	603,6	603,6	603,6	603,6	603,6	603,6	651,5	77,4	88,4
1963	909,9	112,9	208,9	320,8	558,8	612,7	612,7	612,7	612,7	612,7	612,7	612,7	612,7	661,2	78,0	101,2
1964	1.236,9	178,4	307,1	446,4	768,1	838,4	838,4	838,4	838,4	838,4	838,4	838,4	838,4	903,3	89,5	135,9
1965	1.411,9	213,4	352,6	513,7	880,1	959,2	959,2	959,2	959,2	959,2	959,2	959,2	959,2	1.032,8	134,1	162,1
1966	1.298,8	190,7	314,4	470,2	806,4	881,2	881,2	881,2	881,2	881,2	881,2	881,2	881,2	949,1	108,7	141,7
1967	1.222,9	175,6	302,9	441,1	759,1	828,8	828,8	828,8	828,8	828,8	828,8	828,8	828,8	892,9	120,3	127,0
1968	1.323,7	195,7	323,3	479,8	823,6	898,3	898,3	898,3	898,3	898,3	898,3	898,3	898,3	965,5	132,9	148,1
1969	1.451,0	221,2	365,5	528,7	905,1	986,2	986,2	986,2	986,2	986,2	986,2	986,2	986,2	1.061,7	142,8	146,4
1970	1.554,0	241,8	399,9	568,2	971,0	1.057,2	1.057,2	1.057,2	1.057,2	1.057,2	1.057,2	1.057,2	1.057,2	1.137,9	104,5	162,5

L = Libra esterlina.
ti = tonelada larga (1.016 kg).
E.M. = Estadística Minera.
(8) y (9) = Precio, en pts/kg.

estima del orden de once veces superior a la actual.

Con este planteamiento la cuestión principal sería determinar hasta qué punto las oscilaciones de precios influyen en la producción.

Y si se advirtiera influencia apreciable, cómo sería posible, sin causar perjuicios económicos a la Administración, a los mineros ni a los fundidores, manejar el mecanismo de los precios para llegar a un abastecimiento regular y suficiente en cuantía de mineral de estaño.

4. INFLUENCIA DE LOS PRECIOS EN LA PRODUCCIÓN

El cuadro 1 recoge, en su columna 1, la cotización del metal en la bolsa de Londres, expresados en libras por tonelada larga (1016 kg.).

Las columnas 2 a 7 recogen el precio pagado por los fundidores nacionales al minero según las distintas leyes del mineral (20 por 100, 30 por 100, 40 por 100, 70 por 100, 75 por 100). Estos precios se fijan sobre el precio del metal al que se aplica un coeficiente reductor según las leyes del mineral y se disminuye en una determinada cantidad por gastos de fundición. Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

FORMULAS PARA EL CALCULO DE LOS PRECIOS DEL MINERAL

Ley	Fórmulas
20%	$B \frac{L-0}{100} - 69 \text{ £} = 0,2 B - 69 \text{ £}$
30%	$B \frac{L-0}{100} - 64 \text{ £} = 0,3 B - 64 \text{ £}$
40%	$B \frac{L-1,6}{100} - 28,5 \text{ £} = 0,384 B - 28,5 \text{ £}$
65%	$B \frac{L-1}{100} - 23,5 \text{ £} = 0,64 B - 23,5 \text{ £}$
70%	$B \frac{L-1}{100} - 15 \text{ £} = 0,69 B - 15 \text{ £}$
75%	$B \frac{L-1}{100} - 12 \text{ £} = 0,74 B - 12 \text{ £}$

B = cotización en libras del metal.

L = ley del mineral.

Los precios del mineral según las distintas leyes se dan en libras por tonelada larga, y a partir de 1959, también en pesetas por kilogramo sobre una paridad que, con pocas oscilaciones se mantuvo en las 168 pesetas por libra esterlina.

Para ley del 70 por 100 se han calculado asimismo las variaciones (por otra parte sensiblemente iguales en todas las columnas como no podía por menos de suceder al aplicarse distintas constantes reductoras sobre una misma serie de valores). Se eligió esta ley por ser la más común (65-70 por 100), que llega a los fundidores.

Las columnas 8 y 9 recogen, respectivamente, los precios obtenidos de la Estadística Minera dividiendo valor de la producción por producción física y de las Estadísticas de Aduanas dividiendo el valor de las importaciones de mineral y concentrados por la cantidad importada. Como puede observarse, ambos se hallan en línea con los precios calculados a partir de la cotización de Londres y, en general, se mueven en el mismo sentido.

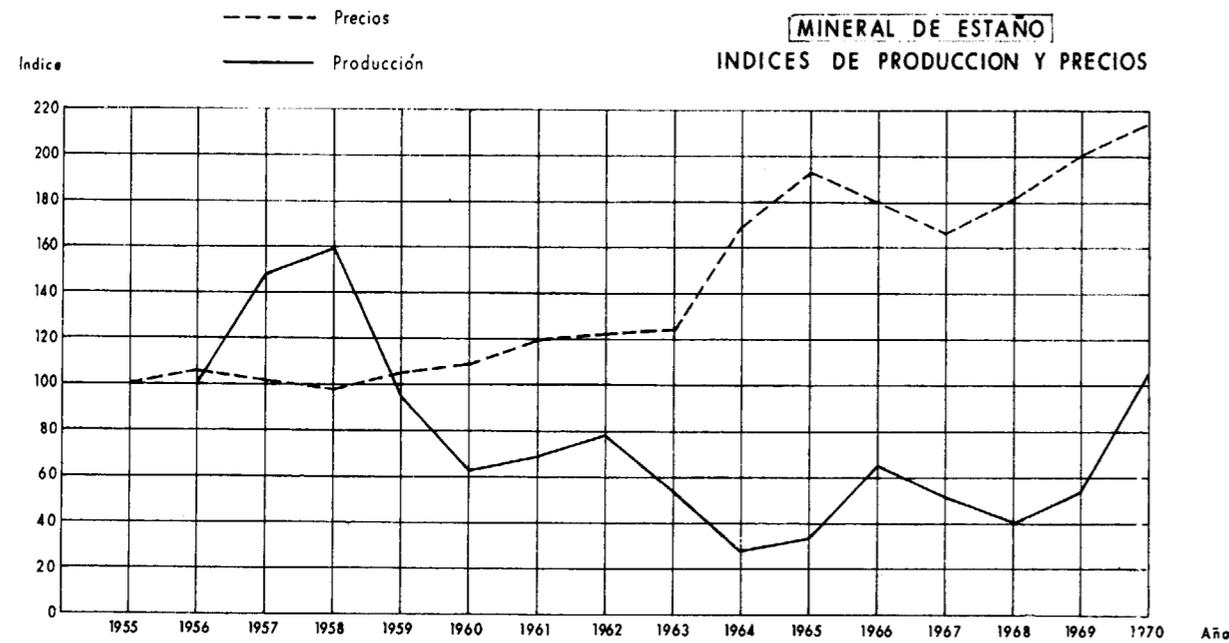
Por su parte, los datos de producción nacional de mineral de estaño están tomados de la Estadística Minera, inferiores normalmente a los reales, circunstancia que no los invalida para el fin con que aquí se utilizan, que es el examen de su evolución a lo largo de los últimos quince años.

Si se pone en relación la serie que representa las variaciones anuales de producción con la que refleja las variaciones anuales de los precios del mineral de ley 70 por 100 se obtiene el siguiente resultado:

VARIACIONES DE PRECIOS Y PRODUCCIÓN (en % de un año sobre el anterior)

Año	Precios mineral	Producción física
1956	+ 6,6	- -
1957	- 4,3	+ 48,3
1958	- 2,7	+ 7,8
1959	+ 7,0	- 41,5
1960	+ 1,5	- 33,5
1961	+ 11,8	+ 10,3
1962	+ 1,0	+ 12,2
1963	+ 1,5	- 31,1
1964	+ 36,8	- 49,9
1965	+ 14,4	+ 26,1
1966	- 8,1	+ 99,4
1967	- 6,0	- 22,4
1968	+ 8,4	- 20,0
1969	+ 9,8	+ 77,7
1970	+ 7,2	+ 69,0

A primera vista ambas series evolucionan de muy diferente forma, dando la impresión de que



nada tiene que ver entre sí; es decir, parece que se trata de dos variables independientes y que, por tanto, la evolución de los precios carece de influencia en la de la producción.

Por otra parte, la comparación parece un poco simplista, puesto que en una mayor o menor actividad productiva no influiría tanto el factor precios como el factor rentabilidad, con lo cual sería preciso contar también con una serie relativa a los costos de explotación y además no sería sólo la rentabilidad quien influiría en la producción, sino otra serie de factores, algunos aleatorios y todos de muy difícil medida.

Por todo ello, a lo más que se aspira con la anterior comparación es a señalar una serie de coincidencias que se estiman significativas partiendo de dos criterios que parecen válidos.

El primero, que una variación de los precios no tendrá influencia inmediata en la producción del mismo año, sino en años posteriores, especialmente en el siguiente.

El segundo, que serán sólo las oscilaciones acusadas quienes tengan impacto en la serie de producción. Pequeñas variaciones positivas de los precios pueden quedar absorbidas por incrementos en los costos determinando impacto nulo o negativo en la producción. Pequeñas variaciones negativas pueden tener un impacto nulo o bien apreciable si coinciden con una mayor onerosidad en los costos.

Si se considera como variación acusada de los precios una oscilación, positiva o negativa, igual o mayor a un 6 por 100, se observa que, en los

últimos quince años, los únicos que no registran variación acusada son 1957, 1958, 1960, 1962 y 1963. Estos años no se consideran, por tanto, como significativos, de acuerdo con el segundo de los criterios aludidos anteriormente.

En los diez años restantes, y salvo en 1959, las variaciones positivas o negativas de los precios coinciden con variaciones de la producción en el mismo sentido con un año de desfase respecto a los precios y, en general, amplificadas.

Frente a variaciones positivas de los precios de un 6,6 por 100 en 1956; 11,8 por 100, en 1961; 36,8 por 100, en 1964; 14,4 por 100, en 1965; 8,4 por 100, en 1968, y 9,8 por 100, en 1969, se observan, respectivamente crecimientos también positivos de la producción de un 48,3 por 100 en 1957; 12,2 por 100, en 1962; 26,1 por 100, en 1965; 99,4 por 100 en 1966; 77,7 por 100, en 1969, y 69,0 por 100, en 1970, aunque en este último año parte del aumento contabilizado se debe a una mejora estadística.

Frente a variaciones negativas de los precios de un 8,1 por 100 en 1966, y un 6,0 por 100 en 1967, se han registrado variaciones negativas de la producción de un 22,4 por 100 en 1967, y de un 20,0 por 100 en 1968.

Años de práctico estancamiento de los precios (aumentos de 1 por 100 en 1962 y 1,5 por 100 en 1963) se corresponden, también con el desfase de un año, con descensos en la producción de un 31,1 por 100 en 1963, y un 49,9 por 100 en 1964.

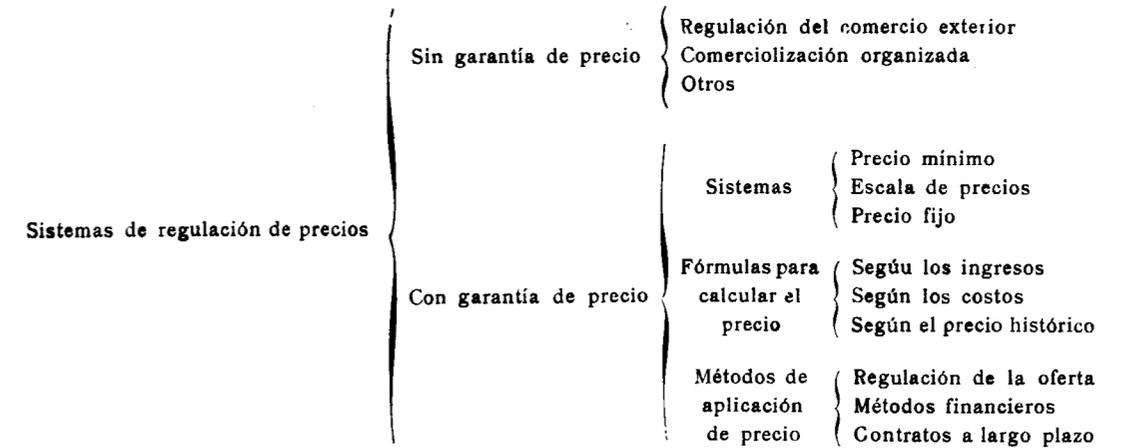
Los datos así relacionados parecen confirmar el calificativo de «minería de ocasión» con el que

a menudo se ha designado la explotación de mineral de estaño precisamente por haberse observado en la práctica que el mineral se extraía, en mayor o menor cantidad, o no se extraía en absoluto, según cual fuese su precio de venta en el mercado.

A corregir tales irregularidades han contribuido, sin duda, de un lado, la legislación laboral que

tal intervención son distintas según los objetivos que se persigan. En general, y a los efectos que aquí interesan, se pueden distinguir dos grandes grupos de medidas según se garanticen o no los precios.

Para mayor claridad expositiva, se incluye a continuación un cuadro sinóptico de los puntos que se desarrollan en este apartado.



pone trabas a la arbitrariedad en la contratación y despido de mano de obra y obliga a acogerse al régimen de seguridad social, con lo cual hace recaer sobre la empresa unos costes fijos, para hacer frente a los cuales precisa de unos determinados niveles de producción. De otro, la mecanización, aunque sea incipiente, que obliga asimismo a hacer frente al capítulo de amortizaciones.

Cada vez va resultando más difícil la explotación esporádica y ocasional, pero aún no se cuenta con el instrumento idóneo para normalizar esta minería.

Examinada la cuestión de si los precios influyen o no en las variaciones de la producción y admitido que tal influencia existe, en adelante la atención se centra en determinar cómo sería posible manejar el mecanismo de los precios para influir sobre el sistema de producción.

Previamente se pasa revista a los sistemas más comunes de regulación de precios con el objeto de seleccionar con posterioridad el que parezca más apropiado.

5. SISTEMAS MÁS COMUNES DE REGULACIÓN DE PRECIOS (*)

Es frecuente la intervención administrativa en la regulación de los precios. Las modalidades de

(*) «Examen de los problemas relacionados con las medidas de sustentación y estabilización de precios agrícolas» F. A. O., 1960.

5.1. Medidas de sustentación de precios que no entrañan garantía de los mismos

Son muy variadas, distinguiéndose fundamentalmente dos tipos:

5.1.1. Las que se fundan en la regulación del comercio exterior

La más común, es el manejo del arancel con fines proteccionistas. Una caída indeseable de precios puede frenarse restringiendo el acceso al mercado interior del producto de procedencia extranjera encareciéndolo a través de unos derechos a la importación más elevados y operando en sentido inverso ante un alza excesiva.

El mismo efecto produce la restricción cuantitativa de las importaciones. La limitación de la cantidad de producto en el mercado contribuye a evitar que el precio se deteriore.

5.1.2. Las que se basan en una comercialización organizada

La idea que preside la coordinación entre los productores de cara a la comercialización del producto es la de fortalecer su posición negociadora frente a los compradores, ordinariamente de mayor capacidad financiera y con tendencia, por tanto, a imponer sus condiciones. A menudo tales

organizaciones de venta se hallan protegidas por el Estado que actúa a través de ellas, con precios garantizados, subsidios u otra cualquier fórmula similar en la ordenación del sector.

5.1.3. Otros

Existen otros variados sistemas de intervención que no entrañan garantía de precio. Algunos requieren la compra del producto por una entidad oficial. El Gobierno se reserva el derecho e intervenir cuando los precios sean demasiado altos o demasiado bajos, financiando sus compras, en ocasiones, con un impuesto sobre alguna de las fases de manipulación del producto.

5.2. Sistemas de precios garantizados

Tres sistemas-tipo pueden distinguirse:

5.2.1. Precio mínimo garantizado

Se suele aplicar cuando se pretende incrementar el volumen de producción. Cubre el riesgo de una baja excesiva y no se controlan los precios máximos para mantener todo el aliciente que los mismos tienen para una mayor producción. Este sistema, por tanto, protege al productor sin tener en cuenta el interés de los consumidores.

La garantía del precio mínimo puede llevarse a la práctica tanto comprando el Estado al precio prefijado como impidiendo de otra manera que descienda por debajo de dicho precio acudiendo, por ejemplo, a una limitación de importaciones.

5.2.2. Escala de precios garantizados

Este sistema tiene en cuenta igualmente los intereses del productor y del consumidor, impidiendo que los precios desciendan por debajo de un determinado tope y que rebasen un límite máximo prefijado. El sistema es prácticamente el mismo si se fija un precio-tipo y se impide que los precios difieran de él, por encima y por debajo, en una determinada proporción.

5.2.3. Precio fijo garantizado

Suele ser bastante utilizado y puede presentarse con una cierta flexibilidad para compensar transportes a los centros de consumo, costes de producción, etc.

5.3. Fórmulas para calcular los precios garantizados

No resulta fácil llegar a establecer un sistema que determine el precio idóneo pudiendo decirse que, en general, descansan sobre una base de tanto y que es la experiencia quien proporciona el dato fundamental.

Normalmente deben asegurar un difícil equilibrio de intereses y en su fijación se manejan distintos criterios que contemplan, entre otros aspectos, los costes de producción, las variaciones en los niveles generales de precios, el ingreso neto de los productores, etc. Según las circunstancias se concede más o menos valor a cada uno de ellos o se contemplan otros distintos.

Las fórmulas más comunes para la fijación de los precios de garantía parecen ser las siguientes:

5.3.1. Fórmulas de los ingresos

Tiene a asegurar un determinado nivel de ingresos netos a los productores similar al de otros grupos que se tomen como referencia. Procura que los ingresos sean iguales o similares para toda la comunidad protegida, o bien para determinados tipos de explotaciones, pudiendo sufrir modificaciones para tener en cuenta al consumidor, para alentar o desalentar determinadas producciones, etc.

5.3.2. Fórmula del coste de producción

El nivel de sustentación se fija en estos casos atendiendo a los costes de producción previstos y se vincula a los cambios que registre un índice construido sobre el coste de los elementos principales que entran en la producción del artículo (mano de obra, energía, etc.).

5.3.3. Fórmula de la paridad

Según esta fórmula, el nivel de sustentación de precios queda vinculado a un precio medio histórico recibido por el productor y al índice de precios por él pagados, de forma que el poder de compra del mismo permanezca constante.

Todas estas fórmulas son, en el fondo, empíricas e incompletas y requieren una determinación previa de los criterios a tener en cuenta antes de fijar el precio garantizado modificándolo en base a los mismos si no fuera operativo o no los sirviera.

Son, además, difíciles de llevar con fidelidad a la

práctica; piénsese en las dificultades que entraña el mantener un ingreso neto a los productores empezando por lo complicado que resulta el cálculo de unas cifras reales de ingresos netos que precisan la determinación previa de qué ingresos y qué gastos se deben computar.

Si se elige la fórmula de coste de producción, se evitan algunas de las incertidumbres que tiene la anterior, pero se añaden otras tales como los conceptos que integran el coste, por ejemplo, si se debe computar el trabajo del productor propietario, las cantidades destinadas a cubrir depreciaciones, tratamiento de los beneficios, etc. Todas estas cuestiones entrañan arbitrariedad a la hora de decidir sobre ellas.

La fórmula de la paridad es la más sencilla de aplicar, puesto que los datos básicos se obtienen con relativa facilidad. Es también la más incompleta, puesto que concede a los datos históricos el valor de precio justo y es poco flexible.

5.4. Aplicación de las garantías de precio

Tres parecen ser los métodos más utilizados: la regulación de la afluencia de suministros al mercado, los métodos financieros y los contratos a largo plazo.

5.4.1. Regulación de la afluencia de suministros al mercado

Utilizando este método se impide que los precios desciendan por debajo del nivel de garantía, bien mediante la actuación de reservas amortiguadoras, regulación de las importaciones, etc.

La reserva amortiguadora es, en apariencia, un método sencillo de regular la afluencia del producto al mercado. Puede constituirlo el Estado o los propios productores, quienes compran o retienen suministros en épocas de oferta abundante y lo sacan al mercado en época de escasez. En la práctica plantea problemas complejos de funcionamiento, entre ellos, el que casi nunca basta para regular el abastecimiento haciéndose necesario intervenir en el comercio exterior. Para su funcionamiento es requisito indispensable la creación de una entidad central facultada para comprar las existencias que se le ofrecen al precio garantizado; ello requiere contar con fondos importantes.

Respecto al control de las importaciones suele ser, en los países importadores el único o al menos el más importante método utilizado en la garantía de precios. Mediante derechos de importación, tipos protectores de cambio, restricciones cuantitativas, comercio de Estado, etc., se regula la afluencia de productos del exterior.

5.4.2. Métodos financieros

Normalmente estos métodos dejan plena libertad al mercado sin tratar de impedir que los precios desciendan por debajo de los niveles de garantía. Si el precio desciende por debajo de dicho nivel, se indemniza al productor, de manera que el precio que haya percibido más la indemnización lo sitúen en el nivel de garantía.

La aplicación de este método se simplifica si los productores, en vez de vender individualmente su producto, recurren a una venta centralizada del mismo.

La financiación de las primas a pagar a los productores puede hacerse con cargo a los ingresos orgánicos del Estado, quien correría así con el coste de la sustentación de precios, pero puede costearse también con gravámenes sobre el producto transformado, con lo cual el consumo ayuda a financiar el abastecimiento de la materia prima.

Otro sistema para aplicar los métodos financieros consiste en la creación de un fondo de nivelación financiado en gran parte por los propios productores a través de un organismo central de comercialización. Estos fondos atenúan los efectos de las fluctuaciones en los mercados mundiales.

5.4.3. Contratos a largo plazo

Los contratos a largo plazo representan un importante papel en la estabilización de los precios de los productos a los que se aplica.

En las cláusulas de los contratos suele figurar una para la revisión periódica de los precios, eliminándose con ello las fluctuaciones a corto plazo. Pueden, sin embargo, dificultar los reajustes de precios en épocas de gran movilidad de los mismos.

6. SISTEMAS DE POSIBLE IMPLANTACIÓN EN LA MINERÍA DEL ESTAÑO

Como ha podido comprobarse en el apartado anterior, las opciones a la hora de intentar introducir un sistema de regulación de precios son muy variados y todas ellas, de alguna manera, son susceptibles de aplicación.

Sin embargo, algunas parecen más apropiadas que otras y en este sentido interesa ponderar sus posibles virtudes y defectos para llegar a aquella combinación que más posibilidades prácticas reúna.

Como punto de partida podrían elegirse los si-

guientes criterios deseables para examinar las distintas modalidades:

Eficacia en cuanto a la consecución de los objetivos que se persiguen, entre ellos:

Aumento sustancial de la producción.
Explotación ordenada de las reservas.
Regularidad en la actividad explotadora.
Promoción paralela de los restantes minerales cuando vienen asociados. (Wolframio, etc.)
Fijar la población minera; crear especialistas.
Normalización de la oferta en cuanto a cantidades, leyes, etc.

Sencillez en su instrumentación y funcionamiento; que todos los implicados puedan apreciar claramente su conveniencia y las posibilidades que cada momento les ofrece.

Cierto automatismo en su funcionamiento; flexibilidad necesaria para corregir una trayectoria indeseada.

Que no suponga un nuevo elemento de coste para el productor, para el consumidor, ni para el Estado.

Que su puesta en marcha y funcionamiento sea responsabilidad compartida igualmente por productores, consumidores y Administración.

Que no contribuya a aislar el mercado interno del exterior.

Que pueda interrumpirse sin causar perturbaciones.

Anteriormente se ha visto que las medidas de sustentación podrían dividirse en dos grandes grupos:

Las que no entrañan garantías de precios.
Las que suponen garantizar los mismos.

Dentro del primer grupo se habían distinguido tres tipos:

Las que se fundan en la regulación del comercio exterior.

Las que se basan en una comercialización organizada.

Otras, entre las que destaca la compra del producto por una entidad estatal.

La primera de ellas, la regulación del comercio exterior, no parece muy atractiva. La regulación de las importaciones con fines proteccionistas para la producción nacional contraría en principio la orientación general de nuestro comercio exterior hacia una circulación más libre y fluida. En ella los fundidores no encontrarían además ninguna ventaja y sólo inconvenientes.

La segunda, la comercialización organizada, parece aceptable en principio. Con la actual comercialización individualizada los fundidores se hallan sometidos a varias incertidumbres, tienen que multiplicar sus contactos y gestiones, y no pueden

hacerse una idea siquiera sea aproximada de antemano de cuáles van a ser los posibles resultados. El productor por su parte, no puede aprovechar al máximo las posibilidades negociadoras al tratarse de un grupo heterogéneo.

La tercera, la compra del producto, por una entidad estatal, parece una medida excesiva, difícil de instrumentar y poco operativa.

Hasta aquí, por tanto, se descartan de antemano del grupo de medidas que no suponen garantía de precios dos tipos de ellas y se acepta en principio uno, el de la comercialización organizada, que, en sí mismo, resulta incompleto y habría que combinarlo con alguna de las medidas del segundo grupo, es decir, de aquellas que suponen garantía

El sistema de precios garantizados, entendiéndolo esta garantía en un sentido muy amplio, parece ineludible. De lo que se trata es de proporcionar una seguridad al productor que lo ponga a cubierto de descensos acusados de precios. Aceptando este punto, la elección de si conviene precio mínimo, una escala de precios o un precio fijo, así como las fórmulas para calcular dichos precios, objeto del punto 5.3., se examinarán más adelante.

Porque interesa primero definir el método para aplicar las garantías del precio, es decir, las alternativas que plantea el punto 5.4.

El método de la regulación de la afluencia de suministros al mercado, es decir, aquél que, tras la fijación del precio de garantía regule, mediante la constitución de una reserva amortiguadora o controlando importaciones, la oferta del producto, de modo que si se rebasase el precio fijado, se dé salida a parte de la reserva o se facilite la importación y si descendiese por debajo, actuar en sentido contrario, exigiría una serie de acciones difíciles en la práctica.

Si el suministro se regulase a través de una reserva implicaría en primer lugar la constitución de la misma bien por los productores o bien por el Estado.

No cabe pensar que los productores se hallen en condiciones de constituir dicha reserva ni de financiar su coste; debería constituir la el Estado y ello exigiría la creación de un organismo estatal para gestionarla. Se plantearía a continuación el problema de financiación de las compras y del «stock» que habría de realizarse bien con cargo al Presupuesto o bien con cargo a un impuesto especial. Por otra parte una reserva de cierta entidad, capaz de influir en el mercado, no podría constituirse con la producción nacional, que hoy es ínfima; sería necesario que el Estado realizara importaciones para formarlas. Como se ve, la constitución de la reserva reguladora para garantía de precios plantea múltiples dificultades.

La regulación del suministro a través del control de importaciones ya se rechazó en principio para los casos en que no hay precio de garantía. Las razones para rechazarlo en los casos en que el precio de garantía existe, serían, aproximadamente, las mismas.

Con lo anterior, el método de aplicar las garantías de precio basado en la regulación de suministros al mercado pueden, en principio, descartarse.

El segundo método, que contempla el punto 5.4. para aplicar la garantía de precios se refiere a los métodos financieros. Se fija el precio de garantía, se deja a los precios libertad completa y si llegarán a descender por debajo del tope fijado, el productor percibiría una indemnización hasta cubrirlo. Tal indemnización podría pagarla el Estado o bien financiarse con cargo a un fondo de nivelación a cuya constitución contribuirían los productores. Este sistema resulta más sencillo a aplicar que el de la constitución de una reserva reguladora. No parece posible que, en principio, los productores se hallasen en condiciones de constituir por sí mismos el fondo de nivelación. En una primera fase, los fondos habrían de ser aportados por el Estado sin perjuicio de que, gradualmente, fuera siendo sustituido por los propios productores, quienes, mediante aportaciones realizadas en épocas de cotización elevada irían reembolsando al Estado de su aportación y sustituyendo en la provisión y administración del fondo. Este sistema habría de jugar con la comercialización organizada. Sin descartarlo, veamos las posibilidades del último de los métodos de aplicación de precios de garantía enumerados, es decir, los contratos a largo plazo.

Se trataría de contratos de suministro firmados por productores y fundidores con una cláusula fijando un precio de garantía y el mecanismo de revisión periódica del mismo.

Al fundidor le interesa contar con una fuente nacional de abastecimiento de materias primas que responda a sus necesidades. Por otra parte, además de una mayor producción necesita de una mejor organización de dicha fuentes de suministro. Al hallarse él mismo ligado por obligaciones de suministros de estaño metal a sus clientes debe a su vez contar con una cierta seguridad en los abastecedores de mineral. Hoy la minería del estaño, tal como está organizada, y con la capacidad que tiene, no le garantiza en absoluto ni un abastecimiento regular, siquiera sea en pequeña proporción de su consumo ni una flexibilidad a la hora de efectuar las transacciones dado el funcionamiento de las empresas mineras en su casi totalidad individuales.

El minero estará, desde luego, interesado en asegurarse contra las caídas bruscas de precios.

Sabiendo lo que, como mínimo va a percibir, puede programar sus inversiones dirigidas a una mayor producción.

El Estado, por su parte hallará beneficio en todas aquellas acciones que supongan colaboración y minoren el coste de las importaciones.

7. SISTEMA QUE SE PROPONE: CONTRATOS A LARGO PLAZO CON CLÁUSULAS DE PRECIOS. ESQUEMA GENERAL DE ACTUACIÓN

Los puntos fundamentales del sistema que se propone para su aplicación a la minería del estaño, son los siguientes:

1. Implantar una fórmula asociativa entre los productores (*). En este sentido quizá la más interesante sea la Sociedad de Empresas que contempla la Ley de 28 de diciembre de 1963.

Según la citada Ley, las sociedades o empresarios individuales, agrícolas, industriales o mercantiles pueden constituir una Sociedad de Empresas con uno o varios de los fines siguientes:

Expansión, modernización y racionalización de las instalaciones productivas.
Aportación y adquisición de maquinaria para su utilización conjunta o particular.

Promoción de ventas de los productos obtenidos, fabricados o comercializados en los mercados nacional y extranjero.

Estudio de nuevas técnicas y de mejora de métodos de producción para su ulterior aplicación.

La Sociedad de Empresas deberá adoptar la forma de anónima, estar constituida por un mínimo de tres miembros y, dentro de ella, las empresas participantes continúan conservando independiente su personalidad jurídica.

La única dificultad legal que se advierte para aplicarla es que la Ley específica que ha de mantenerse la libertad de mercado, cuando precisamente lo que se pretende es asociar en una de estas entidades o todos o, al menos, a los principales productores de mineral unificando la oferta en un mejor servicio de la demanda. No obstante, este obstáculo no parece insalvable primero, porque sólo abastece al consumo en una ínfima proporción de éste y, segundo, porque las prácticas restrictivas pueden autorizarse si con ello se beneficia a la economía nacional.

La constitución y funcionamiento de tales sociedades se halla protegida fiscalmente.

2. Negociaciones periódicas, entre la citada Sociedad de Empresas y los fundidores, de contratos de abastecimiento a largo plazo con cláusulas relativas a precios. Tales negociaciones determinarían los siguientes puntos fundamentales:

(*) Ver 5.1.2.

- a) Plazo de vigencia del contrato.
- b) Precio regulador. Este precio podría ser medio (1), con límites absolutos por encima y por debajo y, dentro de tales límites, podría oscilar en la misma proporción que lo hiciera la cotización internacional. Si tales oscilaciones llevaran a alcanzar el techo máximo o mínimo prefijado, no lo rebasarían en beneficio, respectivamente del fundidor o del minero. Para fijar el precio medio podría utilizarse la fórmula del coste (2), determinando el precio según el coste de explotación de la empresa que, entre las asociadas lo tuviera más alto o bien utilizando la fórmula de la paridad (3), es decir, fijar el precio en función de una serie histórica que se considerare representativa y, como límites de tolerancia, la amplitud de la oscilación de precios que, en la serie histórica se considerare como normal. De este modo, y dado que la serie histórica sigue la cotización internacional, los precios del mercado interior no quedarían aislados y únicamente dejarían de recoger los puntos extremos de las variaciones.
- c) Mecanismo de revisión periódica de los precios.
- d) Cuantía de los abastecimientos en el período que abarque el contrato.

(1) Ver 5.2.2.

(2) Ver 5.3.2.

(3) Ver 5.3.3.

e) Distribución de la producción entre los fundidores que podría hacerse, por ejemplo, proporcional a su capacidad de tratamiento de mineral.

3. El Estado asumiría un papel importante negociando y facilitando la constitución y desenvolvimiento posterior de la Sociedad de Empresas y mediando y vigilando la instrumentación y cumplimiento posterior de los contratos. Si estimara oportuno la puesta en vigor de cualquier tipo de ayuda a la minería del estaño, la Sociedad de Empresas sería un instrumento apto para canalizarla.

8. CONCLUSIÓN

La anterior línea de acción se ha elaborado sin contemplar las posibles y más drásticas actuaciones que permitan la Ley de Minas para la ordenación de este sector que, salvo quizá alguna excepción se halla lejos de una organización de tipo industrial.

Se han presentado una serie de posibilidades y, dentro de ellas, se ha elegido aquella que, con el menos coste para todos los implicados, parece susceptible de reportar resultados positivos.

Pero, en resumen, sea cual fuere la actuación que se estime conveniente, sólo tendrá posibilidades de éxito si logra atraerse y apoyarse en la buena voluntad de las partes interesadas.

Recibido: 2-IX-71.

Evacuación de aguas residuales industriales mediante su inyección en el subsuelo

por F. GOMEZ-PALLETE Y RIVAS (*)

RESUMEN

Se describen los fundamentales aspectos técnicos necesarios para el estudio e instalación de una planta tipo de evacuación de residuos industriales, mediante su inyección en el subsuelo. Este conjunto de técnicas a utilizar se presenta estructurado desde el punto de vista de su aplicación práctica.

ABSTRACT

The main techniques involved in a feasibility study of a deep-well injection of liquid wastes are arranged from a practical standpoint. A brief description of those techniques is given.

I. INTRODUCCIÓN

Perjudiciales y no perjudiciales. Así pueden ser agrupados de una manera general los residuos industriales.

Se utilizan como criterios para esta primera clasificación no sólo la naturaleza misma del residuo, sino también las características del área de evacuación donde se viertan. Así, en el grupo de residuos no perjudiciales, están encuadrados no solamente los de naturaleza no tóxica —cuya lista es reducida—, sino todos aquellos productos contaminantes que pueden ser evacuados directamente sin amenazar a grupos de población o riquezas naturales, bien por su ausencia o bien por que exista, por ejemplo, una red hidrográfica local, que garantice una dilución eficaz de los residuos vertidos en la misma.

El aumento progresivo de densidad de población, el peligro de contaminar la riqueza piscícola de ríos o mares, el uso creciente de aguas naturales con fines agrícolas y ganaderos, la utilización cada vez más extendida de ríos y playas con fines recreativos, la necesidad de salvaguardar las reservas de agua potable y, en fin, la opi-

nión pública opuesta cada día más enérgicamente contra todo tipo de contaminación en general, hace que en nuestra clasificación, el capítulo de los residuos industriales perjudiciales crezca continuamente a costa de los primeros, los tradicionalmente «no perjudiciales».

Por otra parte, el constante incremento de la industria productora de residuos tóxicos hace el problema más acuciente y digno de la atención de todos.

Algunas aguas industriales residuales pueden ser neutralizadas mediante la aplicación de varios procesos de tratamiento. Como resultado de grandes esfuerzos en investigación, algunos de estos métodos convencionales han sido mejorados mediante la puesta en práctica de sistemas más modernos. No obstante, ciertos residuos altamente tóxicos permanecen invulnerables a todo tratamiento.

Existe, pues, la necesidad de desprenderse de estos residuos no neutralizables mediante una técnica eficaz. Conviene apuntar que el concepto de residuo neutralizable, no es sólo técnico (posibilidad química de su realización), sino también económico.

Ajeno a este contexto de necesidades, en el campo de explotación de reservas naturales acuíferas se venía procediendo a la recarga de los mantos acuíferos por inyección de agua de río en los po-

(*) Empresa Nacional «Adaro» de Investigación Minera, Sociedad Anónima.

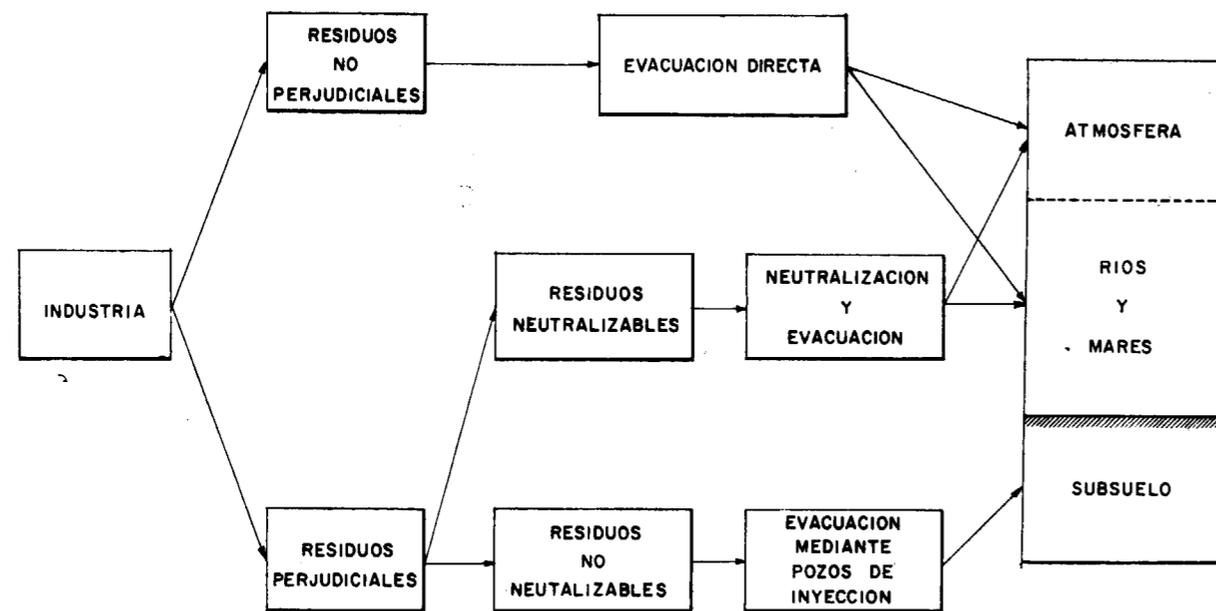


Fig. 1

zos para así conservar intacto el potencial en agua potable del manto. Así mismo, la inyección de agua en las capas profundas del subsuelo era una práctica corriente desde hacía muchos años en la industria del petróleo. Las aguas fuertemente cargadas de sales que ascienden con el petróleo en el transcurso de la explotación del campo petrolífero eran normalmente reinyectadas en el propio yacimiento con el doble fin de elevar la tasa de recuperación del petróleo y de *desprenderse de fluidos indeseables*.

Una vez más dos caminos de la técnica hasta entonces ajenos el uno del otro, se iban a unir para aportar nuevas soluciones. Estas técnicas de inyección de fluidos en el subsuelo, consagradas por el respaldo de tantos años de resultados positivamente alentadores, vinieron a auxiliar —por vez primera en U.S.A. hace unos veinte años— en el problema de desprenderse de residuos industriales no neutralizables. Así, esta «intromisión» de una técnica en el campo de otra dio sus frutos, hecho éste tantas veces presenciado en este siglo, con la aplicación de los computadores en medicina, las matemáticas en la geología estructural, los satélites artificiales a la investigación minera, etc.

La técnica de evacuación de residuos por su inyección en el subsuelo consiste, pues, a grandes rasgos, en inyectar los residuos a través de un sondeo dentro de un horizonte permeable del subsuelo que, estando limitado bien por series litológicas impermeables bien por trampas estructurales, sea capaz de almacenar dichos residuos sin peligro de contaminación. En rigor, la inyección de residuos

líquidos en el subsuelo no constituye un sistema de evacuación propiamente dicho sino de almacenamiento, ya que el residuo permanece en el subsuelo indefinidamente, al menos a escala humana de tiempos.

II. ESQUEMA GENERAL

Se incluye un organigrama (fig. 2) donde se exponen las etapas a seguir en un estudio de esta naturaleza y cuya descripción, dentro de los límites del presente artículo, pasamos a desarrollar.

Empecemos por ampliar —en una extensión que nos haga cómoda la descripción posterior y detallada de la técnica— la breve idea que sobre su fundamento se dio anteriormente.

La primera fase tiene como objetivo la selección de zonas que, en principio, ofrezcan interés para nuestros propósitos. Para ello nos auxiliaremos de una previa recopilación bibliográfica y de una serie de reconocimientos sobre el terreno que no requieran fuerte desembolso económico. Teniendo como primer condicionante la situación geográfica de la industria cuyos residuos se proyecta evacuar, se situarán en la medida de lo posible los niveles del subsuelo que estas primeras técnicas de superficie nos revelan como aptos por su porosidad, permeabilidad, extensión, estructura...

En una segunda fase se simultanearán dos estudios de naturaleza totalmente diferentes. Por una parte, se estudiarán las características físicas y químicas de los residuos, así como su contenido

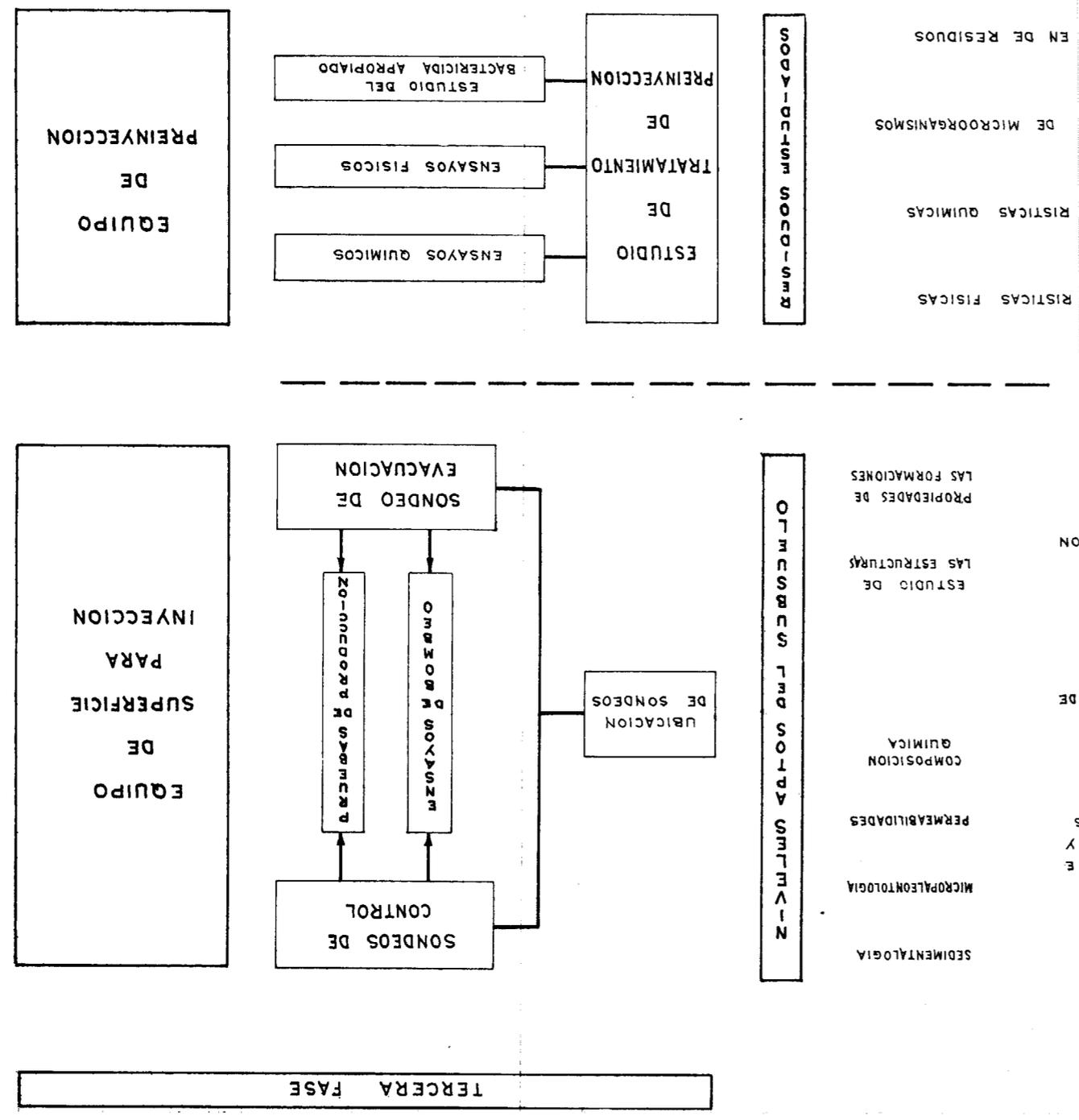
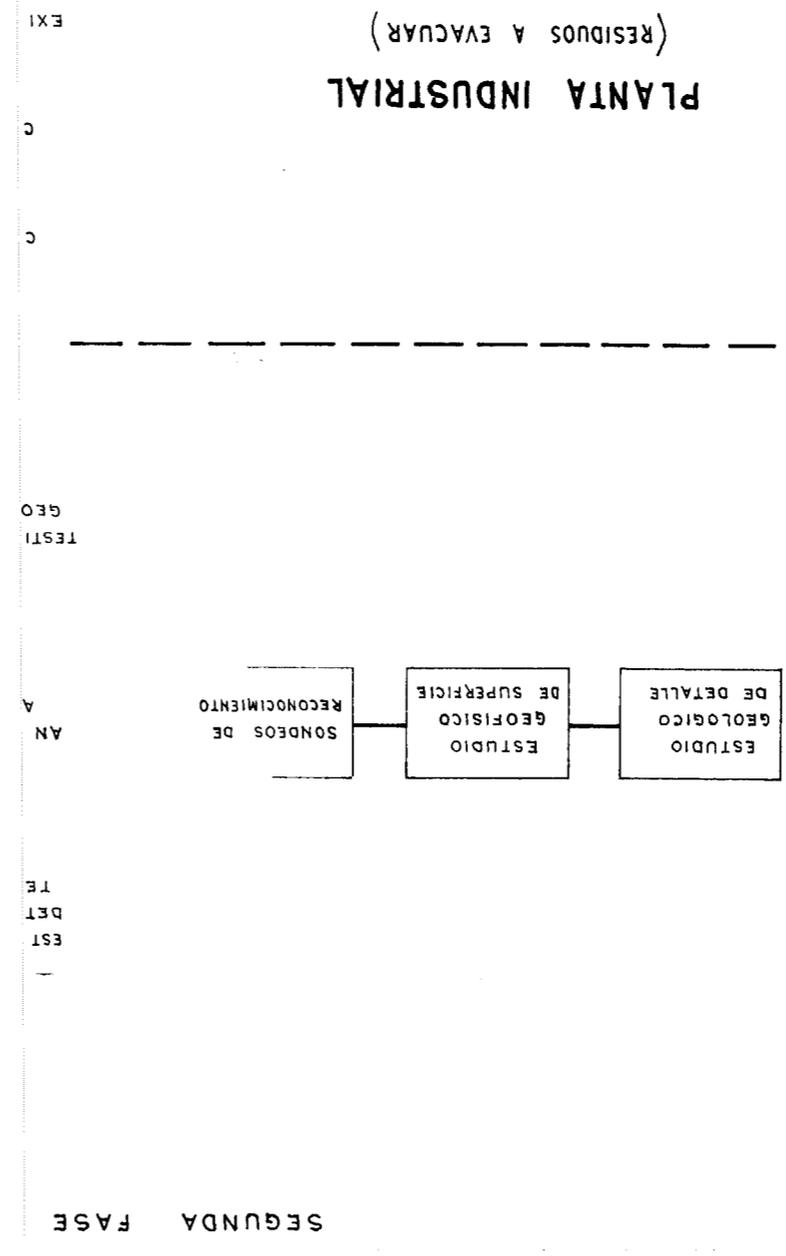
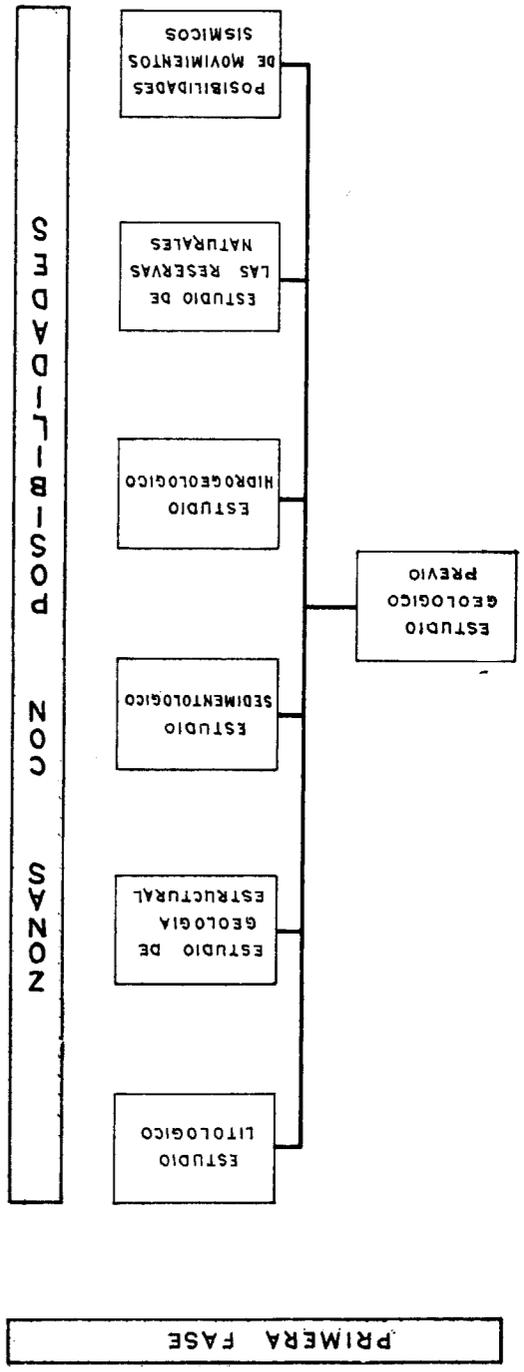


FIGURA 2

en microorganismos. Y por otra, se realizarán, sobre las zonas previamente seleccionadas en la fase anterior, estudios geológicos de detalle sobre su superficie y en profundidad, mediante técnicas más exactas, y por lo tanto más caras, con el fin de situar con el mayor grado de precisión posible los niveles favorables del subsuelo.

A la vista de todos estos datos se estudiarán las reacciones que pudieran tener lugar entre el residuo y la serie litológica del subsuelo, elegida como almacén natural, y el agua que ésta pueda contener.

Tercera fase. Si se prevé que tales reacciones pueden ocasionar la colmatación de la propia formación de evacuación —con lo cual no podríamos asegurar una duración rentablemente larga de la instalación—, es necesario hacer una serie de ensayos para proyectar los tratamientos a que debe ser sometido el residuo antes de ser inyectado, con el fin de conferirle una características tales, que no produzcan reacciones de ese tipo. Con los resultados obtenidos de estos ensayos podemos diseñar la planta de tratamiento de los residuos.

Una vez elegida la ubicación del sondeo, basada en los conocimientos geológicos adquiridos, se procederá a su perforación y a la de los sondeos de control. Después se efectuarán ensayos de bombeo y pruebas de producción y posteriormente, a la vista de las mismas, se diseñará el equipo de inyección.

III. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES ASPECTOS DEL ESTUDIO DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA TIPO

Primera fase

Estudio Geológico previo.
Comprende los siguientes aspectos:

Estudio litológico:

Tiene como fin conocer la permeabilidad y porosidad de las distintas rocas. Un primer valor aproximado se puede establecer a partir de las tablas teóricas correspondientes. En principio, las rocas más aptas son las sedimentarias, considerándose por lo general a las metamórficas e ígneas como inadecuadas.

Estudio estructural:

Partiendo de los datos de campo se confeccionarán los cortes geológicos, que se estimen más interesantes. A partir de éstos (y teniendo en cuenta su natural falta de precisión) se construirán los

correspondientes bloques diagramas de las distintas unidades del subsuelo y los planos respectivos de las líneas isobatas. El conocimiento de la estructura de la zona es de gran importancia para controlar la migración de los residuos inyectados.

Estudio sedimentológico:

Se llevará a cabo desde un punto de vista genético con el fin de establecer los posibles cambios de facies en las series sedimentarias. La importancia de este punto radica en que la porosidad y permeabilidad de este tipo de rocas depende estrechamente de su ambiente de deposición. Un cambio de facies puede hacer que una misma serie sedimentaria pase de tener unos valores de permeabilidad y porosidad interesantes, a constituir auténticos taponos impermeables, con lo que el volumen de almacenaje calculado sin tener en cuenta esta posibilidad sería superior al realmente disponible.

Estudio hidrogeológico:

Es decir, estudio de los factores que condicionan la existencia, acumulación y surgencia de las aguas subterráneas. De estos factores, unos serán responsables del aporte e infiltración de las aguas superficiales y otros serán los que gobiernen la movilidad, acumulación y resurgencia posterior de los caudales previamente inyectados.

Estudio de las reservas naturales:

La existencia de una hidrografía subterránea o de zonas mineralizadas exige, lógicamente, salvarlas de su contaminación por la práctica de evacuación de residuos en el subsuelo. El remedio sería peor que la enfermedad y en caso de contaminación los problemas jurídicos-técnicos nacerían de inmediato. Es, pues, necesario asegurarse previamente del conocimiento exacto de las riquezas naturales de la región con el fin de evitar totalmente su contaminación.

Posibilidades de movimientos sísmicos:

Parece desaconsejable la práctica de esta técnica de evacuación en aquellas zonas donde los movimientos sísmicos no sean del todo inéditos. El seísmo Heringen (año 1953), incluyó en las instalaciones de evacuación de Philippstapl-Vacha (U. S. A.).

Segunda fase

A) Estudio Geológico de detalle

El perfeccionamiento del estudio previo requeriría efectuar sucesivamente:

A.1.) Estudio geofísico de superficie:

Los métodos gravimétricos, sísmico y eléctrico, son los que, en principio, se podrían emplear para tales fines. Consideremos, por ejemplo, dos tipos diferentes de rocas: Arcillas húmedas y areniscas. Tomando valores-promedio podemos decir que las densidades de ambas son muy similares (escasa eficacia del método gravimétrico); el método sísmico no daría para ellas un contraste de velocidades superior a 1:3. Sin embargo, la relación entre sus resistividades eléctricas respectivas podría alcanzar el valor 10^5 . Podemos generalizar diciendo que en terrenos sedimentarios, el método eléctrico de resistividades proporciona un contraste mayor, lo cual le da ventajas sobre los restantes métodos a la hora de diferenciar niveles, sin olvidar que, como es lógico, lo ideal suele ser la utilización simultánea de métodos eléctricos y sísmicos.

A.2.) Sondeos de reconocimiento:

El estudio geofísico de superficie nos habrá reducido —en la medida de sus posibilidades— las áreas sobre las cuales aplicar esta nueva y cara etapa de investigación, consistente en establecer una serie de sondeos de reconocimiento. Su finalidad principal es doble: a) conocer más exactamente la disposición de los estratos en el subsuelo y b) aumentar los conocimientos sobre la composición y las características de los niveles interesantes.

Para ello, y a partir de los sondeos de reconocimiento se realizarán los siguientes estudios:

A.2.1.) Estudio de detritus y testigos: Sobre los detritus que se vayan obteniendo en la perforación de los sondeos de reconocimiento, así como sobre los testigos (si el criterio precisión requerida —tiempo— pesetas aconseja su extracción), se efectuarán los siguientes ensayos: Sedimentológico (estudio de cambios de facies); Micropaleontológico (para una más fina correlación de pisos con objeto de mejorar el conocimiento estructural del subsuelo); Estudio de permeabilidades y Estudio químico de los sedimentos para, en su momento, poder investigar las posibles reacciones químicas entre roca y residuo inyectado.

A.2.2) Análisis de aguas con el fin de conocer no sólo si son potables, y por lo tanto explotables (en cuyo caso habrán de aislar estos mantos acuíferos del circuito de evacuación), sino también para conocer si estas aguas pudieran favorecer con la inyección de los residuos el desarrollo de bacterias y algas que ocasionarían la colmatación de la roca almacén.

A.2.3.) Testificación geofísica, en cualquiera de sus dos modalidades, eléctrica o radiactiva. Ofrece indudables ventajas —ahorro de testigos mecánicos, sitúa las capas con errores de centímetros, es sensible a los cambios de porosidad de los diferentes niveles— y colabora muy eficazmente en las dos finalidades de esta fase de la investigación.

B) Estudio de los residuos

B.1.) Características físicas y químicas:

Por motivos ya expuestos es necesario analizar la viscosidad y densidad, el pH, el poder corrosivo, el contenido en sólidos en suspensión y disolución, etcétera, etc., de los residuos.

B.2.) Microorganismos perjudiciales:

Se requiere su eliminación, ya que su presencia puede causar trastornos en el sistema de inyección. Existen cinco tipos principales de microorganismos indeseables: 1.º Bacterias productoras de lodos, que pueden establecerse en forma de colonias en tuberías o en el interior de los pozos, siendo arrastradas hasta la propia roca almacén. 2.º Algas, que pueden ocasionar la precipitación de carbonatos insolubles. 3.º Bacterias ferrófagas, que producen incrustaciones al mismo tiempo que activan la corrosión. Por otra parte, estas bacterias depositan a lo largo del tubo de inyección, lodos de hidróxido férrico que pueden resbalar hasta el fondo del pozo, taponando la salida de los residuos hacia la roca almacén. 4.º Bacterias sulfófagas, que a la larga pueden motivar la deposición de sulfuros insolubles. 5.º Hongos. Crecen en la superficie del residuo almacenado. Cuando penetran en el pozo de inyección producen taponamientos.

B.3.) Volumen de residuos a evacuar:

Dato necesario para un primer cálculo de la vida útil de la instalación, teniendo en cuenta la capacidad del «almacén natural» elegido.

Tercera fase

A) Tratamiento de los residuos. Descripción de la planta de tratamiento

Se describe una planta prototipo (fig. 3). Estos proyectos de plantas variarán lógicamente según las circunstancias particulares (corrosividad del residuo, tamaño de poros de la roca almacén, etcétera).

A.1.) Depósito de la recogida y almacenamiento, en donde se vierte y mezclan los diferentes residuos de la fábrica.

Pueden ser de cemento o acero; abiertos (contacto directo residuo-atmósfera) o cerrados. Dimensiones relativas: gran extensión superficial y escasa profundidad, con lo que las partículas sólidas que lleve el residuo tienen tiempo suficiente para sedimentarse. Equipos auxiliares: Sistema que impida el contacto residuo-aire (capa de aceite en los depósitos abiertos, o de gas inerte en los cerrados). Sistema de aireación (cascada, pulverizador o sistema de tiro forzado) para oxidar las sales de hierro y manganeso, convirtiéndolas en insolubles y provocando así su precipitación.

A.2.) Separador de aceite.

Se hace necesaria la eliminación del aceite que pueda contener el residuo, con el fin de evitar posibles taponamientos en la roca almacén. Se lleva a cabo en un tanque equipado con baffles, operación relativamente rápida. El residuo se pasa a continuación por un clarificador.

A.3.) Clarificador para la eliminación de partículas en suspensión.

Los hay de dos tipos: a) Decantación gradual a través de un sistema de tanques. Este proceso puede ser acelerado añadiendo agentes floculantes (sulfato de aluminio, sulfato férrico o aluminato sódico, por ejemplo) formadores de precipitados gelatinosos que atrapan las partículas en suspensión. El pH del residuo debe ajustarse para facilitar la formación del precipitado gelatinoso. b) Clarificador equipado con agitador mecánico, rastrillo de lodos y espumadora superficial. Este segundo sistema permite la separación simultánea y continua del aceite y del lodo.

A.4.) Filtro.

Su fin es rebajar aún más el contenido en partículas en suspensión con que sale el residuo del clarificador. Su inclusión en la planta está condicionada principalmente al tamaño de poros de la formación evacuadora. En arenisca de fácil colmatación se hace necesaria su utilización. No así en series calizas con una red tupida de diaclasas y cavernas. Existen dos tipos de filtros: Criba metálica revestida con tierra de diatomeas y filtros de cartuchos. Deben ser de fácil acceso, limpieza y sistema de recambio.

A.5.) Unidad de tratamiento químico.

Cuando el residuo contiene microorganismos, se utiliza una pequeña bomba alternativa para inyectar cantidades fijas de bactericida apropiado. Los más utilizados son: aminas cuaternarias, formaldehidos, sulfatos de cobre, cloro e hidrocarburos clorados.

A.6.) Depósito de residuos tratados.

Construidos de acero sin revestimiento y provisto de un flotador-interruptor que actúa sobre la bomba de inyección. Se debe evitar el uso de depósitos abiertos a la atmósfera para no facilitar el desarrollo de microorganismos aerobios.

B) Estimulación previa de la formación de evacuación

Se realiza con el fin de aumentar la porosidad («Inyectabilidad» más ampliamente) de la roca almacén. Este proceso se puede aplicar, tanto a rocas ya taponadas por anteriores inyecciones de residuos como a formaciones de evacuación vírgenes aún. Existen dos procedimientos de estimulación: 1.º acidificación con la que se disuelven los constituyentes solubles como el carbonato cálcico, y 2.º fracturación hidráulica que produce una red de fracturas que se extienden a partir del pozo. Para mantener abiertas estas fracturas se pueden inyectar diversas sustancias apropiadas.

C) Equipo de inyección

C.1.) Bomba de inyección.

La elección de la bomba de inyección depende principalmente de tres factores: a) presión en la

cabeza del pozo, b) volumen de residuos y c) poder corrosivo del residuo. Para presiones hasta 10,5 Kg/cm² se utilizan bombas centrífugas de un solo escalonamiento. Para presiones superiores se pueden utilizar bien bombas centrífugas con varios escalonamientos, o bien bombas de pistón múltiple

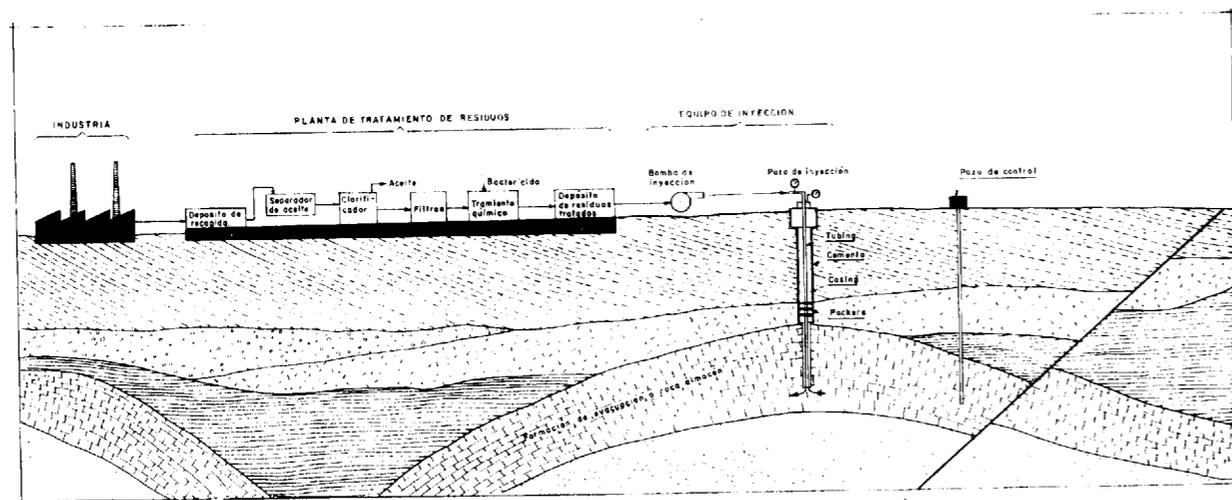


Fig. 3

(aisladas o conectadas en paralelo). Las bombas alternativas proporcionan un volumen constante de fluido, bajo una extensa gama de presiones.

C.2.) Pozo de inyección (fig. 3).

El diseño del pozo está condicionado principalmente por la profundidad requerida, la presión de inyección y las propiedades corrosivas del residuo.

En esencia consta de dos tubos coaxiales: el entubado exterior (casing) y un tubo interior (tubing) por el interior del cual se inyectan los residuos.

El espacio anular entre el casing y la roca horadada se rellena generalmente de cemento.

El diámetro del casing disminuye discretamente en sentido descendente. Gran diámetro por encima del nivel freático. Diámetro medio hasta el techo de la formación de evacuación y diámetro pequeño en el interior de ésta.

El tubing y el casing se mantienen coaxiales mediante discos anulares denominados «parkers» que por lo general están dispuestos en dos series, una en el fondo y la otra en la cabeza del sondeo.

El espacio anular entre el casing y el tubing puede llenarse de un fluido inerte. Se instala un manómetro para medir los cambios de presión que, en este espacio anular, se pudieran producir por es-

capas, tanto en el tubing como en el casing. En algunos casos, el fluido en el espacio anular es mantenido a una presión superior a la de los residuos que circulan por el tubing. Así, si el tubing se rompiera, los residuos no se introducirían en el espacio anular.

El uso del tubing se hace necesario cuando los residuos que se inyectan tienen propiedades corrosivas. Es más barato dar propiedades anticorrosivas a la pared interior del tubing que a la del casing; sin embargo, al ser menor el diámetro del tubing, se necesita trabajar a mayor presión. Es práctica corriente revestir la superficie interna del tubing con plástico o cemento.

Cierre de la base del pozo (fig. 4, según Donaldson, 1963). Existen varios tipos: a) Cierre perforado (fig. 4 a). Se prolonga el casing hasta la misma formación de evacuación y se cementa en toda su longitud. Después se perfora la porción de casing, que está en el interior de la formación de evacuación, por medio de disparos radiales o cualquier otra técnica. Este tipo de cierre se emplea, tanto en formaciones compactas como en las poco consolidadas. b) Cierre abierto (fig. 4 b). Se emplea el casing sólo hasta el techo de la roca almacén, cementando hasta esa misma profundidad. Se continúa la perforación del pozo a través de la formación de evacuación sin más requisitos. Se utiliza únicamente en rocas altamente consolidadas. c) Cierre con grava (fig. 4 c), se emplea casing sólo hasta el techo de la roca almacén. Se cementa. Se continúa en profundidad el pozo con un diámetro mayor, y la cavidad ensanchada formada se rellena con grava. Existe otra modalidad de este procedimiento que consiste en colocar o un forro perforado o un tamiz cilíndrico a

modo de prolongación del casing. Entonces se introduce la grava a través del espacio anular, quedando así depositada alrededor del tamiz con la ayuda de la circulación de un fluido. Esta técnica se utiliza en formaciones de arenas no consolidadas para impedir que dicha arena llene, al desmoronarse, la sección del fondo del pozo, dificultando así la salida hacia la formación de los residuos inyectados.

en las proximidades del punto de evacuación, bien aprovechando los sondeos efectuados para el estudio geológico de detalle, bien llevando a cabo nuevos sondeos si fuera preciso. En cada uno de estos sondeos se tomarán las medidas que —según el tipo de residuo evacuado— mejor reflejen su historia dinámica en la formación de evacuación. A partir de las medidas de cada pozo se pueden construir las consiguientes «curvas de nivel», que re-

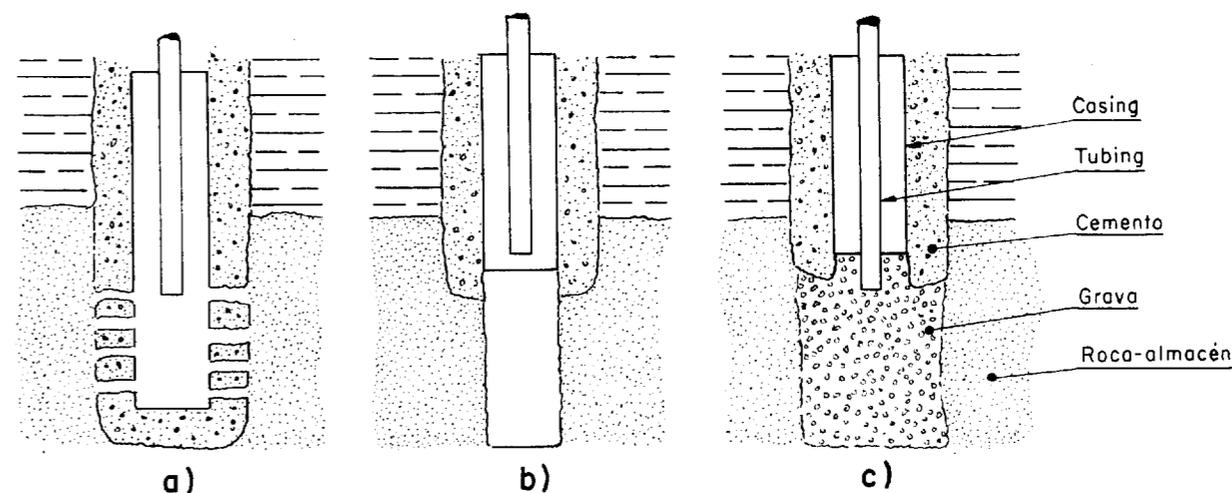


Fig. 4

Una vez construido el pozo, se pondrá a punto para que entre en funcionamiento. La primera labor a realizar es de limpieza, evacuando los lodos utilizados en su perforación, mediante un lavado con agua inyectada por el tubing y que asciende —con los lodos en suspensión recogidos en el trayecto— por el espacio anular existente entre el tubing y el casing. Se efectuarán a continuación unos ensayos de bombeo, a partir de los cuales, se confeccionarán los correspondientes ábacos para relacionar todos los factores en juego. Con estas pruebas, se establecerá un caudal óptimo de inyección. Por último, y antes de comenzar la inyección de los residuos, se puede crear una zona de amortiguamiento dentro de la formación de evacuación mediante el bombeo de grandes cantidades de agua compatible con el residuo inyectado. Esta zona de amortiguamiento no evita tener que limpiar los residuos de las partículas que lleva en suspensión.

D) Pozos de control

Se establecerá una red de pozos de control —de acuerdo a una distribución previamente estudiada—

que reflejan la disposición, en cada momento, de los residuos inyectados.

En la tabla I (según Donaldson, 1963), se incluye un resumen de datos técnicos de las principales compañías americanas.

IV. DISPOSICIONES LEGALES Y CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

Hasta el momento no existen en España disposiciones legales que regulen la inyección de residuos industriales en el subsuelo.

En los Estados Unidos, pionero de esta técnica, las leyes al respecto varían de un estado a otro. En cinco estados no está permitido su práctica. En más de la mitad, existen organismos oficiales encargados de su control, y muy recientemente diecinueve estados ofrecen facilidades (reducción de impuestos) a la industria privada para promocionar la lucha contra la contaminación en general.

En la tabla II (según Wright, 1970), se incluyen los datos económicos más recientes que se conocen:

T A B L A I

Compañía	Tipo de residuo	Coefficiente inyección gmp	Presión inyección psi	Profundidad de los pozos pies	Edad de la formación tipo y nombre	Costa total del sistema \$	Fecha de la puesta en marcha	Problemas, solución y observaciones
Compañía A	Salmuera e hidrocarburos clorados.	200	500	12.045	Precámbrico neis fracturado.	1.419.000	Mayo 1962	Microorganismos en el residuo.
Compañía B	Solución al 4 % de sulfato sódico.	300	45	295	Arenisca.	(1)	Junio 1951	Ninguno.
Compañía C	Residuo básico pH 10 +.	70	1.000	6.160	Cámbrico arenisca (Mount Simon).	250.000	Nov. 1960	Filtración inadecuada. Planificado un filtro más ancho.
Compañía D	Hidróxidos de Mg y Ca.	200	Vacio	490	Pérmico, capa de sal (Hutchinson).	(1)	(1)	Ninguno.
Compañía D	Residuo de manufacturas; el pH puede cambiar de 1 a 9 en ocho horas.	400	Vacio	4.150	Ordovicense, caliza oquerosa (Arbuckle).	700.000	Dic. 1967	Corrosión y golpe de agua. Planificada una tubería más pesada.
Compañía E	Residuo lacrimógeno de unidades de aeroleína y glicerina.	700	150-170	1.960	Pleistoceno, arena no consolidada.	185.000	1956	La incursión de arena aumentaba la presión de la inyección. El pozo es limpiado cada cuatro meses.
Compañía E	Solución acuosa fenoles, mercaptanos y sulfuros.	215	30-90	1.795	Pleistoceno, arena no consolidada.	30.000	Sept. 1959	Inyección de arena. Limpieza periódica.
Compañía G	Fenoles, mercaptanos, sulfuros y salmuera.	100	40-100	1.980	Pleistoceno, arena no consolidada.	(1)	Marzo 1960	Inyección de arena. Limpieza periódica.
Compañía H	Fenoles e hidrocarburos clorados.	200	450	4.000	Devónico, caliza oquerosa (Dundee).	(1)	1950	Ninguno.
Compañía H	Salmuera.	200	150	4.000	Devónico, caliza oquerosa (Dundee).	(1)	1931	Ninguno.
Compañía H	Fenoles, mercaptanos y sulfuros.	50	—	4.000	Devónico, caliza oquerosa (Dundee).	(1)	1950	Ninguno.
Compañía H	Líquido depurador cáustico, gastado, pH 9.	50	950	4.000	Devónico, caliza oquerosa (Dundee).	(1)	1955	Ninguno.
Compañía I	Fenoles del horno de coque y agua de refrigeración.	50	300	563	Silúrico, arenisca (Silvania).	25.000	Agosto 1956	Presión de la boca del pozo alto. Acidificación y fracturación.
Compañía J	Residuo orgánico.	60	500	1.472	Devónico, caliza arenosa (Dundee), Traverse, Dundee y Mourroo.	400 000	1954	Ninguno.
Compañía K	Residuo de ácido sulfúrico.	400	Vacio	1.830	Pérmico, arenisca (Yeso).	562 000	Enero 1960	Los microorganismos disminuyeron la inyectabilidad. Formado.
Compañía L	Detergentes disolventes y sales.	254	280	1.807	Ordovicense, caliza oquerosa (Arbuckle).	300 000	Feb. 1960	Fallo mecánico del equipo de superficie.
Compañía M	Solución de ClH al 38 %.	14	—	1.110	Arena no consolidada (Glorieta).	(1)	Abril 1962	Ninguno.
Compañía N	Valor de despojo y purga de la torre enfriadora.	50	10-20	1.110	Arena no consolidada (Glorieta).	(1)	1959	Ninguno.
Compañía N	Efluentes de refinerías de petróleo acuoso.	400	50-70	1.110	Arena no consolidada (Glorieta).	(1)	1958	Ninguno.
Compañía O	Fenoles y salmuera.	75	400	7.650	Eoceno, arena y arcilla (Frito).	(1)	1958	Presión de inyección alta. Acidificación periódica.

T A B L A II

Comparación económica (en \$ USA)

Planta	Coste de instalación		Coste de producción/año		Ahorro anual
	Evacuación subterránea	Evacuación convencional	Evacuación subterránea	Evacuación convencional	
A	225.000	500.000	20.000	100.000	80.000
B	300.000	140.000	52.000	178.000	126.000
C	468.000	1.250.000	62.000	395.000	333.000
D	270.000	sin datos	100.000	600.000	500.000

Un factor que altera enormemente el costo de la instalación es la naturaleza corrosiva o no del residuo.

V. CONCLUSIONES

El problema de la contaminación es cada día mayor y más acuciente. El creciente volumen industrial y unas leyes, que se perfilan más severas, hacen pensar en nuevos métodos de evacuación de residuos.

Cada problema de evacuación de residuos tiene sus características propias.

La inyección de residuos líquidos en el subsuelo puede ofrecer una solución para muchos problemas difíciles de evacuación; pero esta posibilidad únicamente puede tenerse en consideración cuando la zona en donde se encuentra la factoría ofrezca, con toda certeza, unas condiciones geológicas favorables para tales fines. Si es así, el factor económico juega un importante papel a la hora de decidir entre los métodos convencionales y el aquí descrito.

Agradecimientos.

El autor expresa su más sincero agradecimiento a don Ricardo M. Echevarría y don Gonzalo Gallego, por el apoyo que de ellos recibió para la confección del presente trabajo. D. José Enrique Azcárate, revisó el original aportando nuevas sugerencias, por lo que el autor le queda profundamente agradecido.

BIBLIOGRAFÍA

- BURGAUD, J. L. (1968). *L'Etude des problèmes d'eaux industrielles* «Rev. Int. Hyd. Terres et eaux», núm. 55.
- DONALDSON, E. C. (1963). *Surface disposal of industrial wastes in United States*, «U. S. Bureau of Mines».
- GALLEGO, G. y ECHEVARRÍA, R. M. (1968). *Evacuación de residuos industriales por inyección en el subsuelo*. «I. G. M. E.».
- GALLEGO, G. (1969). *Evacuación de residuos industriales en el subsuelo mediante pozos absorbentes*. Conferencia pronunciada en la Escuela de Ingenieros Técnicos de Bilbao, el 27 de febrero.
- GÓMEZ-PALLETE, F. (1969). *Evacuación de residuos industriales en el subsuelo mediante sondeos*. Memoria Fin de Carrera E. T. S. I. de Minas de Madrid, Sin publicar.
- HARTMAN, C. D. D. *Deep Well Disposal at Midwest Steel*. National Steel Corporation. «Portage», Indiana.
- HECKARD, J. M. *Deep Well Injection of Liquid Waste*. «Dames & Moore. Engineerin Bulletin», 35.
- JONES, P. H. (1961). *Hydrology of radioactive-waste disposal at the Idaho Chemical Processing Plant, National Reactor Testing Station*. Idaho. «Beol. Sur. Res.», 424-D.
- JONES, P. H. and SHUTER, E. (1962). *Hydrology of radioactive waste disposal in the MTR-ETR Area. National Reactor Testin Station, Idaho*. «Geol. Sur Res.», 450-C.
- MARTÍN, M. et DELOUVRIER, J. (1966). *L'application des techniques d'injection à l'évacuation contrôlée des eaux polluées industrielles dans le couches profondes du sous-sol*. «Rev. Ass. Tech. Ind. Papetière», núm. 3, vol. 20.
- SIPLE, G. E. (1964). *Geohydrology of storage of radioactive waste in crystalline rocks at the AEC Savannah River Plant*, S. Carolina. «Geol. Sur. Res.», 501-C.
- SKIBITZKE, H. E. (1961). *Contributions to problems of radioactive waste disposal. Temperature rise radioactive liquid waste injected into deep formations*. «Geol. Sur. Prof.», 386-A.
- VALLE, J. del (1966). *Estudio previo sobre las posibilidades de inyección de residuos en la cuenca del Oria*. «I. G. M. E.».
- WES, S. W. (1961). *Disposal of uranium-mill effluent near Grants, New México*. «Geol. Sur. Res.», 424-D.
- WRIGHT, J. L. (1970). *Disposal wells are a worthwhile risk*. «Min. Eng.», August., pp. 62-63.
- Comercial Solvents Co. Dames & Moore (1968). *Feasibility Study. Proposed deep-well injection system, chemical plant at Sterlington, Louisiana*. USA.
- The Dep. of Public Health and Welfare. Jefferson City. Missouri (1968). *Guidelines and Minimum Criteria for Deep Well Injection of liquid Waster*. «Missouri Water Pollution Board».

Recibido: 6-XI-70.

GEOBIOLOGIA, GEOFISICA, GEONUCLEONICA Y GEOQUIMICA

Estudio estadístico de los parámetros elásticos y su posible correlación con las rocas sedimentarias

por M. LOPEZ-LINARES (*)

RESUMEN

Considerando el problema de obtener más información del sismograma y la posibilidad de realizar un análisis del ruido, se ha estudiado la teoría del modelo de «scattering» de R. Bowman en el caso particular de que las constantes de Lama varíen y la densidad permanezca constante. Un ejemplo ilustrativo, utilizando un registro de velocidad como modelo, se ha desarrollado para determinar en qué grado la energía producida por «scattering» contribuye a la información obtenida en el registro. El resultado indica que esta energía es pequeña pero significativa.

Como complemento al problema de deducir información acerca de la distribución de los parámetros elásticos de los valores de las propiedades estadísticas observadas (auto- y crosscorrelación de las trazas sísmicas), se ha llevado a cabo un primer intento para encontrar relaciones entre los diversos tipos de rocas sedimentarias y la distribución de los parámetros elásticos. Se ha realizado este trabajo en catorce partes diferentes de los registros continuos de velocidad, que aparentan satisfacer el modelo de «scattering», correspondientes a varias rocas sedimentarias de diferentes zonas y formaciones geológicas. Se ha encontrado que $\overline{\Delta \lambda^2}$ (la variancia de las fluctuaciones de la constante de Lama) e

$I_2 = \int_0^{\infty} R \varphi(R) dR$ (donde $\varphi(R)$ es la autocorrelación espacial normalizada de las anteriores fluctuaciones) son proba-

blemente los mejores parámetros que sirven para diferenciar entre diferentes tipos de rocas sedimentarias. Debido a la escasez de muestras en algunos de estos tipos de rocas, estas conclusiones no deben considerarse completamente definitivas.

SUMMARY

Having in mind the problem of obtaining more information from the seismogram and the possibility of making an analysis of the noise, the theory of the seismic scattering model, as studied by R. Bowman in the case of Lamé's constants varying and density constant, is reviewed and summarized. One illustrative example using a velocity log as model is worked out to determine to what degree the scattered energy contributes to the recording. The result indicates that the scattered energy is small but significant.

As a complement to the problem of deducing statistics about the distribution of the elastic parameters from the observed statistics (auto and crosscorrelation of seismic traces) a first attempt is carried out to find connections between several types of sedimentary rocks and the distribution of elastic parameters. Work is done in 14 different sections of continuous velocity logs, which from the general appearance seems to satisfy the scattering model, corresponding to several classes of sedimentary rocks belonging to different areas and geologic formations. It is found

that $\overline{\Delta \lambda^2}$ (variance of fluctuations of Lamé's constant) and $I_2 = \int_0^{\infty} R \varphi(R) dR$ (where $\varphi(R)$ is the normalized space auto-

correlation of the above fluctuations) are probably the best parameters to differentiate between types of sedimentary rocks. Due to lack of enough samples in some of the rock types, these conclusions are somewhat tentative.

(*) Dr. Ingeniero de Minas, M. S. en Geofísica por el M. I. T.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el método sísmico de reflexión, en prospección geofísica, se ha utilizado con éxito creciente para determinar la estructura geológica de formaciones subterráneas, confeccionando un mapa que muestre las condiciones favorables para la acumulación de petróleo y gas. A pesar de que esta técnica ha sido muy eficaz, hay, sin embargo, un gran número de problemas que permanecen sin resolver desde que la prospección sísmica empezó a utilizarse. Se ha progresado en diversos aspectos, pero probablemente, el mayor avance se ha realizado en el diseño y construcción de equipos de registro. El desarrollo de los métodos de interpretación de la información registrada en los sismogramas no ha progresado tanto. El problema principal en esta interpretación consiste en la selección de las reflexiones, separando la señal del ruido, y a este fin se ha dirigido la mayor parte del esfuerzo de los geofísicos. Esto no es una tarea muy difícil cuando se trata de un sismograma ideal, en el que las reflexiones están separadas por intervalos casi desprovistos de ruido. En sismogramas peores las reflexiones pueden localizarse por medio de las alineaciones de los máximos, pero los intervalos entre las reflexiones presentan oscilaciones de amplitud comparable a la de una reflexión. En el límite las alineaciones desaparecen y nos encontramos con un registro de energía que parece estar lleno de reflexiones, pero ninguna de ellas puede identificarse o usarse como una base para la interpretación. En este caso particular, el análisis de la señal es muy difícil, y, en consecuencia, se ha sugerido el análisis del ruido en sí. Esto representa un intento para obtener un nuevo tipo de información del sismograma.

El primer intento para resolver este problema será encontrar un mecanismo que produzca cambios de amplitud en el sismograma. Se han intentado varios modelos. En algunos casos, parece que el modelo más conveniente es el de «scattering». El ruido de un sismograma podría ser producido por un gran número de «scatterers» (pequeñas inhomogeneidades) distribuidas por toda la tierra. Estos «scatterers» podrían ser producidos por variaciones localizadas de las propiedades físicas de la tierra, por planos en las capas que tengan una extensión horizontal limitada, o por cualquier otro tipo de anomalías que se aparte de la homogeneidad. Cada «scatterer» produce un pequeño impulso reflejado que alcanza el sismómetro y, por consiguiente, cada traza en el sismograma representa la suma de un gran número de estos impulsos.

Lifshits y Parkhomovski fueron los primeros que estudiaron el modelo de «scattering» con pe-

queñas inhomogeneidades, principalmente en medios anisótropos, ya que estaban interesados en la propagación a través de cristales orientados al azar.

Más tarde, R. Bowman aplicó este modelo a las condiciones existentes en la tierra y al problema sísmológico para encontrar la propagación de las ondas en un medio estadísticamente inhomogéneo, con una distribución continua y estacionaria de la inhomogeneidad: conociendo la autocorrelación de las inhomogeneidades —es decir, la única propiedad estadística conocida, ya que la exacta distribución de las inhomogeneidades en el espacio es desconocida—, estudió el movimiento de las ondas elásticas en el medio, encontrando la solución del plano de onda para un movimiento medio —en el caso de frecuencias bajas—. Los dos modelos utilizados por él son isotrópicos. En uno, las constantes de Lamé varían y la densidad es constante, y en el otro, únicamente la densidad varía. Se ha pensado que un registro continuo de velocidad podría ser una representación razonable de ese modelo.

Un primer paso en el análisis del ruido, en este modelo determinado, es una investigación del grado en que la energía dispersada por «scattering» contribuye al ruido.

En la primera parte de este trabajo vamos a tratar de hacer una tentativa para resolver ese problema, determinando si hay suficiente energía en la onda producida por «scattering» para justificar el ruido sísmico, utilizando el primer modelo representado por un registro de velocidad, en el cual hemos hecho también la suposición de que las inhomogeneidades en λ son iguales a una constante multiplicada por las inhomogeneidades en μ .

Esta hipótesis está bastante justificada en el caso de el registro de velocidad, que vamos a utilizar.

Otro problema importante es el inverso del tratado, por R. Bowman: dadas las propiedades estadísticas en un medio, encontrar las propiedades estadísticas del mecanismo que lo genera. Este problema no ha sido tratado todavía, tanto teórica como experimentalmente. Creo que sería muy importante resolver este problema, por lo menos experimentalmente, para hacer posible la deducción de las propiedades estadísticas acerca de la distribución de los parámetros elásticos, partiendo de las propiedades estadísticas observadas, es decir, la auto y crosscorrelación de las trazas sísmicas. Un complemento muy importante a este problema es intentar encontrar relaciones entre los diferentes tipos de rocas sedimentarias y la anteriormente mencionada distribución de los parámetros elásticos. Un primer intento para encontrar esas relaciones se desarrolla en la segunda parte de este trabajo. Se han tomado varios registros continuos de velocidad, los cuales, por su apariencia general,

parecen satisfacer los requisitos del modelo de «scattering».

Se han estudiado las diferentes clases de propiedades estadísticas de los parámetros elásticos, tratando de encontrar sus relaciones con los diferentes materiales de la tierra.

Si es posible encontrar verdaderas relaciones entre los diferentes tipos de rocas y la distribución de los parámetros elásticos, y si además se puede ir hacia atrás, por lo menos experimentalmente, en el trabajo de R. Bowman, encontrando relaciones entre las propiedades estadísticas observadas en el sismograma, es decir, la auto y crosscorrelación de las trazas sísmicas y las propiedades estadísticas del mecanismo generador, entonces sería posible obtener información acerca del tipo de litología en el interior de la tierra, en función de las propiedades estadísticas del sismograma.

III. TEORÍA

Como base para el trabajo que vamos a desarrollar, vamos a resumir a continuación la teoría del modelo de «scattering» de las pequeñas inhomogeneidades considerando la densidad constante y las variables λ y μ , lo mismo que el problema de «scattering» de las ondas elásticas debido a pequeñas inhomogeneidades de los parámetros elásticos. Ya que los registros de velocidad con los que vamos a trabajar representan una buena aproximación de esta situación física.

a) Modelo de «scattering» de pequeñas inhomogeneidades

Este modelo es el de un cuerpo sólido perfectamente elástico e isotrópico, en el cual la densidad es constante, pero los parámetros elásticos varían al azar en el espacio, sin tener ninguna determinada dirección sus fluctuaciones. La distribución exacta de las inhomogeneidades es desconocida, pero, sin embargo, sabemos que el valor de cada parámetro elástico a lo largo de cualquier dirección es igual al valor medio (media del conjunto o media espacial) más una desviación respecto a la media.

b) Propagación de las ondas en un modelo de «scattering» de pequeñas inhomogeneidades

No conocemos la distribución exacta de las inhomogeneidades en el espacio; sólo conocemos su autocorrelación; por eso no podemos obtener la solución exacta, pero, sin embargo, podemos encontrar el comportamiento medio del medio.

Para realizar esto, se introduce el concepto de conjunto, que representa una colección de la distribución específica de las inhomogeneidades; los miembros del conjunto tienen propiedades estadísticas comunes (la media y la autocorrelación), pero sin embargo, se diferencian en la forma exacta. El conjunto, por consiguiente, comprende todas las formas posibles que la distribución de inhomogeneidades puede tomar en una situación dada, y proporciona las propiedades estadísticas de cada distribución. El comportamiento medio es la media de todas las soluciones exactas de todos los medios que comprende el conjunto.

Por tanto, para encontrar la ecuación de la solución media en un medio con densidad constante, escribiremos la ecuación del desplazamiento en uno de los medios del conjunto. En forma tensorial, es la siguiente:

$$\rho \omega^2 u_i + \frac{\partial}{\partial x_k} \left[A_{ijklm}(\vec{r}) \frac{\partial u_l}{\partial x_m} \right] = 0. \quad (1)$$

A_{ijklm} = tensor módulo elástico; i = media del conjunto, luego podemos poner

$$u_i(\vec{r}) = \bar{u}_i + \Delta u_i(\vec{r}). \quad (2)$$

$u_i(\vec{r})$ = desplazamiento en el medio i
 \bar{u}_i = desplazamiento medio,
 y lo mismo con el tensor del módulo elástico, luego substituyendo estos valores en la ecuación del movimiento, y tomando la media del total del conjunto, obtenemos la siguiente ecuación

$$\rho \omega^2 \bar{u}_i + A_{ijklm} \frac{\partial^2 \bar{u}_l}{\partial x_k \partial x_m} = - \frac{\partial}{\partial x_k} A_{ijklm} \frac{\partial \Delta \bar{u}_l}{\partial x_m} \quad (3)$$

$\frac{\partial \Delta \bar{u}_l}{\partial x_m}$ = derivada de los términos de la desviación.

Ahora, para desarrollar la ecuación del movimiento en un medio específico, escribiremos la solución integral de $\frac{\partial \Delta \bar{u}}{\partial x_q}$, como suma de la integral de volumen y dos integrales superficiales, utilizando la función elástica de Green, y luego substituyendo esto en la ecuación (3), obtenemos lo siguiente

$$\rho \omega^2 \bar{u}_i + A_{ijklm} \frac{\partial^2 \bar{u}_l}{\partial x_k \partial x_m} = \frac{\Delta A_{ijkpq} \Delta A_{slim}}{4\pi\rho} \times \times \frac{\partial}{\partial x_k} \int_{V'} G_{ps} \frac{\partial^2}{\partial x'_q \partial x'_l} \varphi(R) \frac{\partial \bar{u}_l}{\partial x'_m} dV'. \quad (4)$$

Esta es la ecuación del desplazamiento medio.

La solución normal de esta ecuación $u_i(\vec{r})$ en la forma de onda plana, es

$$\bar{u}_i(\vec{r}) = B_i e^{i\vec{q} \cdot \vec{r}}. \quad (5)$$

En la ecuación resultante resolvemos para hallar el valor q .

Encontramos los valores característicos del factor de propagación q_l y q_t para las ondas longitudinal y transversal.

$$q^2 = \frac{\rho \omega^2}{(\lambda + 2\mu)(\alpha + 2\beta)} \quad q^2 = \frac{\rho \omega^2}{\mu + \beta}. \quad (6)$$

Estas expresiones de los factores de propaga-

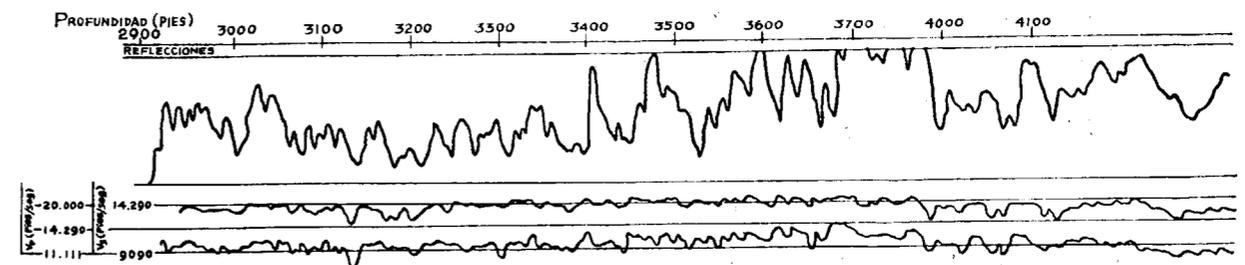


Fig. 1. -Una parte del registro continuo de velocidad de la fig. 4 (b) del art. de Vogel (1952, pág. 592)

ción pueden simplificarse en el caso particular en que tengamos frecuencias bajas comparadas con el valor de las inhomogeneidades, obteniendo los siguientes valores:

$$q_l = \frac{\omega}{C_l} [1 + a_1 + a_2 \omega^2 I_2] + i a_3 \omega^4 I_3$$

$$q_t = \frac{\omega}{C_t} [1 + b_1 + b_2 \omega^2 I_2] + i b_3 \omega^4 I_3 \quad (7)$$

donde C_l y C_t representan la velocidad longitudinal y transversal.

$$I_2 = \int_0^\infty R \varphi(R) dR \quad e \quad I_3 = \int_0^\infty R^2 \varphi(R) dR$$

$a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$ son funciones paramétricas de las velocidades y de $\bar{\lambda}, \bar{\mu}, \Delta\bar{\lambda}, \Delta\bar{\mu}$.

Por consiguiente, vemos que en el caso de frecuencias bajas comparadas con la escala de las inhomogeneidades, el factor de amortiguamiento del movimiento medio de la onda plana en este determinado medio, es proporcional a ω^4

y a $I_3 = \int_0^\infty R^2 \varphi(R) dR$ donde $\varphi(R)$ es la función de autocorrelación de las inhomogeneidades.

III. EXPERIMENTO I

Vamos a realizar un primer intento para resolver el problema de determinar si hay energía suficiente en la onda producida por «scattering» para justificar el ruido sísmico registrado en la superficie.

Los únicos datos disponibles que hemos podido encontrar fueron unos registros continuos de velocidad (v_p y v_s), registrados en el Condado de Leer, Nuevo Méjico, EE. UU., por la compañía Shell. La figura 1 muestra una parte de este registro tomado de la figura 4 (b) de un artículo de Vogel (fig. 2).

La región desde 3.000 a 4.000 pies se eligió para estudiar, debido a que se muestra aparentemente estacionaria. En esta región, las formaciones geológicas consisten en dolomías y anhidritas del Permiano, para las cuales hemos tomado una densidad de 3.0. Las variaciones de la velocidad transversal tienden a seguir aquellas variaciones de la velocidad longitudinal, y por lo tanto, la suposición de que $\lambda = \mu$ es satisfactoria en este determinado problema. En la figura 3 se muestra una gráfica de las variaciones de λ con la profundidad (con lecturas cada 2,262 pies), como derivación de las anteriores suposiciones.

El factor de propagación q_l de las ondas longitudinales (ecuación (7)) se reduce, en el caso de $\lambda = \mu, a$

$$q_l = \frac{\omega}{C_l} \left[1 + \frac{\epsilon}{30} \left[47 + 8 \left(\frac{C_l}{C_t} \right)^2 \right] + \frac{\epsilon}{30 C_l^4} \left[31 + 4 \left(\frac{C_l}{C_t} \right)^4 \right] \omega^2 \int_0^\infty R \varphi(R) dR \right] + i \left[\frac{\epsilon}{30 C_l^4} \left[47 + 8 \left(\frac{C_l}{C_t} \right)^2 \right] \omega^4 \int_0^\infty R^2 \varphi(R) dR \right] \quad (8)$$

Donde

$$\epsilon = \frac{\bar{\lambda}^2}{9 \bar{\lambda}^2}$$

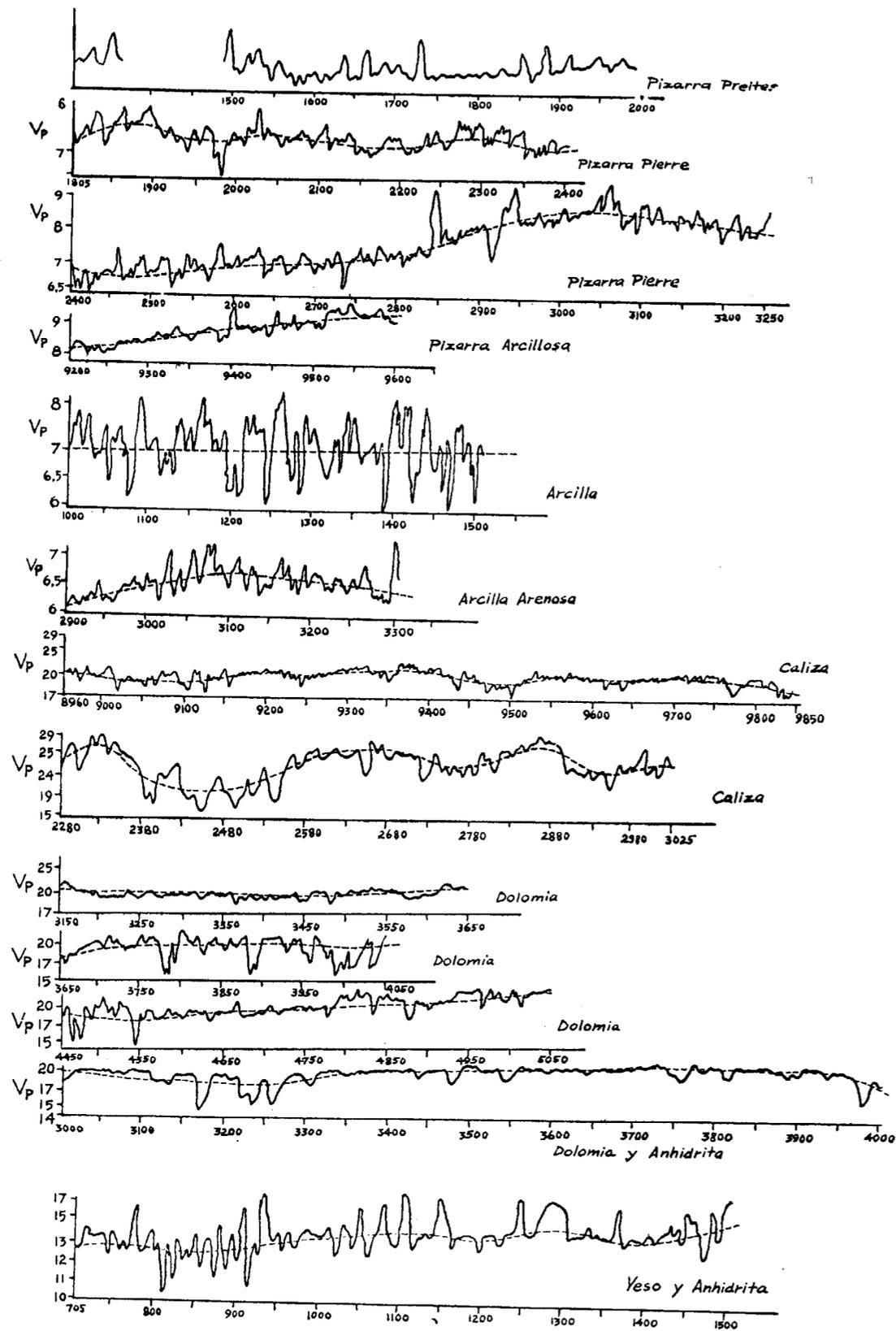


Fig. 2. — Fig. 4(b) del art. de Vogel. — Registros continuos de velocidad.

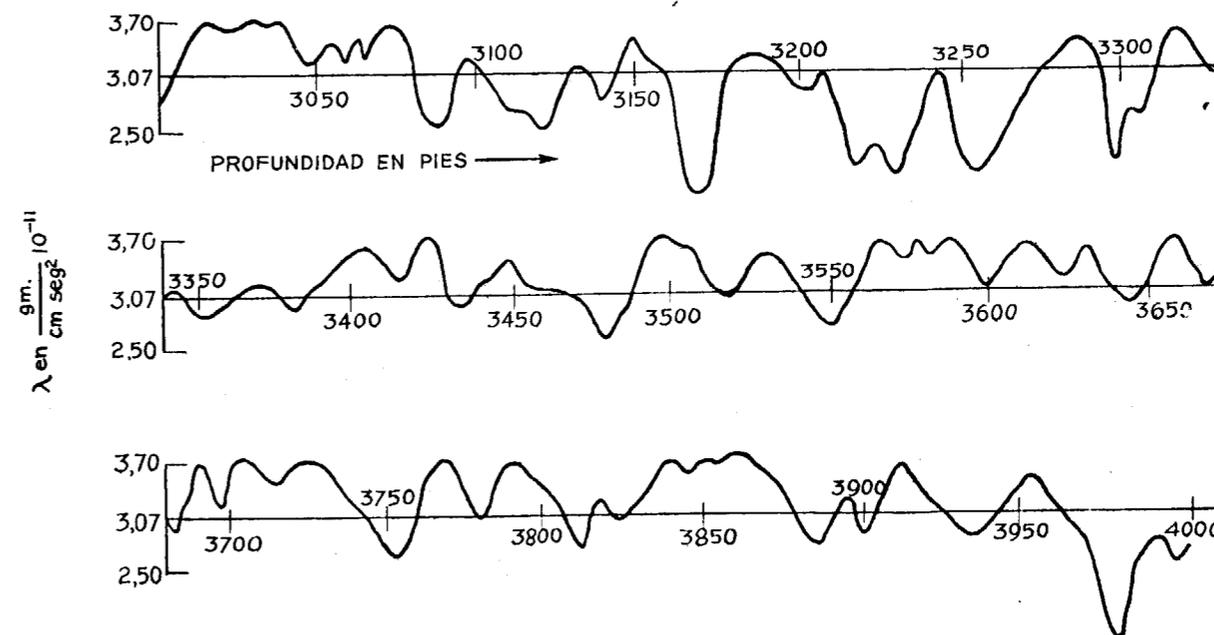


Fig. 3. — Variación de λ ($\lambda=\mu$) con la profundidad de la fig. 1.

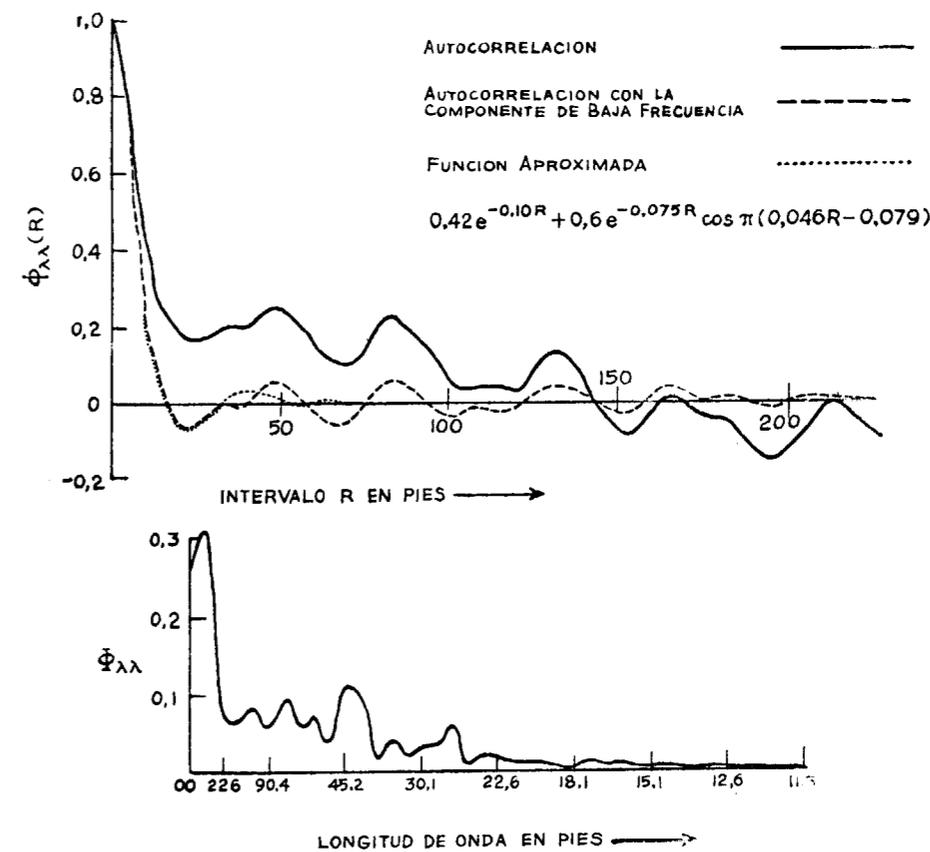


Fig. 4. — Autocorrelación y espectro de la variación de λ .

ψ = la función de autocorrelación normalizada de $\lambda' = \lambda - \bar{\lambda}$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \lambda_{i+p}}{\sum_{i=1}^n \lambda_i^2} \quad (9)$$

La línea continua de la figura 4 muestra la función de autocorrelación (y el espectro de potencia), calculada con un intervalo de 226 pies a lo largo de una profundidad de 1.000 pies. Esta onda no está dispuesta para poder ser integrada, y por tanto debe modificarse. Ante todo, se aprecia claramente una componente de baja frecuencia (longitud de onda, aproximadamente, 450 pies). Esta componente debe quitarse, ya que estamos interesados en el «scattering» producido por pequeñas variaciones. En segundo lugar, los valores de la función para grandes intervalos son poco exactos y muy grandes en valor absoluto. Estos errores son una consecuencia de las dificultades de la toma de muestras, y serían muy incrementados, al llevar a cabo las integraciones. Lo que se ha hecho es, primero: restar la componente de baja frecuencia, y luego, se ha desarrollado una función analítica que satisfaga a la primera parte del resto. Esta función es de la forma

$$C_1 e^{-aR} + C_2 e^{-bR} \cos(cR + d) \quad (10)$$

Y la curva se representa en la figura 4. Las integrales de (1) pueden llevarse a cabo analíticamente, y entonces encontramos

$$q_l = 55 \cdot 10^{-6} \omega + 97 \cdot 10^{-20} \omega^3 + 470 \cdot 10^{-19} \omega^4 \quad (11)$$

La figura 5 muestra la pérdida en amplitud de onda debida a «scattering», en este medio, por cada mil pies de propagación. Mostramos también en esta figura la curva de velocidad de grupo.

$$\bar{C}_l(\omega) = 1 - \frac{\epsilon}{30} \left[47 + 8 \left(\frac{\bar{C}_l}{C_l} \right)^2 \right] - \frac{\epsilon}{5 C_l} \left[31 + 4 \left(\frac{\bar{C}_l}{C_l} \right)^4 \omega^2 \int_0^\infty R \varphi(R) dR \right] \quad (12)$$

Un estudio de la verdadera amplitud del movimiento del terreno en los sismogramas en conexión con los resultados de «scattering» de este tipo, debería revelar si la energía producida por «scattering» contribuye apreciablemente en los valores registrados. Las cifras indican que la energía pro-

ducida por «scattering» es pequeña, pero que puede existir en el campo dinámico observado.

Además de esto, sería de interés examinar las medidas de amortiguamiento para tratar de encontrar posibles cambios de fase que pueden explicarse en términos de la anterior dispersión prevista.

IV. EXPERIMENTO II

En este experimento vamos a tratar de encontrar relaciones entre diversos tipos de rocas y la distribución de los parámetros elásticos.

Consideramos los factores que afectan a las propiedades elásticas de las rocas —en cuanto a lo que es posible conocer actualmente de datos empíricos—, para poder encontrar más tarde relaciones que puedan existir entre estas propiedades y nuestros resultados.

Los datos experimentales de todo el material que hemos encontrado muestran gran relación de dependencia entre la velocidad y la porosidad.

Además de la porosidad, la velocidad puede considerarse que depende también del material matriz; tamaño, distribución y forma de grano; cementación, líquido en los poros, presión y temperatura.

Se ha observado que, aproximadamente, las velocidades internas en las formaciones de areniscas y pizarras incrementan con la profundidad, y que este incremento parece ser proporcional a un sexto de la raíz de la profundidad. Las rocas sedimentarias muestran marcadas diferencias en elasticidad, que dependen de la composición petrográfica. Las propiedades elásticas de las rocas sedimentarias dependen mucho más de su textura e historia geológica que de la composición mineral. El efecto de la porosidad y descomposición es disminuir el módulo de elasticidad y la velocidad de la onda de un sedimento.

En las zonas de grandes espesores de rocas sedimentarias, la porosidad decrece con la profundidad. Por consiguiente, el módulo de elasticidad aumenta, y con él, la velocidad de la onda. La variación del módulo de Young con la presión está relacionada con los cambios en porosidad.

Excesiva compresión va acompañada de altos valores de la relación de Poisson, generalmente la relación entre la velocidad de la onda longitudinal y transversal cambia considerablemente con la profundidad en los sedimentos consolidados.

El efecto de la humedad o el contenido de agua en la velocidad de las rocas sedimentarias, es muy complicado. En las capas consolidadas (areniscas, calizas, pizarras, etc.), la humedad produce una disminución de la velocidad; en las capas no consolidadas, la humedad produce un aumento de la

velocidad. En los trabajos sísmicos de reflexión se hace uso del aumento de velocidad, y por tanto, mejora de las características de transmisión, colocando los disparos por debajo del manto de agua.

Muchas observaciones de la velocidad de las ondas elásticas parecen indicar una relación directa entre la edad geológica y la elasticidad. Sin embargo, el factor más importante es la cantidad de diastrofismo que una formación ha sufrido a lo largo de los tiempos geológicos. Un incremento

de explicar algunos de los aspectos de nuestros resultados con las anteriores propiedades, especialmente respecto a las diferentes muestras de rocas pertenecientes a la misma familia pero con diferentes propiedades físicas y químicas.

Procedimiento experimental y datos

Se han reunido 14 secciones de registros continuos de velocidad. Tres registros se han obtenido

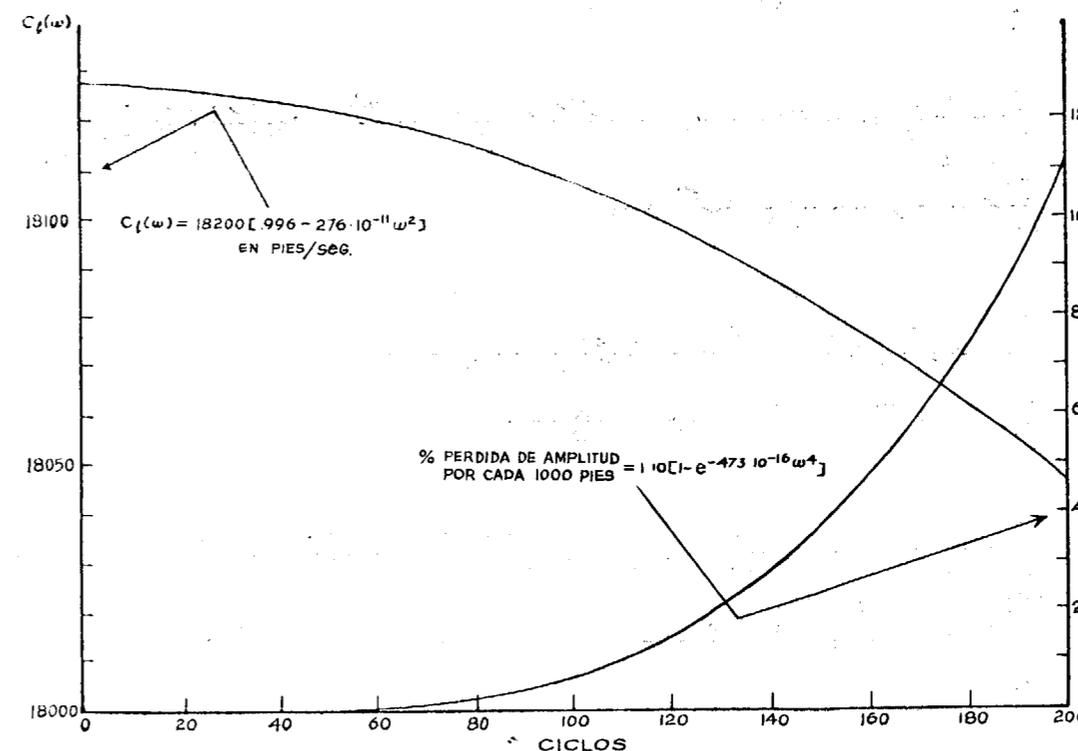


Fig. 5.—Atenuación y velocidades de grupo en función de la frecuencia.

en la edad aumenta las probabilidades de que haya habido un grado mayor de dinamometamorfismo. En consecuencia, cuanto mayor sea la edad geológica de la formación, menores serán los cambios de velocidad con la profundidad.

Hasta ahora hemos considerado los factores principales que afectan a las propiedades elásticas de las rocas sedimentarias. Sin embargo, estamos interesados principalmente en encontrar una propiedad estadística de los parámetros elásticos que caracterice, dentro de un campo de variación, un tipo determinado de roca, independientemente de las propiedades físicas o químicas que afecten a las diferentes rocas correspondientes a un mismo tipo. Sin embargo, siempre será muy interesante tratar

en diferentes partes de los Estados Unidos y Venezuela, pero siempre con el mismo tipo de aparatos y procedimientos. El transmisor y el receptor se han colocado verticalmente a cinco pies de distancia. Todas las secciones que hemos elegido parecen satisfacer los requisitos del modelo de «scattering», mostrando una apariencia estacionaria de modo que las oscilaciones alrededor del valor medio tenían una amplitud menor que 1/3 de la media. Se han quitado las componentes de baja frecuencia de todas las secciones, ya que estamos interesados principalmente en el fenómeno de «scattering» producido por variaciones de pequeña escala.

Las características de los registros de velocidad se resumen a continuación:

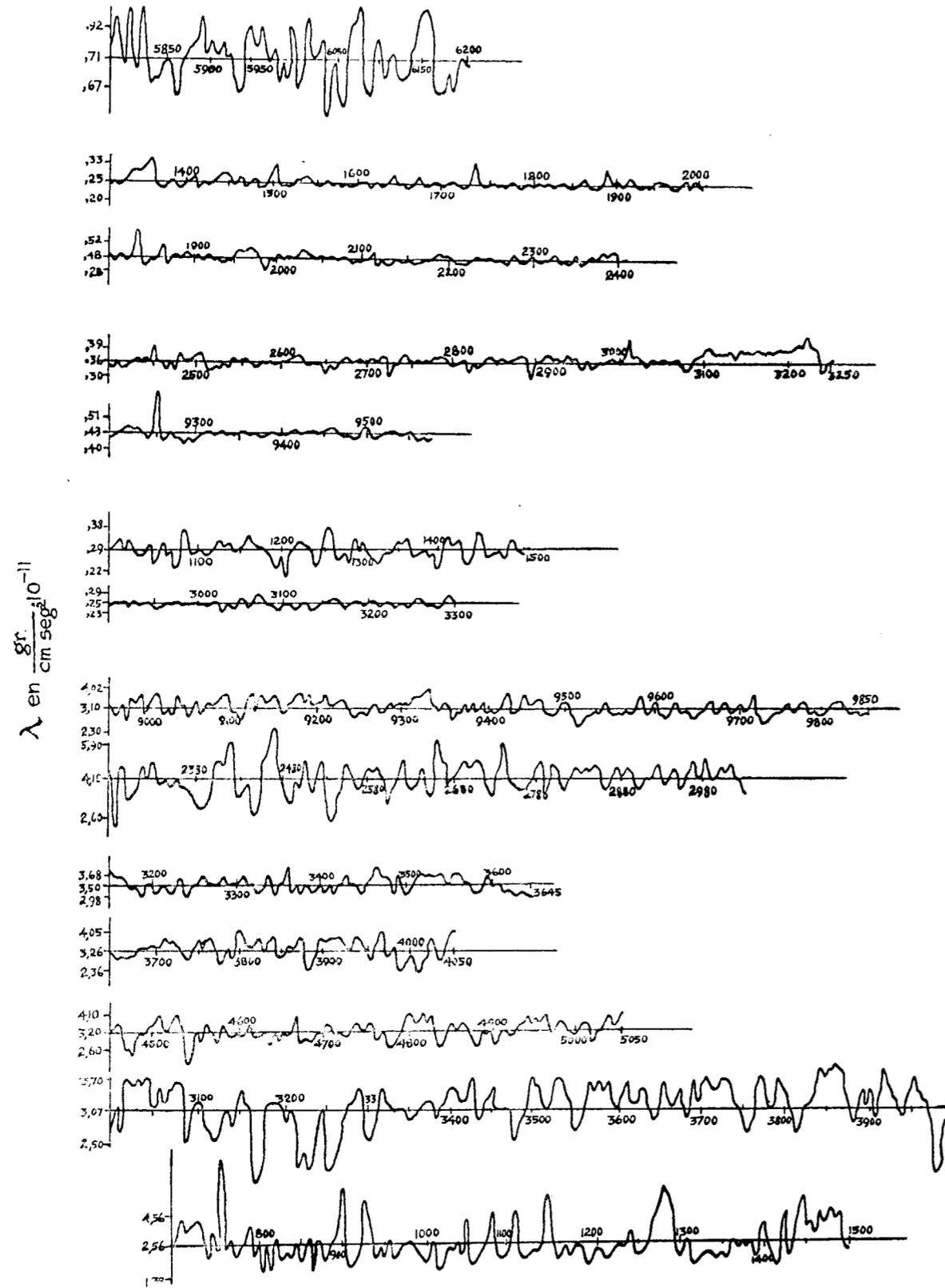


Fig. 6. - Variación de $(\lambda = \mu)$ con la profundidad de la fig. 2.

Registros continuos de velocidad

Grupo	Tipo de roca	Edad geológica	Profundidad en pies	Localidad
I	(1) Areniscas		5835-6250	Condado de McKenzie, N. D.
II	(2) Pizarra Freites		1310-2000	Anzoategui, Venezuela
	(3) Pizarra Pierre		1805-2400	Condado de McKenzie, N. D.
	(4) Pizarra Pierre		2405-3250	Condado de McKenzie, N. D.
	(5) Pizarra Arcillosa	?	9200-9590	Cuenca de Buttonwillow, Wy.
III	(6) Arcilla granular	?	1000-1500	Cuenca de Buttonwillow
	(7) Arcilla arenosa	?	2300-3300	Cuenca de Buttonwillow
IV	(8) Caliza	Devoniano	8960-9850	Condado de Crane, Texas
	(9) Caliza	Devoniano	2280-3025	Condado de Crane, Texas
V	(10) Dolomia	Permiano	3155-3645	Condado de Crane, Texas
	(11) Dolomia	Permiano	3650-4050	Condado de Crane, Texas
	(12) Dolomia	Permiano	4450-5050	Condado de Crane, Texas
	(13) Dolomia y Anhidrita	Permiano	3000-4000	Condado de Leer, Nuevo Méjico
VI	(14) Yeso y Anhidrita	«Rustler»	705-1500	Condado de Crane, Texas

Los registros de velocidad no muestran las variaciones en la velocidad de las ondas transversales. Nos hemos visto obligados a suponer la condición de Poisson $\lambda = \mu$, y por consiguiente, tenemos $\lambda = \mu = \rho \frac{V_p}{3}$.

Hemos supuesto $\rho =$ constante en cada formación.

- Arenisca Dakota = 2,1
- Pizarra Freites = 2,0
- Pizarra Pierre = 2,1
- Arcilla = 2,0
- Caliza = 2,7
- Dolomia = 3,0
- Yeso y Anhidrita = 2,6

Con estos valores, hemos calculado $\lambda (= \mu)$. Una gráfica se muestra en la fig. 6, que contiene las variaciones de λ con la profundidad para diferentes secciones de los registros de velocidad.

De la variación de $\lambda (= \mu)$ hemos calculado la variancia $\overline{\Delta \lambda^2}$, $\frac{\Delta \lambda^2}{2}$, y también la función de

autocorrelación normalizada de $\lambda' = \lambda - \bar{\lambda}$,

$$= \text{Lim} \frac{\sum_{-n}^n \lambda_i \lambda_{i+p}}{\sum_{-n}^n \lambda'^2}$$

lo mismo que el espectro, como puede verse en las figuras 7, 8, 9 y 10.

La mera inspección de las autocorrelaciones y espectros no produce suficiente información para poder hacer amplias distinciones cualitativas entre los diferentes tipos de roca. Por consiguiente, para poder hacer comparaciones cuantitativas hemos tomado la primera parte de cada autocorrelación (los diez primeros intervalos), como la parte

más exacta, y se ha calculado $I_2 = \int R \varphi(R) dR$ e

$$I_3 = \int R^2 \varphi(R) dR \quad (\text{como sabemos, la integral de}$$

los productos de la autocorrelación de la inhomogeneidad multiplicada por el intervalo y el cua-

dro de este intervalo) después de suavizar la forma de la curva de la autocorrelación, según puede verse en las figuras 11 y 12.

V. RESULTADOS

Todos los resultados se resumen en el siguiente cuadro presentado a continuación.

Una representación gráfica de los resultados se presenta en la figura 13.

las otras rocas. En el caso del parámetro $\frac{\Delta \lambda^2}{\lambda}$

las variaciones entre los elementos de la misma familia son mayores; sin embargo, no son tan grandes que permitan una amplia separación entre las diferentes familias de rocas. Por consiguiente, este parámetro podría utilizarse para destacar la diferencia entre muestras de la misma familia, si este comportamiento se confirma. En cuanto a las diferencias entre las distintas familias, este pará-

VALORES DE LOS PARAMETROS CORRESPONDIENTES A LAS ROCAS ESTUDIADAS

Tipo de Roca	Vp 1000 p/segundo		Longitud de Onda (en pies)		I ₂	I ₃	
(1) Areniscas.....	10,90	140,3	82	0,019	14,1'	12,4	11,3
(2) Pizarra Freites	6,30	4,3	28	0,0055	17,5'	11,8	383
(3) Pizarra Pierre.....	7,25	4	37	0,003	11,3	-14,8	-495
(4) Pizarra Pierre.....	7,45	4,6	38	0,0034	13,5'	3,3	46,2
(5) Pizarra Arcillosa.....	8,30	2,7	49	0,0012	15,3'	9,7	43,7
(6) Arcilla Granular... ..	7,05	15,2	34	0,013	17,5'	2	1330
(7) Arcilla Arenosa.....	6,5	2,5	29	0,003	15,1'	10,5	191
(8) Caliza.....	19,4	11,2	34	0,0097	13,0'	9,68	-72,21
(9) Caliza.....	22,5	48,8	46	0,0023	18,0'	-55,4	-850
(10) Dolomía.....	19,5	11,1	36	0,0086	18,4'	32,2	270
(11) Doiomía.....	18,8	21,6	35	0,0176	20,8'	36,2	572
(12) Dolomía.....	18,7	17,0	37	0,0124	16,2'	9,5	174,0
(13) Dolomía y Anhidrita.	18,2	11,2	85	0,0015	15,7'	28	535
(14) Yeso y Anhidrita....	18,0	95	33	0,0086	15,2'	90,6	2140

VI. EVALUACIÓN, LIMITACIONES Y CONCLUSIONES

De este estudio se deduce que probablemente el parámetro más sensible de todos los estudiados es la variancia = $\overline{\Delta \lambda^2}$, la cual, en el caso de las cuatro muestras de pizarra (dos pizarras Pierre, una pizarra Freites y una pizarra arcillosa), tiene casi el mismo valor, y su magnitud es completamente diferente de aquéllas de las demás rocas. En el caso de las dolomías, existe también un valor casi constante para la variancia = $\Delta \lambda^2$ en las cuatro muestras, y su valor medio es casi completamente diferente en magnitud de aquéllas de

metro no nos proporciona más información que la variancia en sí, en este determinado estudio.

En cuanto a la velocidad media v_p se refiere, tenemos en general un valor casi común para todos los elementos pertenecientes al mismo tipo de roca. Sin embargo, como hemos dicho anteriormente, los factores que caracterizan la velocidad dependen principalmente de las propiedades físicas y químicas, tales como porosidad, características de la matriz, etc., y por tanto, con este parámetro es imposible tratar de distinguir entre los diferentes tipos de rocas. Sin embargo, sería interesante tratar de encontrar una relación entre la velocidad

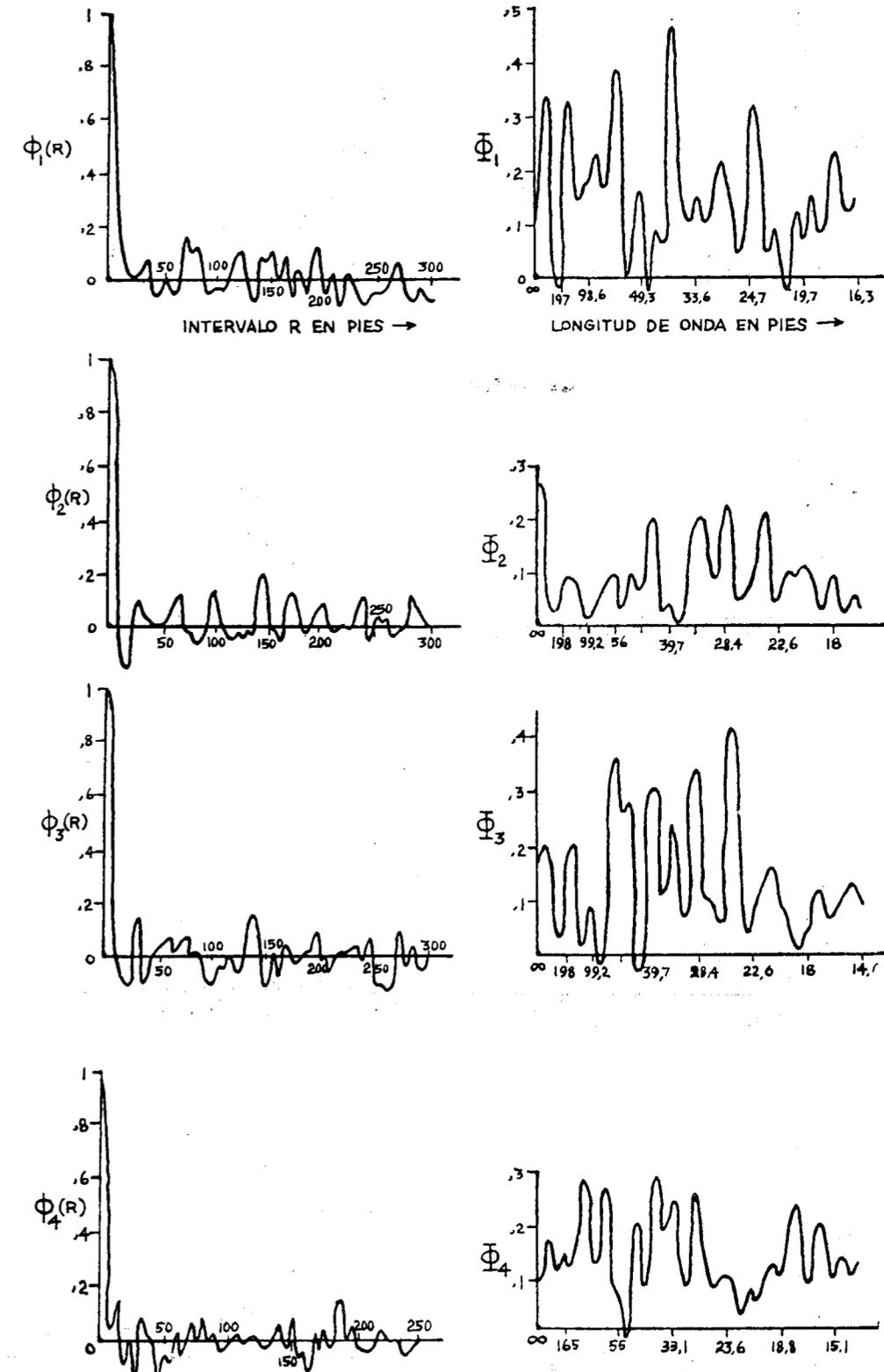
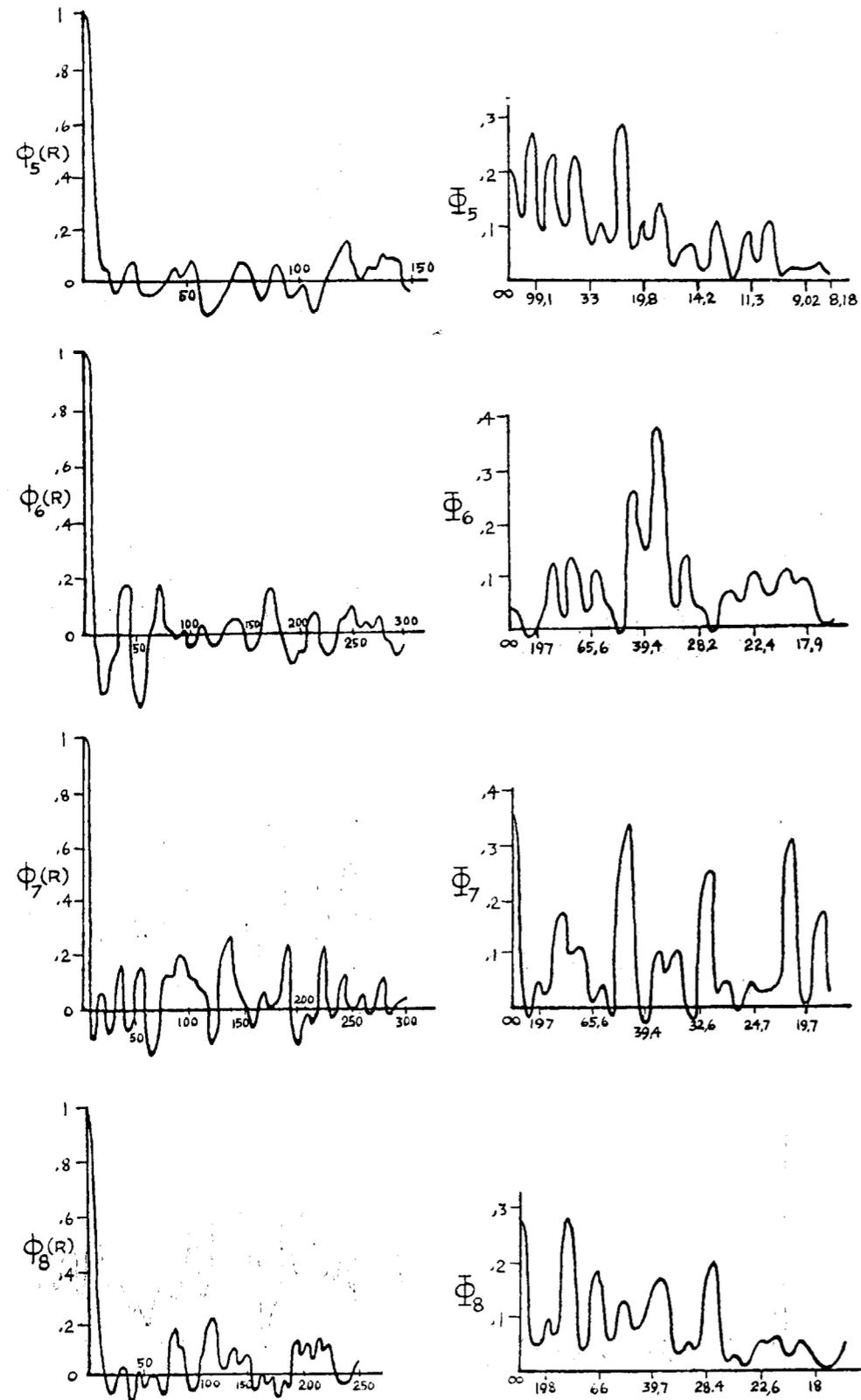
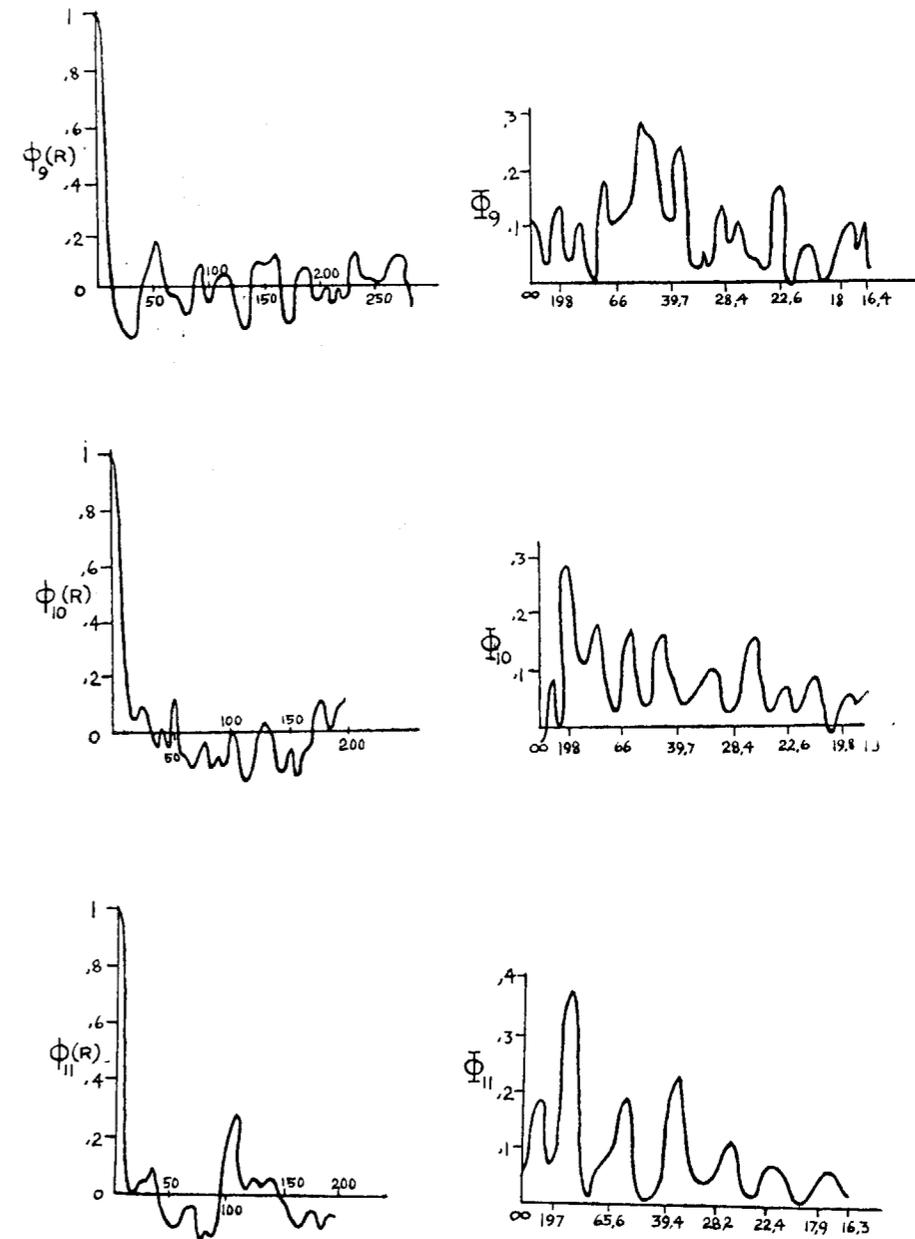


Fig. 7.—Autocorrelaciones y espectros de las variaciones de λ

Fig. 8.—Autocorrelaciones y espectros de las variaciones de λ .Fig. 9.—Autocorrelaciones y espectros de las variaciones de λ .

media y los parámetros que han sido objeto de este estudio.

La longitud de onda media presenta casi los mismos valores para las diferentes muestras del mismo tipo de roca, y si tomamos la media de las familias correspondiente, se encuentra una buena distinción de valores entre las diferentes rocas. Sin embargo, no se aprecia ninguna correlación entre la longitud de onda media y las velocidades medias

correspondientes. Se ve que la longitud de onda aumenta con $\overline{\Delta\lambda^2}$ excepto en el caso de la caliza. En cuanto a la autocorrelación de las inhomogeneidades, observamos los valores de las integrales I_2 e I_3 . Parece que I_2 proporciona mayor información que I_3 , ya que para valores de los intervalos mayores, las inexactitudes producidas por la presencia de R, elevada a la segunda potencia, se aumentan y producen una mayor desviación de los verdaderos valores.

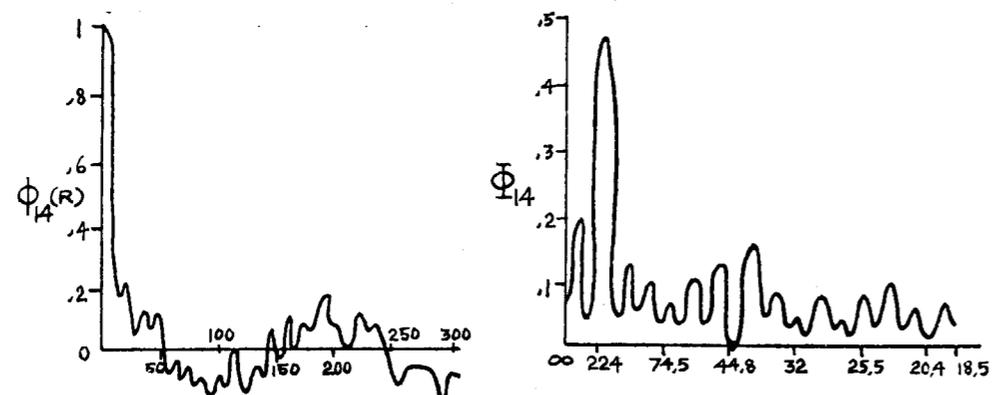
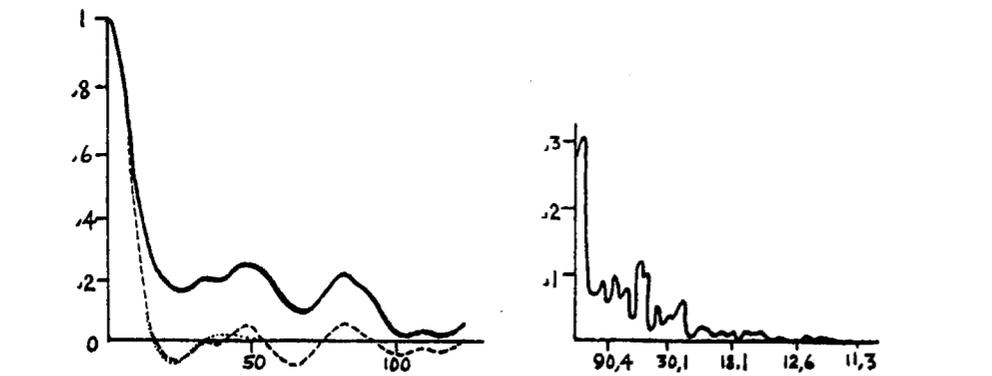
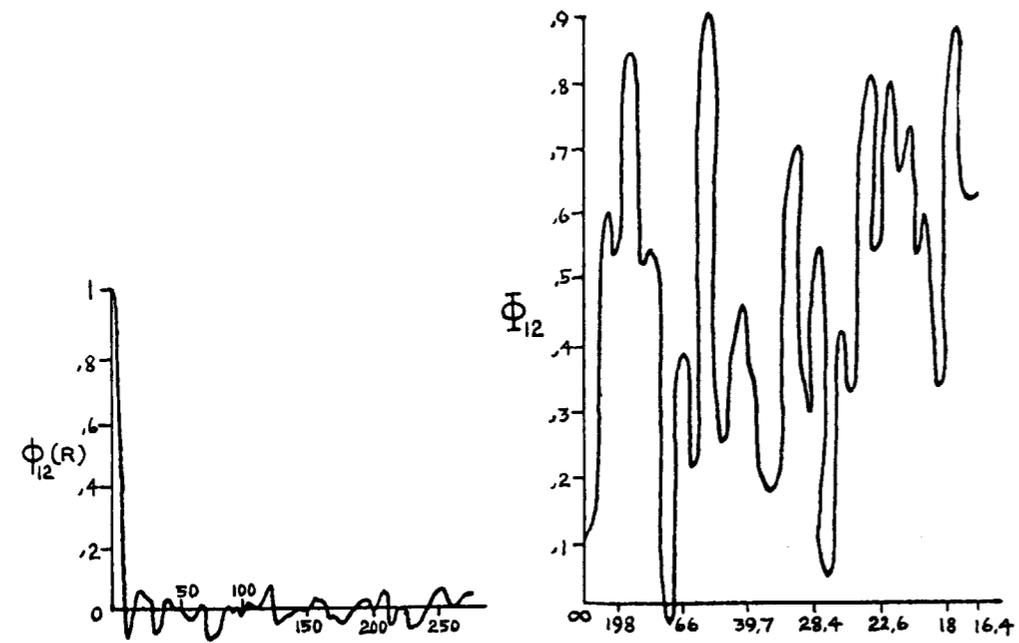


Fig. 10.—Autocorrelaciones y espectros de las variaciones de λ .

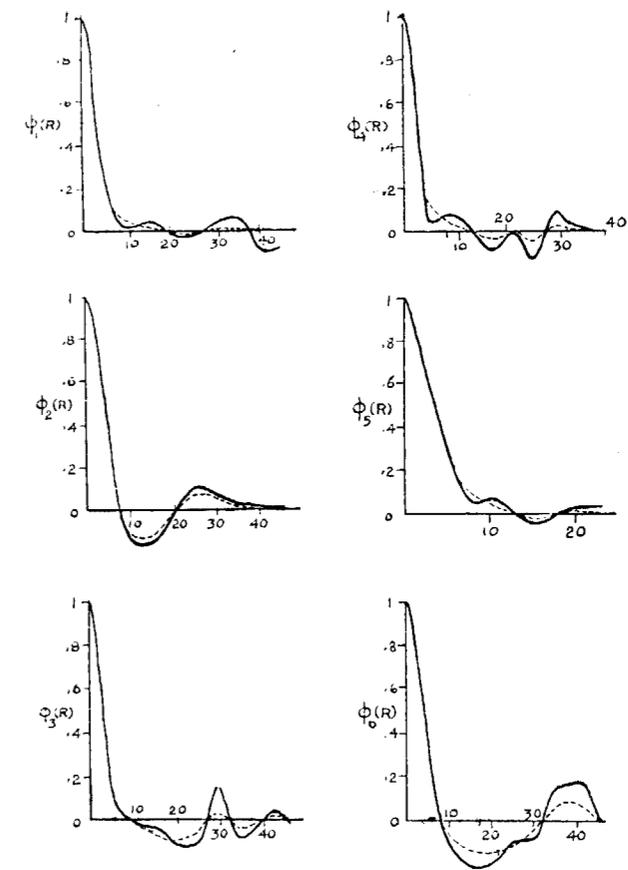


Fig. 11.—Funciones de autocorrelación de las variaciones de λ de los primeros diez intervalos.

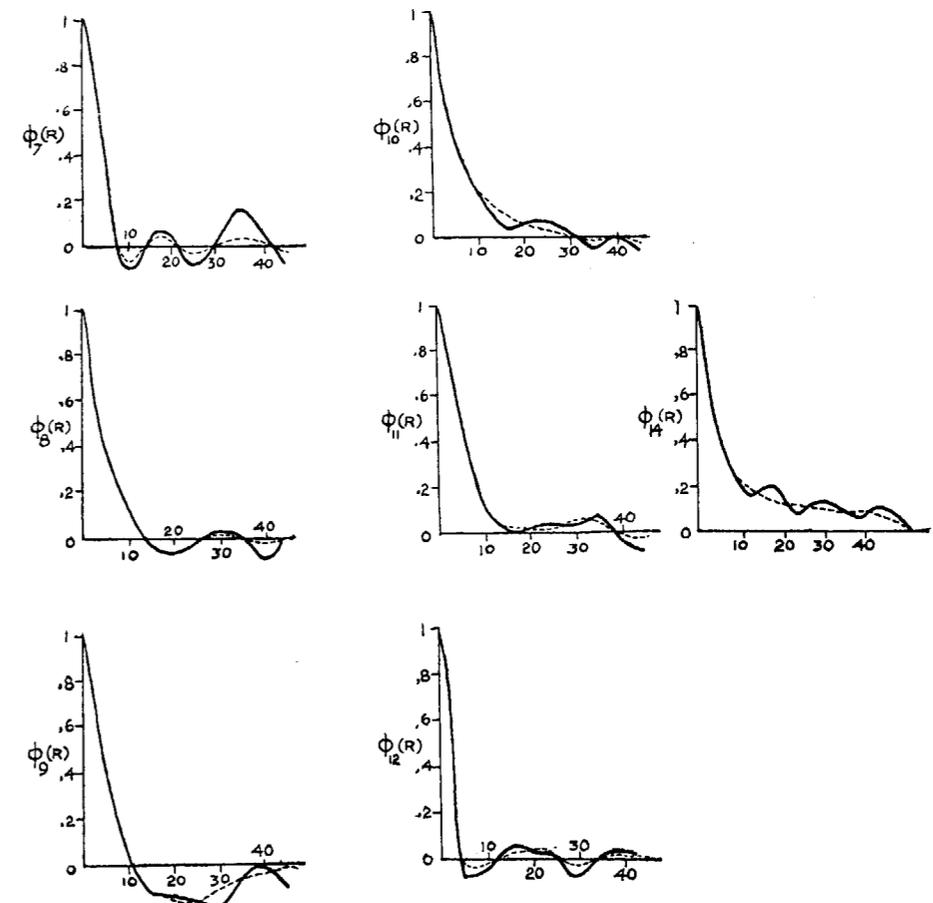


Fig. 12.—Funciones de autocorrelación de las variaciones de λ de los primeros diez intervalos

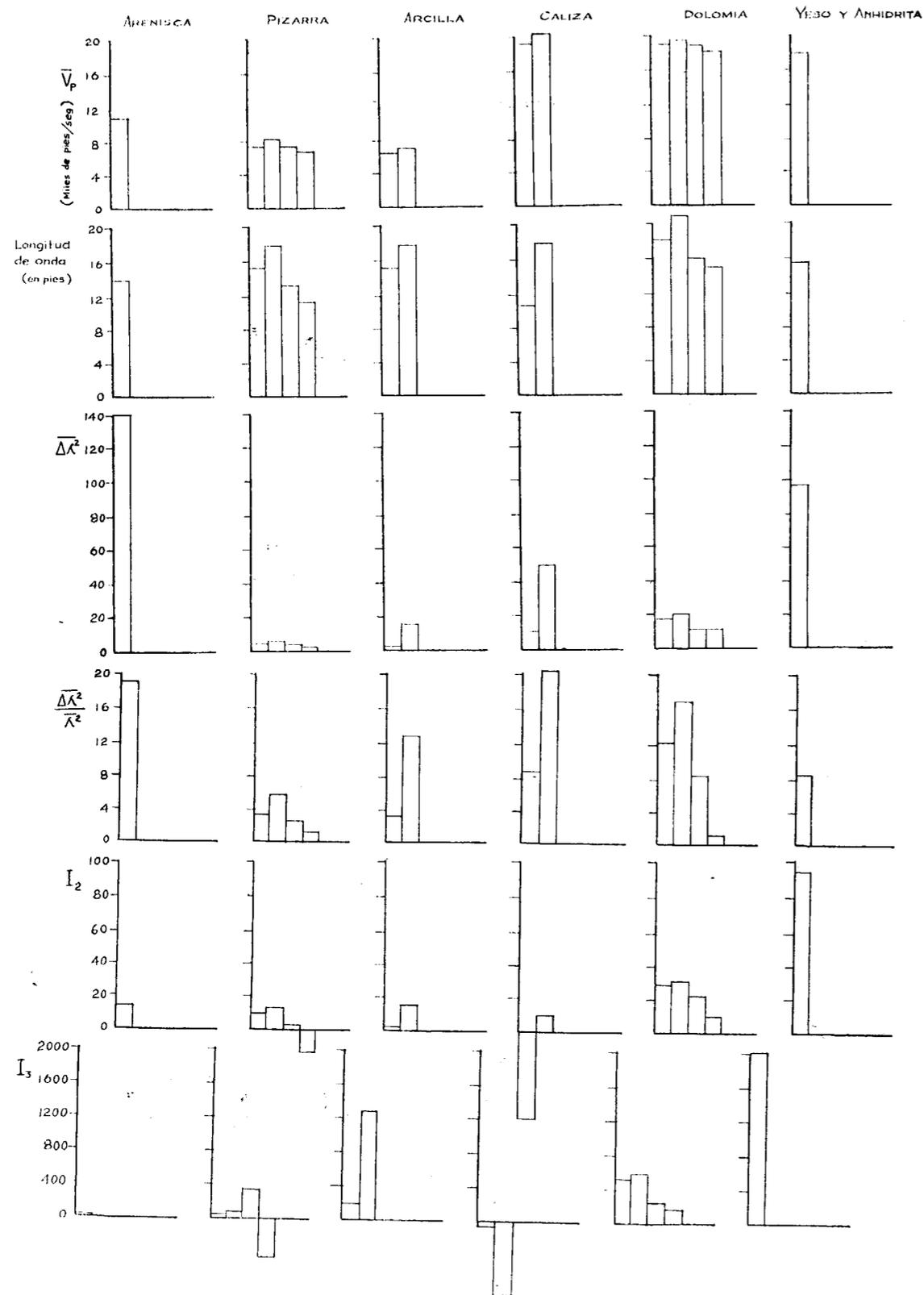


Fig. 13.—Distribuciones de los parámetros correspondientes a las rocas sedimentarias estudiadas.

I_3 es uno de los coeficientes de amortiguamiento en el factor de propagación.

Como vemos, hay muy poca correlación entre los valores de I_2 e I_3 . Existe, desde luego, una buena correlación entre los valores de $\overline{\Delta\lambda^2}$ e I_2 . Los aumentos en los valores de I_2 siguen casi regularmente los incrementos en los valores de la variancia. Los valores medios de I_2 , en el caso de las diferentes familias de rocas, como en el caso de $\overline{\Delta\lambda^2}$, son bastante sensibles para ser capaces de distinguir entre dos rocas diferentes.

Resumiendo, podemos decir que $\overline{\Delta\lambda^2}$ e I_2 son probablemente los mejores parámetros (es decir, los más sensibles) para poder diferenciar entre los diferentes tipos de rocas sedimentarias. En conjunto, los resultados no muestran suficiente correlación para proporcionar una distinción clara entre los diferentes tipos de rocas. Sin embargo, debemos tener presente que no disponíamos de suficientes muestras en algunos de los tipos de roca. Tenemos también que tener en cuenta que las rocas pertenecen a zonas muy distintas. Es muy posible que se puedan obtener mejores resultados en el caso de diferentes tipos de rocas pertenecientes a una misma zona.

La limitación principal en el desarrollo de este trabajo ha sido debida a haber utilizado solamente aquellas partes de los registros de velocidad que parecían satisfacer los requisitos del modelo de «scattering».

VII. FUTURO TRABAJO

Como los resultados son satisfactorios, parece conveniente desarrollar más trabajo de acuerdo con las siguientes líneas:

a) Desde el punto de vista teórico, sería interesante tratar de estudiar hasta qué punto los registros de velocidades que hemos utilizado representan la situación física que satisface el modelo de «scattering» estudiado por R. Bowman.

b) Tratar de ampliar el mismo trabajo que hemos realizado, en una zona única.

c) Estudiar registros con velocidades longitudinales y transversales, ya que puede ser posible que la condición de Poisson no sea aplicable en algunos casos. Como sabemos, existen diferencias cuantitativas entre las características de propagación de las ondas longitudinal y transversal del modelo de «scattering».

d) Realizar trabajos aumentando el número de muestras y estudiando zonas más amplias de los registros de velocidad, que muestren el mismo comportamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) LIFSHITS, I. M. and PARKHOMOVSKY, G. D. 1950. *Theory of Propagation of Ultrasonic in Polycrystalline Materials*. «Zh. eksper. Teor.», Fig. V20, p. 175-182.
- (2) BOWMAN, R. 1955. *Scattering of elastic waves by small inhomogeneities*. «M. I. T. Ph. D. Thesis», August 1955.
- (3) VOGEL, C. B. 1952. *A Seismic Velocity logging method*. *Geophysics*, Vol. 18, núm. 3, p. 586.
- (4) SHROCK, R. R. December 1946. *A Classification of Sedimentary Rocks*.
- (5) M. R. J. WYLLIE; A. R. GREGORY, and L. W. GARDNER, *Elastic wave velocities in heterogeneous and porous media*, «Geophysics», Vol. 21, núm. 1, p. 41-70.
- (6) L. Y. FAUST. *Seismic Velocity as a Function of Depth and Geologic Time*, «Geophysics», Vol. 16, núm. 2, p. 192-206.
- (7) (8) (9) O. C. LESTER. A. A. P. G. «Bulletin», V16, 12.
- (10) D. S. HUGHES and J. H. CROSS. *Elastic Wave Velocities in Rocks at High Pressures and Temperatures*, «Geophysics», V16, núm. 4, p. 577-593.
- (11) F. BIRCH; J. F. SCHAIERER, and H. C. SPICER. *Handbook of Physical Constants*, «Geological Society of America», Especial Papers 36.
- (12) MENTZER, D. 1954. *Wave propagation in a randomly inhomogeneous medium*, «J. Acoust. Soc. Amer.», V. 26, p. 186-190.

Recibido: 18-V-71.

INFORMACION

Noticias

AUTOMOCION

NORMAS PARA LA NOMENCLATURA DE AUTOPISTAS NACIONALES

El «Boletín Oficial del Estado» del pasado día 1 de junio publica un Decreto por el que se dictan normas sobre nomenclatura de autopistas nacionales.

Para todas las autopistas interurbanas se utilizará la letra A inicial de la palabra autopista seguida de un número de identificación correspondiente y siempre que enlacen Madrid con la periferia.

Para las autopistas urbanas y suburbanas e insulares se antepondrá la inicial B.

Para las autovías —carreteras con características especiales definidas en el apartado V) del artículo 5 del Código de la Circulación— cuyas características son análogas a las autopistas se emplearán otras iniciales dependiendo de la ciudad donde estén radicadas.

La nomenclatura de las autopistas en construcción o en proyecto serán las siguientes:

A-1. Madrid a Francia por Irún (autopista del Norte). A-2. Madrid a Barcelona (autopista del Nordeste). A-3. Madrid-Valencia (autopista de Valencia). A-4. Madrid-Cádiz (autopista del Sur). A-5. Madrid-Extremadura (autopista del Oeste). A-6. Madrid-Galicia (autopista del Noroeste). A-14. Autopista del Ebro. A-15. Autopista de Navarra. A-17. Barcelona a Francia por La Junquera. A-19. Barcelona-Mataró. A-28. Autopista del Mediterráneo. A-28. Autopista de la Costa del Sol. A-58. Autopista del Atlántico. A-63. Madrid-Asturias. A-68. Autopista del Cantábrico. B-10. Cinturón litoral. B-30. Tercer Cinturón. B-29. Barcelona-Sabadell-Tarrasa. M-30. Tercer Cinturón (Abroñigal-Manzanas). M-40. Cuarto Cinturón. M-31. Abroñigal-Barajas. M-23. Acceso a la A-2 por O'Donnell. M-42. Acceso Aeropuerto de Barajas. M-27. Acceso a la A-6 por Marqués de Urquijo. V-13. Autopista de enlace norte. P. Autopista de Cintura. PPM-21. Autopista de Poniente. PM-19. Autopista de Lavante. GC-22. Las Palmas-Maspalomas. GC-25. Las Palmas-Santa Brígida. GC-2. Las Palmas-Agaeta. TF-21. Santa Cruz-Los Cristianos. TF-23. Santa Cruz-La Orotava.

POSIBLE INSTALACION DE «MOTOR IBERICA» EN GRECIA

«Motor Ibérica, S. A.», se ha presentado al concurso convocado por el Gobierno griego para la instalación en ese país de una fábrica de camiones y tractores. Al concurso mencionado han acudido dos empresas europeas y una norteamericana.

«Motor Ibérica» tiene posibilidades de llevarse el concurso, dado que la especialización que en España ha conseguido en la fabricación de camiones, tractores y otra clase de maquinaria agrícola le sitúan en una magnífica posición para poder ofertar en las mejores condiciones posibles, puesto que no es normal que una misma empresa fabrique vehículos industriales y tractores al mismo tiempo.

AMPLIACION DE «CISPALSA»

El Ministerio de Industria ha autorizado definitivamente una ampliación de las instalaciones que «Cispalsa» tiene en Barcelona.

El importe de dicha ampliación supone una inversión de 237 millones de pesetas, que darán trabajo a 154 nuevos obreros.

ACUERDO ENTRE «PAISA» Y «UNION ESPAÑOLA DE EXPLOSIVOS»

«Productos Alisantes, S. A. (PAISA)», que ocupa una importante posición dentro de la fabricación para automoción en material plástico, ha llegado a un acuerdo con «Unión Explosivos-Río Tinto», que pasa a ser principal accionista de la compañía, para que, con una filial de la misma, «Elaboración Plásticos Españoles», se forme un grupo muy importante de industria transformadora de plásticos, con miras a la reestructuración del sector en el mercado nacional y acometer con los adecuados medios el mercado exterior.

NUEVA EMPRESA INTERNACIONAL

Se ha constituido la empresa internacional de «Containers, Societa Anónima», con un capital de 10 millones de pesetas.

«ENCASO» FABRICARA LUBRICANTES CON LICENCIA «FIAT»

Se ha autorizado un contrato entre la «Empresa Nacional Calvo Sotelo» y «Fiat», y en una parte «Seat», en virtud del cual la firma de lubricantes fabricará aceite para coches de turismo y derivados, con licencia italiana.

El contrato tiene una duración de cinco años.

MODIFICACIONES DE DERECHOS ARANCELARIOS EN LOS PRODUCTOS SIDERURGICOS

Un Decreto del Ministerio de Comercio ha modificado los derechos arancelarios de los productos siderúrgicos. En definitiva, supone una elevación de precio para los productos de importación, lo que se traduce en una elevación de precio de los productos interiores.

AMPLIACION DE «PERKINS»

La División «Perkins de Motor Ibérica» ha solicitado la ampliación provisional de su industria.

La ampliación señalada supone un volumen de nueva inversión de 151.517.000 pesetas, y los puestos de trabajo que creará son 447.

«METALURGICA DE SANTA ANA, S. A.» INSTALARA UNA PLANTA DE MONTAJE DE SU «LAND-ROVER» EN COLOMBIA

El ministro colombiano señaló a un redactor de Cifra que está a punto de ultimarse un acuerdo con la citada empresa para el montaje de vehículos «Land-Rover Santana» en su país. Un portavoz de esta compañía ha indicado que el permiso ha sido concedido por el Gobierno colombiano «Chrysler Colmotores», con el fin de que el presente año pueda utilizarse su planta para montar hasta 300 vehículos al año.

«Metalúrgica de Santa Ana, S. A.», hasta el momento, ha logrado vender en Colombia alrededor de 11.000 vehículos y alcanzar con sus servicios técnicos una demanda estimada en 2.500 coches anuales.

La solución que se busca es la de construir una planta capaz no sólo de montar los vehículos, sino de aportar piezas fabricadas allí, que se unirían a las que llegaran desde España.

CONTAMINACION ATMOSFERICA

CONTROL EN FABRICAS DEL AUTOMOVIL

Las delegaciones provinciales de Industria llevarán a cabo un control riguroso en la fabricación de vehículos automóviles. De manera periódica y en cada una de las fábricas

españolas se realizarán muestreos para analizar los porcentajes de expulsión de gases. Previamente el Ministerio de Industria autorizará exclusivamente la fabricación de coches que cumplan, en este sentido, unas determinadas condiciones. La agrupación de Tráfico y la Policía municipal contará con los aparatos necesarios para realizar el control de los vehículos que circulen.

PROXIMA DISPOSICION OFICIAL

Se espera una próxima disposición oficial —que aparecerá este otoño en el «Boletín Oficial del Estado»— referida a los vehículos de motor, a los que se fijará un tope de rendimiento de gases y un plazo para que todos los vehículos se amolden a la nueva reglamentación, que se va a establecer sobre la contaminación atmosférica. Transcurrido este tiempo, los propietarios de los vehículos que desprendan más gases de los permitidos incurrirán en varias sanciones y multas.

SE INICIA EN BARCELONA LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION DEL AUTOMOVIL

Según informa el boletín del Instituto de Estudios para la Contaminación Atmosférica de Barcelona, este organismo, constituido el pasado día 31 de marzo, inició sus actividades a primeros de septiembre.

Sus promotores, ingenieros y científicos pretenden investigar los problemas causados por la contaminación y combatirla. El I. C. A. (Instituto de Contaminación Atmosférica) ha creado un sistema de información que pondrá a disposición de entidades públicas y privadas.

Las actividades principales que desarrollará son: la realización de estudios e investigaciones científicas encaminadas a prevenir y combatir la contaminación atmosférica, desarrollar los medios necesarios para la aplicación práctica y efectuar su promoción y su difusión, elaboración de los informes y dictámenes que en esta materia sean solicitados, mantener contacto con otros centros de investigación conocidos en el ámbito mundial.

La campaña de la lucha contra la contaminación atmosférica se iniciará en Barcelona a partir de septiembre y tendrá actividad inmediata la campaña contra la contaminación producida por el automóvil.

El Instituto editará un boletín informativo periódicamente y posteriormente creará una revista especializada.

PROXIMAS INVESTIGACIONES DE NCAR

El «National Center for Atmospheric Research» (NCAR) de Estados Unidos se dispone a iniciar un programa de investigaciones, que ha de prolongarse varios años, sobre las consecuencias del crecimiento de las grandes ciudades en el medio ambiente atmosférico de éstas, tratando de identificar las reacciones físicas y químicas originadas por las sustancias contaminantes.

En la primera parte del programa, que se llevará a cabo durante cinco años, en la ciudad de San Luis, se investigarán los efectos de la contaminación sobre el régimen de lluvias y la existencia del fenómeno denominado de la «montaña térmica», que se desarrolla en la atmósfera de las grandes concentraciones urbanas, utilizándose para ello doscientos pluviómetros, tres estaciones de radar, varias estaciones meteorológicas convencionales y una flota de aviones meteorológicos.

ECONOMIA

NUEVA SOCIEDAD PARA LA FABRICACION DE MICROESFERAS DE CRISTAL DE PLASTICO

La Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos ha aprobado la construcción de una sociedad, que, bajo el nombre de Ballotini Ibérica, S. A., se dedicará a la fabricación y venta de microesferas de cristal o plástico.

La sociedad, que se ha constituido con un capital de 20.000.000 de pesetas, es totalmente belga.

La nueva sociedad tendrá su domicilio social en Barcelona.

INMEDIATA SUBIDA DE PRECIOS EN LOS PRODUCTOS SIDERURGICOS

En declaraciones a un redactor de Europa Press, el director general de Industrias Siderometalúrgicas y Navales, ha confirmado la noticia, adelantada por esta agencia, de la entrada en vigor de nuevos precios para los productos siderúrgicos, a los que ya ha dado su aprobación el Consejo de Ministros.

Aunque el incremento medio se sitúa alrededor del 10 por 100 con relación a los precios actuales, el porcentaje de subida varía bastante de unos productos a otros. Por ejemplo, los cols tendrán un incremento del orden del 10 por 100, mientras que para los aceros especiales será de aproximadamente el 2 por 100.

No está previsto ningún nuevo aumento para un próximo futuro, señalando, por último, que el alza que ahora experimentan los precios de los siderúrgicos es consecuencia de las subidas que últimamente han tenido los costes de las materias primas.

COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS SIDERURGICOS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 1971

En el primer semestre del presente año se han importado productos siderúrgicos por un volumen de 574.363 toneladas de acero en igual período de 1970, lo que equivale a una disminución del 64,2 por 100.

A su vez, las exportaciones del período de referencia han

ascendido a 363.304 toneladas en acero equivalente, superando así la cifra de lo exportado en la totalidad del año anterior, que fue de 330.059 toneladas en acero equivalente. Respecto al primer semestre de 1970, se ha registrado un aumento del 193,8 por 100, habiéndose casi triplicado la actividad explotadora del sector siderúrgico.

El saldo del comercio exterior durante el primer semestre del presente año ha sido favorable a las importaciones, con un volumen de 211.059 toneladas en acero equivalente, habiéndose reducido dicho saldo en un 85,7 por 100 respecto al de igual período de 1970 en que fue de 1.478.545 toneladas. Durante el período considerado, el saldo importador ha representado el 5,4 por 100 del consumo interior.

LA INDUSTRIA QUIMICA ITALIANA

El nuevo plan de desarrollo de la industria química italiana proyectado para la próxima década, supone unas inversiones del orden de las 692.000 millones de pesetas, doble de la presupuestada para el plan anterior. De esta cantidad, se destinarán unos 485.000 millones de pesetas a la industria de productos químicos básicos y los 207.000 millones de pesetas restantes a las industrias de transformación. Estas medidas se dirigen fundamentalmente al aumento de productos elaborados, para reducir la dependencia del extranjero, y la elevación de la producción, que se espera se multiplique por tres respecto a la actual durante el transcurso del nuevo plan.

EL PETROLEO AFRICANO

Según informa el Instituto Ifo de Investigaciones Económicas de Munich, la participación africana en la producción mundial de petróleo crece meteóricamente. En 1969, el 1 por 100 de la producción mundial de petróleo procedía de Africa y en 1970 se esperaba que Libia, que ocupa hasta ahora el quinto lugar mundial como país productor, desplazara a la Arabia Saudita y a Kuwait, ocupando un tercer puesto, detrás de Estados Unidos y la Unión Soviética. Igual desarrollo se pronostica a Nigeria, cuyas cifras de producción se han elevado de 7 millones de toneladas en 1967 a 26 millones de toneladas en 1969 y a 45 millones de toneladas en 1970 y, según los últimos datos, se prepara actualmente para una producción anual de 100 millones de toneladas. Por otra parte, las proyecciones que se realizan actualmente a lo largo de la costa de Ghana y del Senegal está dando resultados muy positivos.

MAYOR PRODUCCION DE ALUMINIO EN VENEZUELA

La firma Aluminio del Caroní S. A. (Alcasa), ha recibido un préstamo de 2 millones de dólares, que le permitirá aumentar al doble su producción de aluminio primario, o sea, de su capacidad actual de 22.500 toneladas métricas pasar a 45.000 toneladas métricas. Este préstamo, con-

cedido por el Banco de Desarrollo Interamericano, también servirá para aumentar la producción de hoja de aluminio de 1.300 a 2.000 toneladas métricas por año. El costo total del programa de expansión de la compañía llega a 24,2 2 millones de dólares. El préstamo financiará el 49,6 por 100 de este programa. La Alcasa es propiedad conjunta de la Corporación Venezolana de Fomento, una entidad del Gobierno, y la Reynolds Internatinal, Inc. La compañía satisface el 90 por 100 de las necesidades del país en aluminio y exporta a Colombia y otros países vecinos, lo que brinda una importante fuente de divisas.

COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS SIDERURGICOS EN EL MES DE MAYO

Por segundo mes consecutivo, el tonelaje exportado de productos siderúrgicos ha superado ampliamente al de importaciones. El saldo favorable registrado en mayo asciende a 64.000 toneladas, en acero equivalente, frente a un saldo del mismo signo, en el pasado mes de abril, de 37.654 toneladas de acero. Como se sabe esta misma evolución se produjo en los años 1960 y 1961, cuando a causa del Plan de Estabilización descendió el consumo interior de acero.

Las exportaciones han ascendido en mayo a 133.216 toneladas en acero equivalente, frente a 69.216 toneladas de importaciones. Los niveles de mayo suponen, respecto al mismo mes de 1970, un incremento del 486 por 100 en la exportación y una contracción de las importaciones del 72 por 100.

Las ventas al mercado exterior han totalizado en el período enero-mayo la cifra de 320.266 toneladas en acero equivalente, cantidad muy próxima a lo exportado durante todo el año anterior. Las importaciones de los cinco primeros meses, con 498.246 toneladas en acero equivalente, suponen un descenso del 64 por 100 respecto al tonelaje correspondiente de 1970.

En el período enero-mayo, el saldo negativo del comercio exterior siderúrgico ha descendido a 177.980 toneladas. En el mismo período de 1970 fue de 1.269.725 toneladas.

NUEVA EMPRESA NACIONAL AERONAUTICA

Se va a crear una gran empresa aeronáutica nacional, para lo que se llegará a la fusión de las empresas «Construcciones Aeronáuticas, S. A.» (CASA); la «Hispano-Aviación, S. A.» y «ENMASA».

FUSION DE INTERESES ENTRE «SOLVAY» Y «LAPORTE»

La fusión de todos los intereses de «Solvay et Cie, S. A.» y de «Laporte Industries Ltd.» en el sector de los produc-

tos peroxidados, va a materializarse mediante la creación de nuevas empresas, que recibirán el nombre de «Interox». Estas nuevas sociedades, que operarán en varios países, entre ellos España, tendrán autonomía dentro del grupo, aunque deben desenvolverse con arreglo a la política general trazada por un Comité mixto. Hacia 1975-76 se prevé un nivel de ventas de unos 4.800 millones de francos belgas.

ASOCIACION AQUITAINE-RIO TINTO

Unión Explosivos Río Tinto y Aquitaine-Orgánico (uno de los principales productores franceses de materias plásticas), van a formar una filial común para construir en el complejo petroquímico de Tarrasa una fábrica de una producción de 50.000 Tm. anuales de polietileno de baja densidad; también se encargará de la venta del mismo.

Unión Explosivos Río Tinto será mayoritaria, con un 66 por 100 del capital.

PROYECTO DE CREACION DE UN BANCO MUNDIAL DEL COBRE

Los representantes de los países exportadores de cobre, a través de un Consejo Intergubernamental —CIPEC—, han comenzado en Kinshasa una serie de reuniones encaminadas a tratar de establecer un sistema de defensa del precio del cobre en el mercado mundial. Entre los asuntos considerados, figura la creación de un Banco de Cobre cuya función principal será la de servir de amortiguador de las violentas fluctuaciones del precio del cobre, junto con la posible acción conjunta para limitar la producción de los países del CIPEC —el 60 por 100 de la mundial.

ACUERDOS DEL CONSEJO DEL ESTAÑO

El Consejo Internacional del Estaño ha decidido mantener en el IV Acuerdo la actual escala de precios, dice un comunicado hecho público en Londres. La escala es la siguiente: precio máximo, 1.650 libras esterlinas; sector superior, 1.540/1.650 libras; sector medio, 1.400/1.450; sector inferior, 1.350/1.400.

En su reunión, el Consejo señaló el equivalente en dinero efectivo a 7.500 Tm. de estaño metal, como contribución inicial obligatoria de los países productores al contingente regulador. España figura con una cifra anual de consumo de 2.301 Tm.

EXCESO DE PRODUCCION DE MERCURIO

España e Italia deberán retirar del mercado de mercurio un volumen estimado en 25.000 frascos, con el fin de conseguir un equilibrio en los precios, según un estudio realizado a nivel internacional por un grupo de expertos. La superpro-

ducción registrada en los países tradicionalmente exportadores va a verse agravada con la irrupción en el mercado de nuevas ofertas, procedentes de Argelia y Túnez.

REUNION DE PAISES PRODUCTORES DE PLATA

Representantes de los Gobiernos de Perú, Canadá, Australia, Estados Unidos y Méjico se reunieron en la Ciudad de Méjico, para buscar el medio de integrar un frente común internacional que frene la brusca caída de precios de la plata en el mercado internacional. Se llegó al acuerdo de organizar una reunión en la «cumbre», para tratar de lograr un acuerdo amistoso entre los principales países productores.

PERDIDAS EN EMPRESAS ESPAÑOLAS

«Chrysler España, S. A.», figura como la segunda empresa en lo que se refiere a pérdidas tenidas por empresas españolas. Durante el pasado ejercicio, el volumen de pérdidas se elevó a 790 millones de pesetas. Quien más perdió fue «Hunosa», que tuvo unas pérdidas de 3.077 millones. La sigue, en tercer lugar, la «Empresa Nacional Bazán», con 319 millones.

REUNIONES CIENTIFICAS

CURSO DE ANALISIS INSTRUMENTAL

Durante los días 2 al 6 del próximo mes de agosto, ambos inclusive, se celebrará en Vigo un curso de Análisis Instrumental dedicado a técnicas de Florescencia de rayos X, Absorción atómica y Espectrometría de emisión.

El curso, dentro del marco de la Universidad de Verano de Vigo, ha sido organizado por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago de Compostela, Ayuntamiento de Vigo, Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste (AIMEN) y Departamento de Instrumentación Analítica de Philips Ibérica, S. A. E.

El contenido de este curso está orientado fundamentalmente al tratamiento y resolución de los distintos problemas analíticos planteados en metalurgia.

Entre los temas más importantes que se abordarán, figuran los siguientes:

- Fluorescencia de rayos X.
- Instrumentación y automatización.
- Técnicas del análisis y preparación de muestras.
- Análisis de aleaciones y minerales.
- Perspectivas del análisis por fluorescencia de rayos X.
- Absorción atómica.
- Aplicaciones del análisis por A. A. a problemas metalúrgicos.
- Espectrometría de emisión de lectura directa y sus aplicaciones metalúrgicas.

Las conferencias, que tendrán lugar en los locales de AIMEN, correrán a cargo de los doctores señores García Vicente, Bermúdez Polonio, Carvajal Aced, Elustondo Amorruetu, Horta García y Priegue Guerra.

ENERGIA

LA CENTRAL NUCLEAR MAYOR DE EUROPA

En Biblis, la localidad alemana situada en la orilla derecha del Rin, se está construyendo la mayor central nuclear de Europa. El reactor Siemens, del tipo de agua a presión, utilizado en esta central, tendrá una potencia de 1.200 Mw y funcionará con uranio enriquecido como combustible, y con agua ligera como moderador y como medio refrigerante. El coste total previsto para dicha central asciende a unos 750 millones de DM (aproximadamente 14.300 millones de pesetas). de los que un 15 por 100 corresponderá a las medidas de seguridad y protección del medio ambiente circundante.

COMBUSTIBLE NUCLEAR DE DE LA URSS PARA FRANCIA

Francia ha firmado un acuerdo con la URSS, según el cual este último país fabricará el combustible nuclear necesario para la futura central de Fesseheim. Por el lado francés, el acuerdo supone la ventaja de disfrutar de una cierta independencia con respecto a Estados Unidos en cuanto al abastecimiento de combustible. Para los soviéticos es interesante también, puesto que les permitirá obtener un mayor rendimiento del capital que han invertido en sus instalaciones de enriquecimiento de uranio.

LOS REACTORES DE FUSION

El Dr. K. H. Schmitter director del Departamento Técnico del Instituto de Física de los Plasmas, de Munich-Garching, ha declarado recientemente que es muy posible que antes de finalizar este siglo puedan construirse centrales eléctricas a base de reactores de fusión. Esto será posible gracias a los avances conseguidos en la física de los plasmas, que permitirán resolver, antes de una década, problemas tales como el confinamiento estable y calentamiento de los plasmas.

Los cálculos de construcción de una central de este tipo arrojan un balance económico favorable frente a las fuentes energéticas actuales, por lo que su utilización será competitiva. Se estima que una potencia de 2.500 MW. tendría un consumo de combustible de 20 gramos de agua pesada y 60 gramos de litio por hora.

CENTRAL ENERGETICA PARA PUERTO RICO

La primera mitad de una nueva central termoeléctrica, de 450.000 KW, quedará instalada para fines del año 1972 en Aguirre, Puerto Rico y será la mayor de América Hispánica. Los trabajos en este proyecto de 30 millones de dólares se iniciaron en 1970. La central suministrará electricidad a los complejos petroquímicos y parques industriales de Puerto Rico, situados entre Yabacao y Quagama en la costa Sur de la isla. También alimentará una red de transmisión de 230 kilovoltios.

MAYOR ENERGIA PARA IBEROAMERICA

Para el año 1980, los países iberoamericanos esperan añadir 28.100 MW a su capacidad generadora total. El promedio de la capacidad instalada en el continente ha crecido a razón de 8 por 100 por año, mientras la renta nacional bruta tuvo un aumento anual de 4,5 por 100. Gran parte de los equipos eléctricos pesados siguen importándose, especialmente productos avanzados como turbinas, generadores y transformadores de potencia, pero los equipos más sencillos ya se fabrican localmente.

EQUIPOS DE LABORATORIO

NOVEDAD DE INSTRUMENTACION EN EXPOQUIMIA-71

Durante la Feria Técnica de la Química Aplicada, que se celebró en Barcelona del 14 al 24 de octubre, el Grupo Instrumentación de Philips Ibérica, S. A. E. dio a conocer una gama de las últimas novedades de su programa de artículos para aplicaciones científicas e industriales.

Entre los aparatos más representativos cabe destacar los siguientes:

Espectrofotómetros UNICAM SP-1000 y SP-1800. La concepción de estos instrumentos es tan espectacular que el Council of Industrial Design los ha considerado como los equipos mejor diseñados en 1971, otorgándoles el premio correspondiente.

Monitor de SO₂ para Control de la Contaminación Atmosférica. Este sistema representa actualmente la mejor solución para la detección y posible corrección de los niveles de contaminación, problema que se ha convertido en fundamental por las consecuencias de todo orden que se derivan del envenenamiento del medio ambiente. El monitor puede emplearse en forma aislada, para detectar fuentes localizadas de contaminación, o mediante una gran red de monitores conectables a un computador a fin de controlar de forma automática la contaminación en zonas muy extensas.

Espectrofotómetro de Absorción Atómica UNICAM SP-90. Este instrumento incluye un «nebulizador de impacto», que

permite la obtención de niveles de sensibilidad extremadamente altos.

Electrodos selectivos de iones. Permiten efectuar análisis, en forma muy conveniente, de iones difíciles de determinar por otros métodos. Son de características no destructivas, portátiles y de manejo muy simple.

Además de las novedades mencionadas, se presentaron los instrumentos más característicos del programa de Control de Procesos Industriales y Aparatos de Medida, incluyendo el famoso PLASTOMATIC, cuyo éxito en la industria del plástico ha sido tan relevante que en sólo tres años se han vendido 150.000 unidades del mismo.

Registadores, reguladores, polímetros digitales, osciloscopios, etc., fueron exhibidos en Expoquimia 71, que ha sobrepasado; si cabe, el éxito alcanzado en ediciones anteriores, no solamente por el número de expositores, sino por la calidad y variedad del material presentado.

NUEVOS EQUIPOS DE ENSEÑANZA PARA DIFRACCION DE RAYOS X

«Philips» anuncia la aparición de dos nuevos sistemas de difracción de rayos X, basados en cámaras, especialmente diseñados para enseñanza y entrenamiento.

El conjunto básico, BX 100, permite a los estudiantes realizar experiencias con cámaras y alcanzar así una preparación real para la tecnología y técnicas diversas. Se basa en un modelo de mesa con generador de rayos X de 1 kW auto-rectificado, equipado con un tubo de ánodo de cobre, de foco fijo.

La cámara es de tipo Debye-Scherrer, completa, de diámetro 57,54 mm., con bastidor desmontable y soporte ajustable. Los accesorios incluyen un reloj mecánico de 0-23,5 horas, dispositivo de centrado de la muestra, accesorios para la preparación de la película, capilares portamuestras y motor síncrono para rotación de las muestras.

Como este conjunto ha sido cuidadosamente fabricado para cubrir las necesidades de la enseñanza, su precio es muy reducido.

Para trabajos más avanzados, existe el Conjunto Universal, UX 200, que es ideal para estudiantes que deban ganar experiencia práctica, pero la inversión en este caso justifica que el equipo también satisfaga las necesidades de los usuarios normales.

El equipo incluye un generador de rayos X de 3 kW, completo, de corriente estabilizada y potencial constante, con cuatro interruptores, cable de alta tensión, conjunto de tubos de agua de refrigeración, armadura de tubo y anillo. Se suministra con dos tubos de rayos X de foco fijo, uno con ánodo de cobre y otro de molibdeno.

Tiene dos cámaras incorporadas, una de 114,83 mm. de diámetro, Debye-Scherrer y una cámara plana completa, con cámara fotográfica Polaroid para obtener resultados «instantáneos». Se incluye una cabeza de goniómetro para efectuar diagramas de Laue con la cámara plana. La UX 200 contiene una amplia gama de accesorios.

La incorporación de un generador estabilizado de poten-

cia elevada permite utilizar el Conjunto Universal para trabajos de difracción mediante la adición de un goniómetro.

Ambos equipos, de disponibilidad inmediata, se suministran con manuales de cartas para la solución de la ecuación de Bragg e instrucciones de operación muy comprensibles.

LA TELA DE ARAÑA CONTRIBUYE A LA INVESTIGACION CIENTIFICA

¿Qué hace un investigador cuando ha agotado los recursos de la tecnología moderna al tratar de conseguir lo que necesita? Vuelve sus ojos a la naturaleza. Esto es exactamente lo que ha hecho un científico de Cambridge. El doctor Nigel Unwin, de veintiocho años, perteneciente al equipo del «Medical Research Council», de Cambridge, ha estado investigando sobre la forma de incrementar la definición de su microscopio electrónico Philips a fin de poder resolver los problemas que surgen en el examen de muestras biológicas cuando se trabaja al límite de las posibilidades de los microscopios electrónicos. El problema fue resuelto con la ayuda de una araña.

Aunque el microscopio puede trabajar satisfactoriamente a nivel molecular, es decir, con aumentos del orden de un millón de veces, la definición está limitada por los bajos contrastes inherentes a las muestras biológicas al ser examinadas en estas condiciones. El problema es parecido al que se origina cuando se observan pequeñas bolas de cristal colocadas sobre una superficie también de cristal; escasamente se distinguen debido a la falta de contraste. El método más utilizado para mejorar el contraste de las muestras consiste en el recubrimiento de las mismas con sales de metales pesados, pero en general esta mejora de contraste va acompañada de una pérdida de definición. Aplicando las técnicas experimentadas en el campo de la microscopía óptica, el Dr. Unwin comenzó la construcción de un dispositivo llamado «placa de fase», que tiene la propiedad de mejorar el contraste aprovechando las características de la luz transmitida y dispersada por la muestra. Entonces se presentó un gran inconveniente: el de la microminiaturización. Teniendo en cuenta que las dimensiones «ópticas» en el microscopio electrónico son 10.000 veces más pequeñas que en los microscopios convencionales, la «placa de fase» requería el empleo de un filamento de material no conductor que fuera suficientemente uniforme, fuerte y fino para permitir el paso de los electrones. Se probaron muchos materiales pero ninguno satisfacía estos requisitos. Entonces el Dr. Unwin recurrió al mejor fabricante de hilo que existe en la naturaleza: la araña. En su propio jardín encontró unas especies de arañas muy pequeñas que construían telas de hilo fuerte y uniforme que tenía un diámetro de unas cienmilésimas de pulgada. Las arañas demostraron bastante espíritu de colaboración y el Dr. Unwin logró recubrir de tela un agujero de una milésima de pulgada de diámetro practicado en un portamuestras de plata, gracias a que el hilo era autoadhesivo. A fin de conseguir las propiedades

deseadas, se recubrió la tela de araña con una fina capa de oro, de unos 100 átomos de espesor. El efecto de la rejilla así constituida ha sido mejorar notablemente el contraste, actuando sobre el haz electrónico del microscopio. Usando este dispositivo, el Dr. Unwin ha logrado examinar, con un detalle sin precedentes, pequeñas estructuras biológicas tales como sub-unidades del virus del mosaico del tabaco.

NUEVO ESPECTROMETRO DE VACIO PV 8300 DESARROLLADO PARA ATENDER LAS NECESIDADES DE CRECIMIENTO DEL CONTROL INDUSTRIAL

Ha sido presentado por M. B. L. E., Bruselas (Bélgica), el nuevo espectrómetro de vacío PV 8300. Este instrumento posee una gran robustez, con una excelente estabilidad óptica. Con más de 80 tubos fotomultiplicadores y un intervalo espectral que abarca desde 1.700 a 4.300 Å, esta unidad es capaz de realizar el análisis de un gran número de elementos.

Otras mejoras importantes con respecto a modelos anteriores son: un nuevo montaje óptico, posibilidad de seleccionar dos tipos de redes de difracción, selección entre dos tipos de portamuestras para excitación por arco o chispa, y la capacidad de analizar muestras en una gran variedad de formas. Estas modificaciones han sido hechas principalmente para responder a las crecientes demandas del control industrial.

La notable estabilidad mecánica y óptica del PV 8300 permite asegurar una óptima reproducibilidad a corto y largo plazo. La precisión del sistema óptico es tal que puede quitarse cualquier componente del aparato y reemplazarlo sin afectar la precisión de los ajustes.

El analista puede trabajar con muestras de diferente forma: sólidos, alambre, polvo o disoluciones, ya sea por excitación en aire o bajo atmósfera controlada. El aparato dispone de un portamuestras Petrey para arco o chispa y también puede utilizar un segundo portamuestras que permite la posibilidad de trabajar con todo los tipos de electrodos.

El instrumento está especialmente diseñado para trabajo ininterrumpido durante las veinticuatro horas del día. Aún el cambio de lentes puede hacerse en dos minutos sin afectar el vacío. La temperatura interna puede ser controlada dentro de un intervalo de $\pm 0,1^\circ \text{C}$.

El elemento óptico básico es una réplica de red de difracción de 1,5 m., montada en un soporte Pyrex aluminizado. El área es de 40 mm. x 78 mm. con 30.000 líneas/pulgada o 36.000 líneas/pulgada, según el programa analítico que se requiera.

Se utilizan más de 80 fotomultiplicadores, incluyendo los tubos para el ultravioleta de vacío. Un tubo adicional para el rayo reflejado es opcional. Puede disponer de iluminación automática y de los fototubos, por medio de una lámpara de fatiga, entre los periodos de excitación. El sistema de vacío alcanza 10^{-2} Torr dentro del espectrómetro, por medio de una bomba rotatoria de dos pasos. Se mide la presión residual por un termopar y se lee en un medidor. En caso de fallos de corriente, el espectrómetro queda aislado de la bomba de vacío.

El PV 8300 se utiliza normalmente con una consola de medida tal como la PV. 8700. Se puede disponer de una gran variedad de generadores.

PUENTE DE MEDIDA PARA BANDAS EXTENSOMETRICAS

Philips ha incrementado recientemente su gama de equipos para medida de magnitudes mecánicas, mediante la incorporación del nuevo puente de medida PR 9308.

Su característica más destacada es el poseer compensación automática de la capacidad de los cables de medida y un sistema especial de calibración de escala, lo que le hace sumamente sencillo de manejar, incluso por personal no especializado.

El PR 9038 es el primer puente existente en el mercado que que posee esta ventaja.

Puede utilizarse con bandas extensométricas, con montaje en medio puente o puente completo, así como con captadores de tipo inductivo, capacitivo o de transformador diferencial.

El puente emplea el sistema de frecuencia portadora y puede medir fenómenos dinámicos con frecuencia de hasta 1,5 KHz. Es particularmente útil para medir con gran precisión magnitudes, tales como deformación, esfuerzos, presión, aceleración, presión diferencial, par de torsión, etcétera. Para todas estas magnitudes pueden suministrarse también los captadores apropiados.

SIDERURGIA

CENTRO SIDERURGICO EN ITALIA

La entidad del Gobierno Finsider construirá en Calabria un centro siderúrgico, con una capacidad anual de cinco millones de toneladas de acero bruto. El centro podrá estar ubicado en la costa Este o cerca de Sant'Eufemia, en la costa Oeste. En el complejo trabajan unos 7.500 obreros.

CONFERENCIA INTERNACIONAL EN LIEJA

Durante los días 12-14 de octubre, 1971, tendrá lugar en el Palacio de Congresos de Lieja (Bélgica) una «Conferencia internacional sobre incremento del rendimiento en los procesos de metales no férricos», organizada por la British Non Ferrous Metals Research Association. (Euston Street, London N. W. 1, 2 EU., Inglaterra).

Habrá traducción simultánea al alemán, francés e inglés.

MINERIA

EXPLOTACION DE MINERAL DE COBRE EN MEXICO

Los yacimientos cupríferos hallados en La Caridad, en la parte Norte de México, podrían ser la base para una

gran empresa industrial. Un reconocimiento preliminar revela que los yacimientos de La Caridad son una prolongación de la región cuprífera que comienza en Utah y Arizona, en los Estados Unidos. Además de cobre, hay criaderos de molibdeno y se estima que los yacimientos pueden rendir 60.000 toneladas métricas por día. La puesta en marcha de su explotación suponen costaría de 250 a 300 millones de dólares. El proyecto incluiría un concentrador, hornos de fusión, una planta de reducción electrolítica del cobre, caminos, ferrocarriles, instalaciones de servicios públicos y casas habilitadas.

VARIOS

OLEODUCTO TRANSALPINO

Se han concluido los trabajos de construcción del oleoducto transalpino, que se dirige desde el Adriático a Baviera, y de una bifurcación de aquél, de 418 kilómetros de longitud, capaz de suministrar cinco millones de t/año a Austria (aproximadamente la mitad de la demanda de este país). Se verá así resueltos sus problemas de transporte de crudos durante el invierno, cuando los puertos danubianos se hallan bloqueados por el hielo y sobrecargado el transporte ferroviario.

DESTRUCCION DE LOS DESECHOS DE PLASTICOS

Científicos del Instituto de Tecnología de los Plásticos de Suecia han descubierto al agregar a los plásticos pequeñas cantidades de parafina o de otros productos químicos determinados, su articulación, con lo cual estos plásticos se destruyen bajo la acción solar. Con este descubrimiento se espera resolver el problema de la eliminación de los plásticos que se desechan y que permanecen inalterables bajo las condiciones atmosféricas usuales. Por otra parte, dicho agregado no altera las propiedades de los plásticos durante su uso.

DESCUBRIMIENTO DE UNA NUEVA PARTICULA ELEMENTAL

Científicos de la Universidad de Berkeley (California), han descubierto recientemente una nueva partícula elemental. Se trata, según indican, de una partícula de vida extraordinariamente corta, que ha sido detectada mediante la cámara de burbujas. Es la partícula «antibarión omega negativa», ya prevista en las investigaciones de hace cuatro años y que es la antipartícula de la barión omega negativa descubierta en 1964.

EL METEORITO DE CHIHUAHUA

Los estudios realizados en el material procedente del interior de un meteorito caído en febrero de 1969 en el Estado Chihuahua (México), han permitido comprobar la existencia en aquél de sustancias orgánicas extraíbles (tolueno, octano, xileno, nonano, decanos, alquibencenos, naftaleno, etcétera), en cantidades 10.000 veces las halladas en la superficie del mismo meteorito. Esta notable diferencia hace suponer que tales sustancias no aparecen a causa de la contaminación del meteorito al tomar contacto con la Tierra o al ser transportado hasta el laboratorio.

EXPERIENCIAS SELENOGRAFICAS

Entre las experiencias científicas, de tipo selenográfico y astronómico, llevadas a cabo durante el primer recorrido, de 125 metros, realizado sobre la superficie de la Luna por el vehículo soviético Lunajod-1, figuran las pruebas del láser franco-soviético diseñado para determinar con mayor precisión la distancia media de la Tierra a la Luna, las determinaciones de la composición química de los estratos superficiales del suelo lunar mediante espectrometría de rayos X, así como el estudio de sus características mecánicas y físicas, el de la radiación X extragaláctica y, en particular, el de los efectos de una exposición prolongada a fuentes luminosas distantes y débiles inasequibles a los sistemas de detección montado sobre cohetes y satélites. Se investigó también la radiación cósmica solar.

Otra serie de experimentos relacionados con el funcionamiento del Lunajod-1 (en cuya cabina se han mantenido temperaturas de 10-18° C y presiones de 730-780 mm. Hg) han llevado a cabo mediante un sistema especial de sensores telemétricos que registran las fuerzas actuales sobre el bastidor del vehículo.

GASEODUCTO ARGELINO

Como fase previa al tendido de un gaseoducto para el transporte de metano desde Argelia hasta el sur de Italia, viene realizándose por parte de la empresa argelina «Sonatrach» y del «Ente Minerario Siciliano» el estudio de los fondos submarinos del Canal del Sicilia y del Estrecho de Mesina.

INVESTIGACIONES SOBRE PRODUCTOS QUIMICOS TOXICOS

Informa el «Comité británico de investigaciones sobre productos químicos tóxicos», dedicado al estudio de los efectos originados por los pesticidas en las corrientes de agua, tanto en éstas como en las lluvias caídas sobre Gran Bretaña se hallan presentes cantidades significativas de pesticidas orgánicos (DDT, lindante y dieldrina), que, oscilan

entre 3 y 30 partes en 10¹¹, precariamente situadas dentro de los márgenes de seguridad aceptados. Apunta el citado informe que, de acuerdo con las pruebas realizadas, si la concentración de los residuos orgánicos fuera superior a una parte en 10¹⁰, los sistemas ecológicos de los ríos y lagos del país estarían abocados a su destrucción.

CONSTITUCION DEL NUCLEO TERRESTRE

Según los científicos británicos R. Murthy y Hall, el núcleo terrestre, además de hierro y de una pequeña proporción de níquel, contiene cantidades apreciables de azufre, equivalentes a 10-20 por 100 de su peso.

Del estudio comparativo de los elementos volátiles de la corteza terrestre y de los hallados en los meteoritos, deducen los citados científicos que el azufre de la superficie de la Tierra ha disminuído en muchos órdenes de magnitud con respecto a otros elementos. En apoyo de esta hipótesis, Murthy y Hall, utilizando presiones de hasta 60 Kbar., han obtenido datos experimentales demostrando que de todas las masas fundidas con un elevado contenido en hierro, aquella que presenta un punto de fusión más bajo es la del Fe-FeS eutéctico. De aquí que ante un aumento de la temperatura, como el que tuvo lugar al formarse el núcleo terrestre, debió producirse un masa fundida de hierro y azufre, que, a causa de su baja viscosidad y elevada densidad, pudo introducirse desde la superficie de la Tierra hacia su interior.

MAZORCA DE MAIZ MOLIDA QUE ABSORBE PETROLEO

Los residuos de la mazorca de maíz, normalmente un material descartable después de la molienda, está resultando útil para absorber el petróleo derramado en la superficie del agua. La mazorca molida, que tiene el aspecto de serrín, se desparrama sobre la superficie del agua contaminada. Los gránulos absorben el petróleo y se mantienen flotando para deslindar el derrame. Esto facilita el trabajo de limpiar el derrame con espumaderas. La mazorca molida se ofrece en el mercado con el nombre de «Slikwik». Es un material atóxico, biodegradable e inofensivo para la flora y fauna acuática. Si el «Slikwik» no encuentra petróleo en la superficie del agua, absorbe agua y se hunde.

PERFORACION DE TUNELES CON LASER.

Una máquina nueva para abrir túneles, regula su curso con la ayuda de un haz de láser. Un disco de selenio permite la verificación visual de la dirección. El operario puede detectar una desviación de un centímetro respecto al eje del túnel.

Una minicomputadora integral proporciona control automático y a distancia. Los cabezales cortadores tienen dien-

tes anulares y pueden perforar roca con una fuerza de comprensión de 3.200 kg/cm². La máquina puede funcionar a profundidades de 1.000 metros y superiores evitando el molesto ruido y vibración para las personas y estructuras al nivel de la tierra. No se requieren trabajos previos de perforación y voladura para usar la máquina.

DESULFURIZACION DEL ARRABIO EN EL JAPON

En los talleres Keihin de la Kokan se ha instalado una máquina mezcladora o revoladora sobre carriles que llevan vagonetas de colada de 30 toneladas con arrabio fundido.

Sobre el metal caliente se echa polvo de carburo de calcio. Los portadores de grafito bajan entonces unos 20 centímetros dentro de metal. Después de revolver el metal por quince minutos, la desulfurización es completa. Las varillas son retiradas, mientras la siguiente vagoneta portacuchara se mueve bajo la máquina.

* * *

Los científicos de la Niuon Kokan informan que con este proceso se logra un elevado régimen de desulfurización superior a 90 por 100. La cantidad de sólo 3,5 kg. de carburo de calcio por tonelada de metal caliente es considerablemente menos que otros procesos de desulfurización. Los mayores volúmenes de metal pueden ser manejados aumentando simplemente el número de varillas. Por ejemplo, en un caso de 50 toneladas se usarían cinco varillas. El ciclo de revolver el metal se mantiene constante en quince minutos, cualquiera sea el volumen.

SALVAMENTO DE MINEROS APRISIONADOS

La Westinghouse Electric International ha desarrollado un sistema en tres partes para salvar a mineros atrapados bajo tierra y prestarles ayuda para sobrevivir. La primera parte consiste en un refugio auxiliar portátil, que contiene un suministro de oxígeno, alimentos y agua, para dos semanas; respiradores individuales con un suministro de aire de una hora; y un refugio permanente donde 50 a 75 hombres pueden guarecerse por dos semanas.

La segunda parte consiste en un sistema de comunicaciones que se vale de técnicas tanto sísmicas como electromagnéticas. Esto permitirá que el personal del salvamento localice con precisión el lugar donde se hallan los mineros antes de comenzar la perforación.

Como última parte del sistema, dos equipos perforadores pueden abrir rápidamente agujeros de 26 y 85 centímetros de diámetro para alcanzar a los mineros y mandarles alimentos, aire, equipos de primeros auxilios, etc.

LA EXCAVADORA MAYOR DEL MUNDO

Una excavadora de rueda de cucharas capaz de excavar 200.000 metros cúbicos diarios entrará en servicio a fines de 1975 en la mina de lignito a cielo abierto «Fortuna-Garsdorf» (Bergheim-Erft). La excavadora tiene una longitud total de 220 metros y una anchura de 84, y pesa 13.000 toneladas. La rueda de cuchara tiene un diámetro de casi 22 metros. Con sus 18 cangilones puede cargar 17,5 vagones por minuto o diariamente un tren de mercancías de 210 kilómetros de longitud.

MONOCRISTALES ELECTROPOSITIVOS POR MEDIO DE LASER

Un grupo de investigadores del Departamento Óptica-Láser, del Instituto Battelle, en Francfort, han obtenido monocristales electroópticos por medio de un láser. El nuevo procedimiento ideado en este Instituto consiste en crear una zona de fusión, mediante un láser de CO₂ de potencia grande (400 W.), por la que se hace pasar el material de partida en forma de tabletas prensadas. Al pasar por la zona de fusión las tabletas se transforman en monocristales. Se han preparado de esta forma monocristales electroópticos de bario, estroncio y niobio.

Los métodos de fusión sin crisol no se habían podido aplicar hasta ahora para la obtención de este tipo de monocristales, ya que no se obtenían con suficiente conductividad eléctrica, por lo que el nuevo método supone un avance extraordinario.

COSECHA DE NODULOS DE MANGANESO

Cerca de dos toneladas de nódulos de manganeso fueron levantados de una profundidad de 3.000 metros en el curso de unas pruebas realizadas a 350 kilómetros al Noroeste de Tahiti. Un observador destacó dos puntos importantes en estas pruebas: 1) la profundidad grande de donde fueron extraídos estos nódulos y 2) el sistema de recuperación mediante cucharones al rastreo. Para esta operación, los japoneses usaron un cable flexible de 24 metros. Cada cucharón tenía una capacidad de 35 kg. Este cable fue arrastrado sobre el lecho del océano.

Estadística y Economía

COTIZACIONES

PRODUCTOS	1970 Diciembre	1971 Enero	1971 Marzo	1971 Mayo
ALUMINIO				
Nueva York (centavos por libra).....	29,—	29,—	29,—	29,—
Londres (libras por Tm.).....	261,80	261,80	261,80	261,80
CINCO				
Nueva York (centavos por libra).....	15,85	15,85	15,85	16,50
Londres (libras por Tm.).....	58-63	58-63	58-63	53-58
COBRE				
Nueva York (centavos por libra).....	46,50	46,20	49-50	53-55
Londres (libras por Tm.).....	423,—	414-415	447,—	508-518
ESTAÑO				
Nueva York (centavos por libra).....	158-162	155-158	158-160	164,50
MERCURIO				
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kg.).....	355,—	355,—	345,—	310,—
Londres (libras por frasco de 3,45 kg.).....	147-150	147-151	139-143	125-128
PLOMO				
Nueva York (centavos por libra).....	15,—	15,—	14,80	15,—
Londres (libras por Tm.).....	151,—	145,—	145,—	149,—
VOLFRAMIO				
Londres (libras por Tm.).....	29-30	28-30	26,50-27,50	25-26

LA PRODUCCION SIDERURGICA EN EL MES DE AGOSTO

Las empresas integradas en la Unión de Empresas y Entidades Siderúrgicas (UNESID), servicio del Sindicato del Metal, han alcanzado una producción de laminados en caliente de 580.233 t., medidas en acero equivalente, en el pasado mes de julio, y de 527.060 t. en agosto. En cuanto a la producción de acero, las cifras fueron de 661.913 t. en julio y 642.773 t. en agosto.

En los ocho meses transcurridos del presente año, la producción de laminados en caliente ha ascendido a 4.487.439

toneladas, medidas en acero equivalente, con una contracción del 1,3 por 100 frente al tonelaje producido en los mismos meses de enero-agosto de 1970. La producción de acero en dicho período suma 4.958.387 t., con un incremento del 4,6 por 100 respecto a 1970.

A continuación se ofrecen las producciones de agosto y de los ocho primeros meses de 1971, así como las variaciones registradas con relación a los períodos correspondientes del año anterior:

EMPRESAS	PRODUCTOS		Variación respecto a 1970	
	1971 Toneladas		Porcentaje	
	Agosto	Enero-Agosto	Agosto	Enero Agosto
LAMINADOS EN CALIENTE (1)				
Altos Hornos de Vizcaya, S. A.....	165.110	1.263.096	+ 9,85	— 2,51
Ensidesa.....	83.455	726.725	+ 3,50	+ 6,81
Uninsa.....	55.277	493.910	— 3,56	— 0,33
Otras fábricas.....	223.218	2.003.708	+ 39,81	— 3,43
Total.....	527.060	4.487.439	+ 17,67	— 1,30
ACERO				
Altos Hornos de Vizcaya, S. A.....	158.986	1.236.179	+ 27,1	+ 6,8
Ensidesa.....	220.081	1.593.407	+ 17,8	+ 10,6
Uninsa.....	75.404	456.842	+ 44,8	+ 6,6
Otras fábricas.....	188.301	1.671.959	+ 24,3	— 2,4
Total.....	642.783	4.958.387	+ 24,7	+ 4,6

(1) En acero equivalente.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

B O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
162	11314	8-VII-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, incluidos los combustibles sólidos y a excepción de los hidrocarburos fluidos, en el perímetro que se indica comprendido en las provincias de Burgos, Soria, Segovia, Palencia y Valladolid, y denominado «Zona Aranda de Duero».
162	11314	8-VII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Vizcaya, publicando la cancelación del permiso de investigación minera que se cita.
163	11377	9-VII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Burgos, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
163	11377	9-VII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Guadalajara, publicando la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita.
164	11439	10-VII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Teruel, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
173	11976	21-VII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Segovia, notificando la iniciación de la caducidad del permiso de investigación que se cita.
174	12045	22-VII-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Soria.
174	12045	22-VII-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Castellón de la Plana.

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
174	12045	22-VII-71	Ind.	Orden de 25 de junio de 1971, estableciendo la modalidad y se anuncia concurso para la adjudicación de la investigación de minerales de mercurio en las áreas reservadas denominadas «Usagre» (Badajoz), «Turre», «Almería», «Baza» (Almería y Granada), «Alpujarras» (Granada), y «Chovar» (Castellón).
188	12941	7-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Avila, publicando la cancelación del permiso de investigación minera que se cita.
188	12941	7-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cuenca, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
188	12941	7-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Jaén, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
188	12942	7-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Madrid, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
188	12943	7-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, publicando la solicitud del permiso de investigación minera que se indica.
188	12943	7-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Zaragoza, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
189	12994	9-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de León, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
189	12995	9-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Málaga, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
199	13625	20-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Ciudad Real, publicando el otorgamiento de la concesión de explotación minera que se cita.
199	13625	20-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cuenca, publicando el otorgamiento de las concesiones mineras de explotación que se citan.
200	13719	21-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de La Coruña, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
200	13720	21-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, publicando el otorgamiento de las concesiones de explotación minera que se citan.
201	13777	23-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Guadalajara, publicando el otorgamiento de las concesiones de explotación minera que se citan.
202	13852	24-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
202	13852	24-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Castellón, publicando el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
202	13852	24-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Córdoba, publicando el otorgamiento de las concesiones de explotación minera que se indican.
204	13960	26-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Almería publicando el otorgamiento de la concesión de explotación minera que se cita.
204	13960	26-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Burgos, publicando el otorgamiento de la concesión de explotación minera que se cita.
205	14041	27-VIII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Madrid, publicando el otorgamiento de la concesión de explotación minera que se cita.
213	14536	6-IX-71	Ind.	Orden de 27 de julio autorizando el levantamiento de suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos y consiguiente declaración de caducidad del expediente en trámite de reserva, perímetro «Hoja 528-2» (Salamanca).
213	14536	6-IX-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, publicando la cancelación de los permisos de investigación minera que se citan.
216	14738	9-IX-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cádiz, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
216	14738	9-IX-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Huesca, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
216	14738	9-IX-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Murcia, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
216	14738	9-IX-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Sevilla, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
PERSONAL				
163	11349	9-VII-71	E. y C.	Orden de 21 de mayo de 1971, aprobando el expediente de la oposición a la cátedra del grupo IV, «Química», de las Escuelas de Ingeniería Técnica Minera de Cartagena, Huelva, León, Manresa y Torrelavega.
195	13304	16-VIII-71	Ind.	Decreto 1909/1971, de 15 de julio, modificando la composición de la Comisión Nacional de Geología.
RESERVAS				
162	11312	8-VII-71	Ind.	Orden de 14 de junio de 1971, autorizando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en un perímetro denominado «Zona de Huelva», comprendido en las provincias de Huelva y Sevilla.
169	11745	16-VII-71	Ind.	Orden de 22 de junio de 1971 acordándose modificar la modalidad para la investigación de la zona reservada a favor del Estado «Valle de Alcudia» (Ciudad Real).
184	12676	3-VIII-71	Ind.	Orden de 17 de junio de 1971 reestructurando diversas reservas a favor del Estado existentes en las provincias de Málaga y Cádiz.
VARIOS				
159	11036	5-VII-71	O. P.	Resol. de la D. G. de Obras Hidráulicas por la que se hace pública la autorización concedida a la Comunidad de Aguas «Los Laureles» para continuar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en monte de propios del Ayuntamiento de El Tanque (Tenerife).
163	11367	9-VII-71	O. P.	Resol. de la D. G. de Obras Hidráulicas concediendo al Ayuntamiento de Cortes de la Frontera (Málaga), autorizando para aprovechar aguas subterráneas del río Guadiana con destino al abastecimiento de la población.
164	11439	10-VII-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Baleares, publicando la declaración de minero-medicinal de las aguas del manantial que se cita.
169	11742	16-VIII-71	Ind.	Decreto 1581/1971, de 1 de julio, sometiendo a concurso entre la iniciativa privada la construcción y explotación de la IV Planta Siderúrgica Integral.
184	12672	3-VIII-71	O. P.	Resol. de la D. G. de Obras Hidráulicas concediendo la autorización para aprovechar aguas subterráneas del río Chillar, a favor del Ayuntamiento de Nerja (Málaga), en dicho término municipal, con destino al abastecimiento de la población.
184	12673	3-VIII-71	O. P.	Resol. de la D. G. de Obras Hidráulicas concediendo a «Malavella, Sociedad Limitada», autorización para aprovechar aguas subterráneas de la ribera de Benaula, en término municipal de Caldas de Malavella (Gerona), con destino a usos industriales y sanitarios.
185	12744	4-VIII-71	Gob.	Orden de 24 de junio de 1971, declarando de utilidad pública el manantial «Caldas de San Adrián» (León).

Notas bibliográficas

ESTRATIGRAFIA

ALFREDO ARCHE: *Las facies «flysch» del Ordovícico en el sector central de los Pirineos*. Seminario de Estratigrafía VII, págs. 39-42, 1971.

Describe los depósitos ante —Silúricos de la región de los valles de Arán, Benasque y Bagnères de Luchón, caracterizándose su parte superior como una facies flysch por la presencia de numerosas estructuras internas y Sole marks.

La cuenca presentaba caracteres de inestabilidad que culminaron con una fase de actividad tectónica y más magmática entre el Caradoc y el Ashgillense (Tacónica temprana? Palaresica?).—L.

CORCHÓN RODRÍGUEZ, F.: *Estudio geológico de los alrededores de Valderromán (Soria)*. Seminario de Estratigrafía, VII, págs. 3-30, 1971.

Describe el autor con detalle las series estratigráficas del Mesozoico de un sector de la provincia de Soria, cerca del límite con la provincia de Guadalajara.

El borde del mar del Muschelkalk se encuentra en la región estudiada y su carencia más al SE. la explica por la existencia de un umbral que impidió su deposición en esta zona. El Muschelkalk estudiado se habría depositado en una cuenca aislada, lagunar y de poca profundidad.

Existe una amplia laguna estratigráfica desde el Lías hasta el Albense, faltando el Dogger, Malm y parte del Cretácico inferior.

No hay indicios de discordancia real entre Keuper y Lías y por tanto no puede hablarse de movimientos Paleokiméricos. Ambas formaciones son concordantes, si bien el contacto está algo mecanizado a causa de fenómenos de despegue motivados por la distinta competencia de los materiales. Asimismo, dada la ausencia de señales de erosión en la base del Cretácico, tampoco debe pensarse en la existencia de movimientos Neokiméricos entre Lías y Cretácico. Solamente hubo epirogénesis.—L.

ROSELL, J. y GICH, M.: *Nota preliminar sobre las turbiditas eocenas de los alrededores de Ripoll* (provincia de Gerona). «Acta Geológica Hispánica», año VI, núm. 2 marzo-abril, 1971, págs. 33-35.

Presentan los autores algunos resultados sobre las características sedimentológicas de las turbiditas eocenas de Ripoll, considerándose igualmente su posición y significado dentro de la cuenca de sedimentación prepirenaica.—L.

LEÓN, L.; PUIGDEFÁBREGAS, C., y RAMÍREZ DEL POZO: *Variaciones durante el Eoceno medio en la sierra de Andía (Navarra)*. «Acta Geológica Hispánica», año VI, número 2, marzo-abril, 1971, págs. 36-41.

Establecen las peculiaridades litológicas y estratigráficas del Eoceno medio, en la sierra de Andía (Navarra). Describen ejemplos de estratificación cruzada, analizando los datos direccionales que aportan.

Estudian las características de la cuenca y de su evolución. En una primera aproximación establecen una correlación con los sedimentos más altos, estratigráficamente, de la sierra de Urbasa, situada al Oeste.—L. DE A.

ARCHE, A.: *Estratigrafía del Devónico en los altos valles Esera y Pique (Pirineos centrales)*. «Acta Geológica Hispánica», año VI, núm. 2, marzo-abril, 1971, págs. 42-45.

Estudia la estratigrafía del Devónico de un sector de los Pirineos centrales, valles altos del Esera y Pique, describe las diversas formaciones y trata de obtener la evolución paleogeográfica de la cuenca durante este período.

El Devónico inferior en continuidad con el Silúrico, es fundamentalmente calcáreo, con desarrollo de biohermos en el Couviniense; el Devónico medio es pizarroso y muestra una progresiva inestabilización en la cuenca, con depósitos «flysch»; a partir del Devónico superior (Frasniense), se inicia una regresión que conduce a la emersión de la zona durante el Famenense, la cuenca no vuelve a recibir sedimentación hasta el Namuriense, siendo ésta de carácter parálico al N. y límico al S.—L. DE A.

JAIME DE PORTA: *La estratigrafía del Mioceno entre Altafulla y Torredembarra (provincia de Taragona)*. «Acta Geológica Hispánica», año VI, núm. 2, marzo-abril, págs. 61-64, 1971.

Da la estratigrafía de dos secciones del Mioceno en el Sector de Altafulla-Torredembarra, ambas se caracterizan por su contenido elevado en CO₂Ca.—L. DE A.

GEOLOGIA

J. P. BARD, CAPDEVILA, R. y MATTE PH.: *Sobre el tipo del metamorfismo regional progresivo hercínico en el Guadarrama oriental (sistema Central español)*. «Acta Geológica Hispánica», año VI, núm. 2, marzo-abril, 1971 págs. 46-48.

Discuten el tipo del metamorfismo regional progresivo hercínico del Guadarrama oriental. Se trata de un tipo interme-

dio de presión baja con distena, muy parecido a los tipos ya conocidos en Galicia, Portugal y Sur de la Península.—L. DE A.

MINERALS, ROCKS AND INORGANIC MATERIALS: *Monograph Series of Theoretical and Experimental Studies*. Edited by W. con Engelhardt, T. Hahn, R. Roy, J. W. Winchester, P. J. Wyllie. Vol. 4: BRAITSCH, O.: *Salt Deposits, Their Origin and Composition*. Translated by P. J. Burek and A. E. M. Nairn. In Consultation with A. G. Herrmann and R. Evans. 47 figs. XIV, 297 págs., 1971. Cloth Berlin, Heidelberg. New York: Springer Verlag. ISBN 3-540-05206-2.

Minerales, Rocas y Materiales Inorgánicos. Series monográficas de estudios teóricos y experimentales. Vol. 4: BRAITSCH, O.: *Depósitos salinos, su origen y composición*. Traducido del alemán al inglés por P. J. Burek y A. M. Nairn, con la colaboración de A. G. Herrmann y R. Evans. 47 fig., 35 tablas, XIV, 297 págs., 15,5 x 23 centímetros, 1971, en tela, Berlín, Heidelberg Nueva York. Springer Verlag. ISBN 3-540-05206-2.

El primer prólogo, debido a W. T. Holser, señala la importancia y reputación que de día en día iba adquiriendo la obra de Otto Braitsch «Entstehung und Stoffbestand der Salzlagertstätten» (Génesis y composición de los yacimientos salinos), que se publicó en alemán en 1962. El autor preparaba otra edición cuando su trágica muerte, por un desgraciado accidente en 1966 impidió realizar su propósito. Sin embargo, el conocimiento de su obra se ha ido haciendo cada vez más necesario debido a que, en realidad era una síntesis de cuantas cuestiones fundamentales había estudiado. De aquí que el segundo prólogo de esta segunda edición sea el escrito en alemán por el malogrado autor. La obra, luego, ha sido puesta al día por sus traductores. En el capítulo A se plantea primeramente el problema; siguen la breve historia del agua del mar, la sucesión de sales del Zechstein alemán, los minerales principales, accesorios y autígenos de los depósitos salinos.

En el capítulo B se estudian las condiciones de estabilidad de las sales minerales y luego se describen los sistemas según su composición.

En el capítulo C se consideran los modelos físico-químicos precipitación primaria, metamorfismo termal, metamorfismo de las soluciones, el dinamometamorfismo.

En el capítulo D se analizan las secuencias de las sales naturales y los modelos físico-químicos (componentes primarios, componentes secundarios).

En el capítulo E se describen otros componentes de los depósitos salinos (boro, hierro, arcillas salinas, residuos insolubles).

El capítulo F comprende las conclusiones geológicas y los problemas derivados de los yacimientos salinos.

Destacamos aquí algunos de los puntos tratados en este capítulo final: la diferencia entre el agua de mar normal y el agua del mar alterada; la estratificación rítmica de las

sales y los ciclos sedimentarios del zechstein alemán; la temperatura de la precipitación primaria; el potencial redox y las concentraciones del ion hidrógeno; el origen de las soluciones metamórficas.

El capítulo final expone una revisión de los temas tratados en los capítulos anteriores.

La bibliografía comprende 16 páginas.

Un índice de autores y temas tratados termina la obra.—J. G. DE LL.

GEOFISICA

C. GAIBAR-PUERTAS y J. RUIZ LÓPEZ: *Las anomalías de la pesantez en la isla de Alborán*. «Revista de Geofísica», XXIX, págs. 267-292, 1970.

Formando parte del estudio geológico de la isla de Alborán fueron efectuadas 53 estaciones utilizando un gravímetro Worden que, convenientemente contrastado antes y después de la campaña, reflejó una deriva total de 3,348 u. W. (~1 miligal). Los valores suministrados por el apartado fueron convenientemente corregidos por los efectos de marea terrestre, oscilación térmica, deriva instrumental, etcétera, así como sometidos a las reducciones altimétrica (Faye), másica (Bouguer), y topográfica (Zonas F y sus inscritas). Para el cálculo de los valores correspondientes a la gravedad teórica se utilizó la fórmula del elipsoide internacional (1930).

En la estación-base utilizada el valor de la gravedad es de 979.893,87 ± 0,05 miligales y su correspondiente anomalía Bouguer (corregida por topografía) es de + 71,84 miligales. Los resultados obtenidos para las otras 52 estaciones resultan bastante similares al de la estación base, ya que sus anomalías solamente oscilan entre + 71,37 y 72,43 miligales. Las discrepancias relativas se agrupan en áreas perfectamente definidas, revelando para la mitad oriental de la isla una densidad netamente deficitaria respecto a la de la mitad occidental, donde las anomalías positivas (relativas) dibujan hasta cuatro franjas orientadas en una dirección próxima a la Oeste-Este, indudablemente producidas por incrementos locales de la densidad del substrato y deben relacionarse según el autor con la existencia de otras tantas geoclasas o chimeneas adventicias que rellenas por filones consolidados arman en el substrato de aquel sector insular recubiertas por las tobas o acaso simplemente por la cobertura superficial de sedimentos cuaternarios.—L. DE A.

MICHEL BUFFEREAU, Claude Genty: *Etude du principe de la réalisation d'échantillons de référence pour la chimie analytique problèmes des éléments a l'état de traces dans le plutonium applications pratiques* «Rapport CEA-R-4106, pag. 43. 1971.

En este programa de análisis que hacen los autores, se ve la manera de realizarlos con el menor consumo de metal, con el fin de determinar los elementos que están en el orden

de trazas en el plutonio. Estudian los problemas que se presentan en la elaboración y después aplican sus técnicas al estudio de algunos casos reales.—L.

JEAN LOUIS ASTIRER: *Géophysique appliquée a l'hydrogéologie*. 278 págs., 237 figs., 1971, masson et cie., editeurs, París.

Continuamente estamos apreciando en nuestro país el incremento en la demanda de agua y la pérdida de calidad de las superficiales, los que obliga a un estudio y mejor conocimiento de las subterráneas, para lo cual uno de los puntales fundamentales es la geofísica aplicada.

Al geofísico en el campo de la hidrogeología se le puede pedir: localización de las capas y fracturas, estimación de la profundidad de los acuíferos y del nivel hidrostático, determinación de la extensión lateral, espesor y volumen de la formación, evaluación en el acuífero de la porosidad total y de las reservas, medición de la velocidad de circulación del manto, determinación de la salinidad de las aguas, establecimiento de correlaciones de acuíferos, localización de los manantiales de aguas termales. En el caso de recurrir a la testificación geofísica también se pueden lograr informaciones sobre: límites entre capas y su naturaleza, sus leyes en arcillas, la posición de los acuíferos en relación con las zonas fracturadas, la porosidad total de los acuíferos y las zonas más permeables, el caudal relativo de los diversos acuíferos, la salinidad de las aguas, las correlaciones entre sondeos. Sobre todos estos puntos se trata de las diversas partes de la obra.

La parte de «Los métodos geofísicos de prospección» se divide en los capítulos siguientes: gravimetría, magnetismo, prospección eléctrica, técnicas magneto-telúricas y magneto-eléctricas, electromagnetismo, métodos sísmicos de refracción y de reflexión, termometría, radiometría e imagen infrarroja aerotransportada.

Trata la parte segunda del tema concreto de «La prospección geofísica aplicada a la hidrogeología», con los capítulos siguientes: determinación de la porosidad y de la permeabilidad, fallas, reconocimiento de cuencas (sedimentarias, depósitos aluviales, investigaciones en formaciones cársticas, investigaciones en formaciones cristalinas y cristalofílicas, investigación en formaciones volcánicas, zonas costeras, aguas termales.

A «La testificación geofísica de los sondeos» está dedicada la tercera parte: testificaciones radiactivas, testificación de resonancia magnética nuclear, testificación acústica, testificación térmica, medida de la pendiente de las capas su inclinación y diámetro de los sondeos, medida de la velocidad del agua, aplicación de diagrámas en hidrogeología, establecimiento de un programa.

Cada capítulo tiene su bibliografía y completa la obra un índice de materias.

La obra es esencialmente práctica y con las fórmulas necesarias para establecer los cálculos y deducir las anomalías.—L. DE A.

D. S. PARASNIS: *Geofísica minera*. Traducción del original por E. Orellana. Ediciones Paraninfo. 376 págs. X cuadros, 128 figuras. Madrid, 1971.

Muy interesante para geólogos e ingenieros de Minas y en general para todos los relacionados con la especialidad, así como para aquellos que quieran convertirse en geofísicos profesionales, es esta traducción que se nos ofrece ahora, a través de Ediciones Paraninfo, de la obra original de Parasnis, *Geofísica minera*. En efecto, es éste uno de los primeros libros modernos dedicados exclusivamente a la Geofísica minera, ocupándose de muchos temas que no han sido tratados o tratados muy a la ligera en obras anteriores de este tipo. Así, en el presente libro se tratan extensamente los métodos geoelectrónicos de tanta importancia en la prospección minera, en tanto que los métodos sísmico y gravimétrico disfrutan del espacio que merecen. Otro de los puntos interesantes, en el que queremos hacer hincapié, es que se ha prescindido en todo lo posible de las elevadas teorías matemáticas, tan frecuentes en trabajos geofísicos, dándose especial preponderancia a la clara exposición de los conceptos, sin los cuales los más poderosos medios matemáticos pierden toda eficacia e incluso pueden llevar a graves errores.

Tras un capítulo de introducción y otro dedicado al estudio de los aspectos generales y de recogida y presentación de los datos geofísicos, el autor pasa a tratar detenidamente y por capítulos completos los importantes temas siguientes: Métodos magnéticos, método del potencial espontáneo, métodos electromagnéticos, métodos eléctricos, métodos de polarización inducida, métodos gravimétricos, métodos sísmicos métodos radioactivos, métodos y electromagnéticos aéreos, combinaciones de métodos geofísicos. Todos estos temas van acompañados de múltiples ejemplos prácticos, generalmente de yacimientos suecos. Después de nueve apéndices se cierra el libro con una amplia bibliografía sobre los temas tratados.—L. A. L. DE G.

ESPELEOLOGIA

KOBIE: *Morfología e hidrología del karst de Itxina*. Grupo espeleológico Vizcaíno. B.º núm. 3, Bilbao, mayo, 1971, págs. 9 a 58.

Son un conjunto de ocho notas sobre: situación, antecedentes y exploraciones, descripción geográfica, catálogo de cavidades, esquema geológico, las formas exokársticas, las formas endokársticas, presentación de datos, observaciones generales, preparados por unos entusiastas del Grupo Espeleológico Vizcaíno, para un mejor conocimiento del macizo cárstico de Itxina en el Macizo del Gorbea (Vizcaya).

Esta aportación se puede considerar como una presentación de los factores más importantes que han contribuido a la formación de este karst.—L. DE A.

GEONUCLEONICA

ANDRÉ BRUTUS: *Etude d'une methode de dosage spectrophotométrique du plutonium en phase organique*. «CEA-R-4111, 79. 1971.

El objeto de la memoria es estudiar un método de valoración del plutonio en la fase orgánica con el procedimiento «Purex», donde las concentraciones mínimas valoradas son del orden de 10^{-5} M.

Han efectuado la espectrofotometría, a 655 nm. de un complejo de plutonio arsenazo III, directamente en la fase orgánica. Puede formarse varios complejos del arsenazo III y el plutonio; se han determinado las condiciones de obtención un solo complejo, así como aquellas en las cuales éste sigue la ley de Beer.

Estudia la naturaleza de estabilidad del complejo, lo que ha permitido el cálculo de la constante de equilibrio, así como la variación de entalpía patrón libre.

Establece el campo de aplicación del método y calcula la recta de regresión, el intervalo de confianza, el límite de detección y la sensibilidad. Ha sido considerada la eliminación de algunos cationes perjudiciales en el medio considerado.—L.

PAUL PASTEELS, JEAN MICHOT, y J. LAVREAU: *Le complexe éruptif du Rogaland Méridional (Norvège). Signification pétrogénétique de la farsundite et de la mangerite quartzitique des unités orientales; arguments géochronologiques et isotopiques*. «Ann. de la Soc. Géologique de Belgique, XCIII, pp. 453 a 476, 1970.

Con los resultados geocronológicos obtenidos de los circones y esfenos y en función de los valores de las relaciones isotópicas del estroncio del apatito y del plomo del feldespato, consideran la posibilidad de existencia de una relación genética entre la farsundite típica y las mangeritas del lopolito de Bjerkrem-Sogndal (Noruega).

Parece ilustrar la farsundite el caso más frecuente presentado por los granitos orogénicos: (78Sr/86Sr). Es cercana a 0,71 y la composición isotópica del plomo de los feldespatos aparece situado en la «zona general» correspondiente a las rocas ígneas de 1.000 m. de a. Las mangeritas tiene un exceso de 87 Sr y 206 Pb.

Puede suponerse un origen común para ambas rocas, lo que implicaría una asimilación de material metadetrítico por parte de la mangerita y metavolcánico por la farsundite.

El exceso de 206 Pb encontrado en las mangeritas, puede ser característico del «magma plagioclástico» y resultar de una interacción manto-corteza a nivel de las orogenias.—L.

LABOREO

PIERRE AUDIDIÈRE, FRANÇOIS BALARD, JEAN-PIERRE DUPOUY, PHILIPPE LAVOLLEE, FRANCIS VAN KOTE: *Distribution de la radioactivité dans l'environnement d'une explosion nu-*

cleaire contenue. 1^{re} partie. *Etude Theorique*. Rapport CEA-R-4128 (1), pág. 47. 1971.

Exponen los autores un plan de estudio teórico de la distribución de los productos de escisión y de activación en los alrededores de una explosión nuclear contenida. A continuación presentan los resultados referentes a la evolución de la composición química de la fase gaseosa en la cavidad creada por la explosión y estudian por medio de un programa de cálculo automático los equilibrios simultáneos, en el caso particular del suelo de naturaleza granítica (Macizo del Tan Affela), en la zona de temperatura de 3.000 a 6.000 °K para presiones que varían de 10 a 1.000 bar.—L.

ENCARNACIÓN PUGA RODRIGUEZ: *Investigaciones petrológicas en sierra Nevada Occidental* (Resumen de la tesis doctoral). «Facultad de Ciencias», Granada, 1971, 23 pg.

El objetivo principal de la tesis que reseñamos es el estudio petrológico de las formaciones metamórficas de Sierra Nevada Occidental, exceptuando los mantos alpujarrides, es decir las pertenecientes al complejo nevado-filábride.

Entre las conclusiones a las que llega la autora figuran:

En la región hay tres conjuntos litológicos, de características petrológicas diferentes, que ha denominado: unidad de las Sabinas, unidad de la Caldera y unidad de sierra Nevada.

Las rocas que constituyen las unidades litológicas estudiadas proceden de series vulcano-sedimentarias. En la unidad de sierra Nevada predominan las rocas de origen sedimentario. Sólo las anfíbolitas son de origen volcánico. En la unidad de la Caldera hay antiguas rocas ácidas, plutónicas y volcánicas y rocas básicas volcánicas y subvolcánicas. En la unidad de las Sabinas las manifestaciones ígneas, bastantes abundantes, de naturaleza ácida y básica, fueron volcánicas. En las tres unidades de las rocas ígneas básicas se han transformado por acción del metamorfismo en ortoanfíbolitas, mientras que las ácidas se han transformado en ortogneises.

Hay también rocas originadas por metasomatismo de las rocas previamente metamorizadas. Las rocas resultantes, más abundantes en la unidad de las Sabinas que en las otras dos son: a) albitas y epidotitas, que se originan por acción de fluidos hidrotermales, b) turmalinitas, originadas por la acción de fluidos pneumatolíticos, y exclusivas de la unidad de las Sabinas.

Los tres conjuntos litológicos han sido afectados por metamorfismo alpino plurifacial, que se ha realizado en cinco etapas principales de metamorfismos dinamotérmico.

Ha identificado y caracterizado 64 minerales diferentes en la unidad de la Caldera, 60 en la unidad de las Sabinas y 34 en la unidad de sierra Nevada.

Identificó una nueva unidad tectónica la de «La Caldera», que opina pertenece a un manto de corrimiento no citado hasta ahora en la zona Bética. El argumento principal en que se apoya esta conclusión es que los materiales de la unidad de la Caldera han sufrido un metamorfismo de con-

tacto intenso que no se registra en la unidad de sierra Nevada infrayacente. Las rocas que integran la unidad de la Caldera forman parte de una aureola de contacto antes de su traslación como manto de corrimiento hasta el emplazamiento actual. Los ortogneises porfiroides de esta unidad constituyen testigos de un plutón granítico que han sido arrancados del mismo, junto con las rocas de la aureola, y trasladados junto con ellas formando el manto de la Caldera. Las rocas que constituyen esta unidad consisten en: a) Metamorfismo regional prealpino. b) Metamorfismo de contacto prealpino propio de la facies de las Corneanas hornbléndicas. c) Metamorfismo regional alpino, plurifacial.

La unidad de las Sabinas constituyen un manto de corrimiento con respecto a la unidad de sierra Nevada. La etapa mineralogenética principal del metamorfismo regional alpino se ha desarrollado en las unidades de la Caldera y de las Sabinas en las facies de las Anfibolitas almandínicas, mientras que en la unidad de sierra Nevada, infrayacente, sólo se han alcanzado las facies de Esquistos verdes. La etapa principal de metamorfismo regional alpino ha tenido lugar antes de que las unidades de la Caldera y las Sabinas se superpusieran a la de Sierra Nevada. Es decir, antes de que sus materiales se trasladaran formando mantos de corrimiento, hasta ocupar la posición actual.

El metamorfismo postcinemático subsecuente a los corrimientos ha afectado a las tres unidades, y sus efectos mineralogenéticos se han dejado sentir principalmente en las unidades de sierra Nevada y de la Caldera. La dirección principal de linealidad, macropliegues y micropliegues en esta región es la N. 40° E.

Las principales etapas mineralogenéticas del metamorfismo regional coinciden, a grosso modo, en el tiempo, con las etapas dinámicas y de deformación, como puede deducirse de la coincidencia de los minerales planares con la esquistosidad continua, y de los ejes de alargamiento de los minerales prismáticos con la dirección N 40° E. El retrometamorfismo se ha producido durante la etapa final de descompresión y abombamiento de sierra Nevada, que coincide, en parte, con la formación de diaclasas de tensión y fallas normales, muchas de las cuales están rellenas o tapizadas por estas paragénesis de grado bajo.

Según las dataciones radiométricas de edad absoluta los ortogneises de origen volcánico de la unidad de las Sabinas tendrían una edad de 215 ± 15 millones de años. La edad de los ortogneises porfiroides de origen granítico de la unidad de la Caldera sería de 205 ± 20 millones de años. Es decir, ambos tipos de rocas se habrán formado en el Triás medio.

Como consecuencia de los resultados de las dataciones radiométricas anteriores puede concluirse, con las reservas convenientes: a) Que los materiales que alternan con los gneises en la parte alta de las Sabinas son de edad Triásica. b) Que las rocas de la unidad de la Caldera que han sufrido el metamorfismo de contacto debido a la intrusión del granito profiroide (posteriormente transformado en gneis), son anteriores al Triás medio.

Durante el metamorfismo regional alpino se ha producido una pseudomorfosis del chiastolito y la biotita, origi-

nados durante el metamorfismo de contacto, por distena y granate. Estos cambios mineralógicos son de interés grande y poco frecuentes. Especialmente y según la autora, la transformación de biotita en granates no ha sido descrita hasta ahora.—L. DE A.

LABOREO DE MINAS

PIERRE AUDIDIÈRE, FRANÇOIS BALARD, JEAN-PIERRE DUPOUY y FRANCIS VAN KOTE: *Distribution de la radioactivité dans des laves provenant de la cavité d'une explosion nucléaire.* «CEA-R-4099», 25 págs., 1971.

En el cuadro de un estudio general experimental y teórico tienden a escribir y a explicar la distribución de la radioactividad en los alrededores de las explosiones contenidas, comparando fotografías y autorradiografías α y β de fragmentos de lava granítica, cogidos de la cavidad de una antigua voladura en el Sahara. Las fotografías obtenidas ponen en evidencia la distribución relativamente homogénea de los emisores α y netamente heterogénea los emisores β y γ , que tienden a acumularse en la superficie de las burbujas.

Los autores proponen una primera interpretación de estos fenómenos.—L.

PALEONTOLOGIA

VALLADARES GONZÁLEZ, Isabel: *Nota sobre Eothrix Alpina en el jurásico de la provincia de Valencia.* Seminario de Estratigrafía VIII, págs. 31-38, 1971.

Estudia un nivel de algas que aparece a lo largo de una amplia superficie en el Jurásico de la provincia de Valencia. Basándose en datos recogidos del estudio macroscópico sobre la morfología y en la estructura se realiza una clasificación de la especie encontrada.

De los datos obtenidos de este estudio, así como de las observaciones sobre los materiales en que aparece y la forma de presentarse en el campo, realiza la autora una reconstrucción de las condiciones ecológicas.—L. DE A.

MARÍA TERESA FERNÁNDEZ MARRÓN: *Descripción de dos nuevas especies pertenecientes a la flora del Oligoceno de Cataluña.* «Acta Geológica Hispánica», año VI, núm. 2, marzo-abril, págs. 58-60, 1971.

Describe la autora dos especies nuevas pertenecientes al Oligoceno catalán: *Phoebe sarraënsis* encontrada en Sarraë y *Maba Macreightia cerverensis* recogida en Cervera.

Este trabajo es una aportación al estudio de las asociaciones florísticas de Cataluña y una contribución al conocimiento de sus endemismos tan frecuentes en esta región.—L. DE A.

HOROWITZ. POTTER: *Introductory Petrography of Fossils.* With 100 Plates and 28 Figures. Photomicrography by

George R. Ringer. Springer-Verlag. Berlín. Heidelberg. New York, 1971.

HOROWITZ. POTTER: *Introducción a la petrografía de los fósiles.* Con 100 láminas fotográficas y 28 figuras. Fotomicrografía por George R. Ringer. Springer-Verlag. Berlín. Heidelberg. New York, 1971. Obra encuadrada en tela, 20 x 27,5 cm.

Esta obra constituye un magnífico archivo de microfotografías de gran perfección, gran parte de ellas a todo tamaño.

Aunque en el prefacio la consideran los autores como un curso introductorio a la Paleontología, en realidad es una obra de permanente consulta para todos cuantos se interesan en estudiar las secciones delgadas, no sólo de los microfósiles sino de las estructuras microscópicas que pueden ser examinadas con el microscopio, si bien los autores señalan que se trata más bien de principiantes en el estudio de la petrografía de los fósiles constituyentes de las rocas sedimentarias. El libro se ha orientado así para ser destinado a los petrólogos sedimentaristas y estratígrafos y no a los paleontólogos, que, sin embargo, encuentran en él un valioso complemento.

La contribución de numerosos colaboradores a la obra de estos dos autores ocupa más de cuatro páginas de este prefacio.

En cuatro capítulos queda dividida la materia estudiada en este libro. En el primero se describe la organización del libro. El segundo se dedica a la petrografía de los carbonatos, su metodología y sus aplicaciones. Con numerosa bibliografía termina este capítulo, acompañada por diez figuras en el texto.

El capítulo tercero se ocupa de la identificación de los contribuyentes biogénicos. Tras unas observaciones generales, aplicables a los grupos biológicos que contiene, se describen estos grupos según el orden siguiente: Tinntinidos, Radiolarios, Foraminíferos, Poríferos (esponjas), Arqueociátidos, Corales (antozoos celenterados), Estromatopóridos, Briozoos, Braquiópodos, Gusanos, Moluscos (pelecípodos, gastrópodos), Artópodos (Trilobites, Ostrácos, Equinodermos, Conodontos, Vertebrados, Píldoras fecales (pellets). Restos vegetales (Algas rojas, algas verdes, algas azules —verdes-cianolíceas—, caráceas), Algas problemáticas. Una extensa bibliografía acompaña también este capítulo.

El capítulo cuarto está destinado a las tablas microfotográficas. Dominan las que citan los grupos biológicos fotografiados. Otras hablan de los estratos (cenozoicos, cretácicos, jurásicos, triásicos, etc.). Como es natural, predominan los ejemplos tomados en América del Norte. La descripción de las láminas está situada a la izquierda. La foto, siempre espléndida en su calidad, está situada en la página derecha. La descripción, siempre suficiente para completar el reconocimiento del contenido de las fotografías impresas en ese papel especial que permite reproducir todos los detalles que aquéllas contienen.—J. G. DE LLARENA.

SEDIMENTOLOGIA

HENRI BOUGAULT: *Etude de la sorption de quelques radioéléments artificiels par les sédiments péliques en vue de son application au marquage radioactif de ces matériaux.* «CEA-R-4094», 127 págs. 1971.

Se trata de una tesis presentada a la Facultad de Ciencias de la Universidad de París para obtener el Grado de Doctor Ingeniero, sobre el tema que le había fijado de empleo de los radioelementos naturales (Emisores gamma) en sedimentología.

Es sumamente delicado el marcado radiactivo de los limos y el principal obstáculo está en la identidad de las propiedades dinámicas de estos sedimentos, antes y después del marcado.

El estudio tiene por objeto ver en detalle los procesos de marcado, su metodología y el éxito en el criterio a emplear. Así el autor demuestra haber mostrado, con sus procedimientos de marcado por activación directa y por simuladores, tales como los vidrios triturados, que éstos son ineptos a satisfacer las condiciones de una buena mezcla estudiando con detalle los procesos de fijación superficial por el 198 Au, 51 Cr, 46 Sc, y 192 Ir.

Determina el autor las condiciones ideales de marcado por una serie de ensayos relativos a la refijación real del indicador y termina con un capítulo a cerca de la comparación de las propiedades dinámicas de un sedimento natural sin marcar y marcado por los procedimientos descritos en la tesis. — 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.

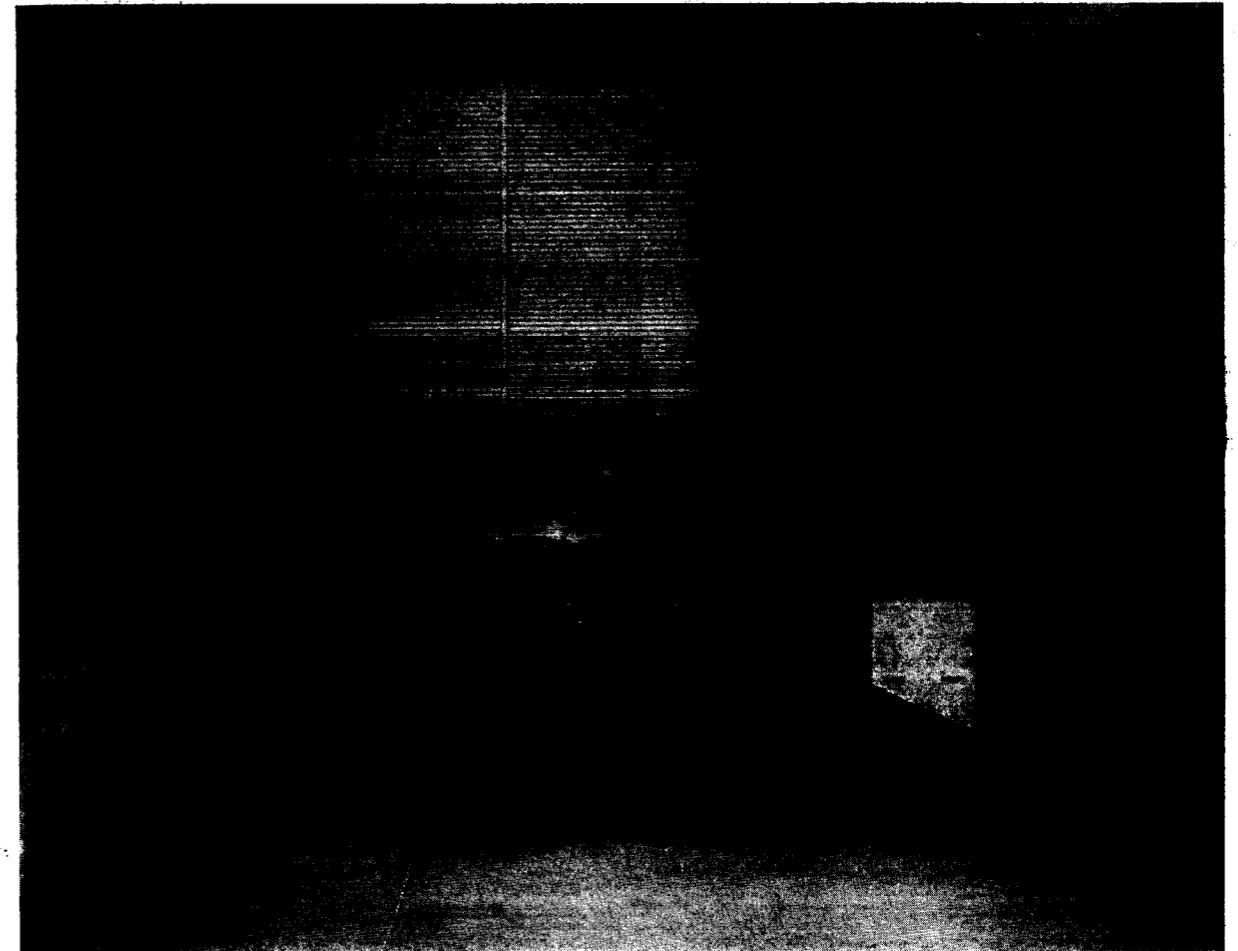
Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá abonar la diferencia.

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.

Rozadora Cargadora Frontal

ALPINE

Modelo F 6 A



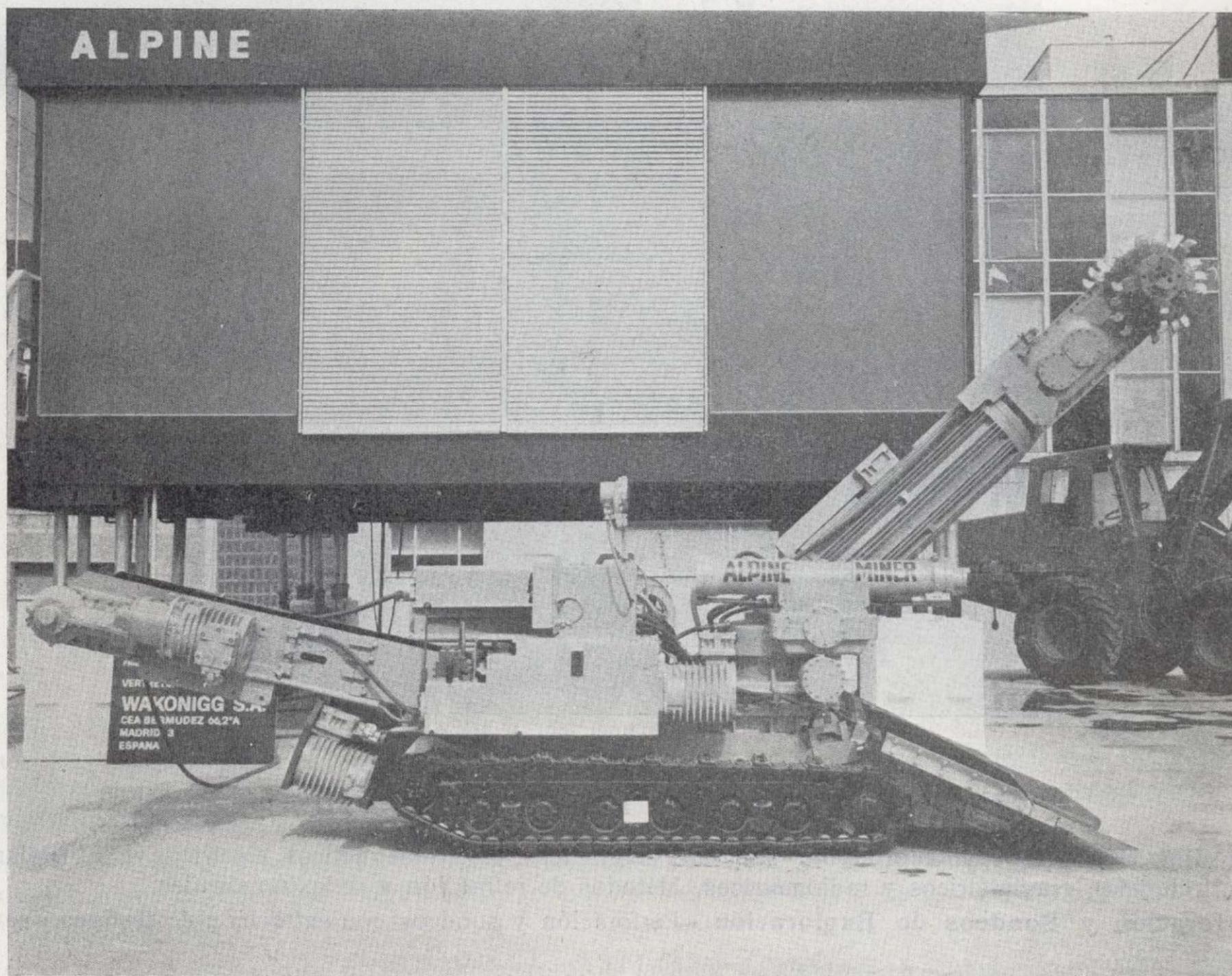
SINDUCOR, S. A. Cea Bermúdez, 66 1.º A MADRID - 3 Teléfono 449 27 00

Representantes exclusivos para España de ALPINE, EICKHOFF y WAGENEDER

Rozadora Cargadora Frontal

ALPINE

Modelo F 6 A



SINDUCOR, S. A. Cea Bermúdez, 66 1.º A MADRID - 3 Teléfono 449 27 00

Representantes exclusivos para España de ALPINE, EICKHOFF y WAGENEDER



Para arrancar más de 5 millones de m³.

DE GRANITO DURO HIZO FALTA
EL EQUIPO GARDNER-DENVER

Este trabajo excepcional ocupó 10 equipos de perforación Gardner-Denver durante año y medio, perforando barrenos de 75 a 125 mm. Fue necesario mover más de 80 mts. de la antigua presa para hacer sitio a la nueva gran presa Coulee en el Estado de Washington. Se arrancaron más de 220.000 m³ por mes.

El hecho de que el trabajo fuese asignado a los equipos de perforación Gardner-Denver habla por sí mismo. ¿Qué

mejor evidencia que la eficiencia y disponibilidad probada en miles de trabajos en todo el mundo?

Cuando hay un problema de perforación nunca hay error al elegir los equipos de Gardner-Denver.

Consulte a un especialista de perforación Gardner-Denver o escribanos solicitando información sobre los equipos de aire comprimido y perforación.

GARDNER-DENVER

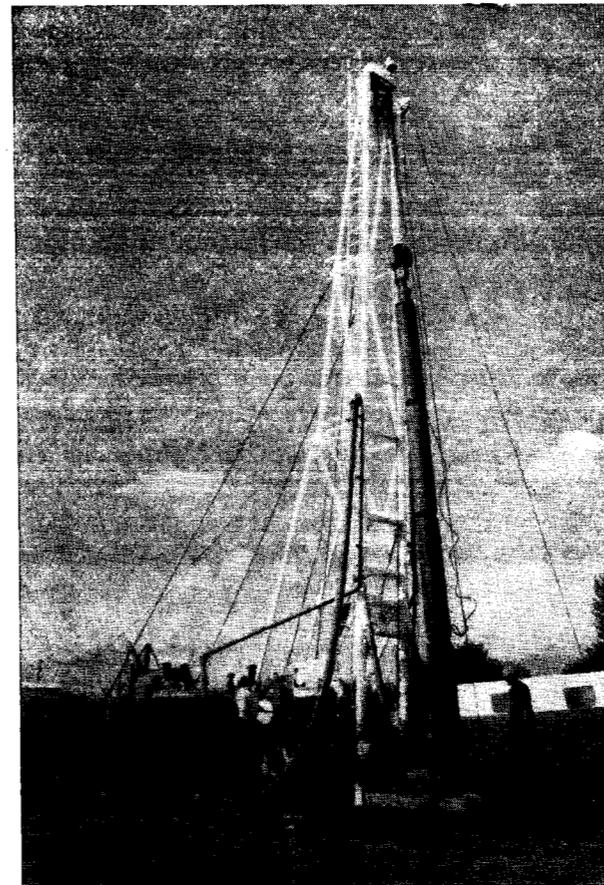
Con experiencia desde 1859



Distribuidor exclusivo para España:

TECNIX, S.A.

Guzmán el Bueno, 121
Edificio Germania, 7.º B
MADRID-3
Teléf. 234 74 00



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.

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».

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

Sacamuestras especiales a percusión.

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



Para arrancar más de 5 millones de m³.

DE GRANITO DURO HIZO FALTA EL EQUIPO GARDNER-DENVER

Este trabajo excepcional ocupó 10 equipos de perforación Gardner-Denver durante año y medio, perforando barrenos de 75 a 125 mm. Fue necesario mover más de 80 mts. de la antigua presa para hacer sitio a la nueva gran presa Coulee en el Estado de Washington. Se arrancaron más de 220.000 m³ por mes.

El hecho de que el trabajo fuese asignado a los equipos de perforación Gardner-Denver habla por sí mismo. ¿Qué

mejor evidencia que la eficiencia y disponibilidad probada en miles de trabajos en todo el mundo?

Cuando hay un problema de perforación nunca hay error al elegir los equipos de Gardner-Denver.

Consulte a un especialista de perforación Gardner-Denver o escribanos solicitando información sobre los equipos de aire comprimido y perforación.

GARDNER-DENVER

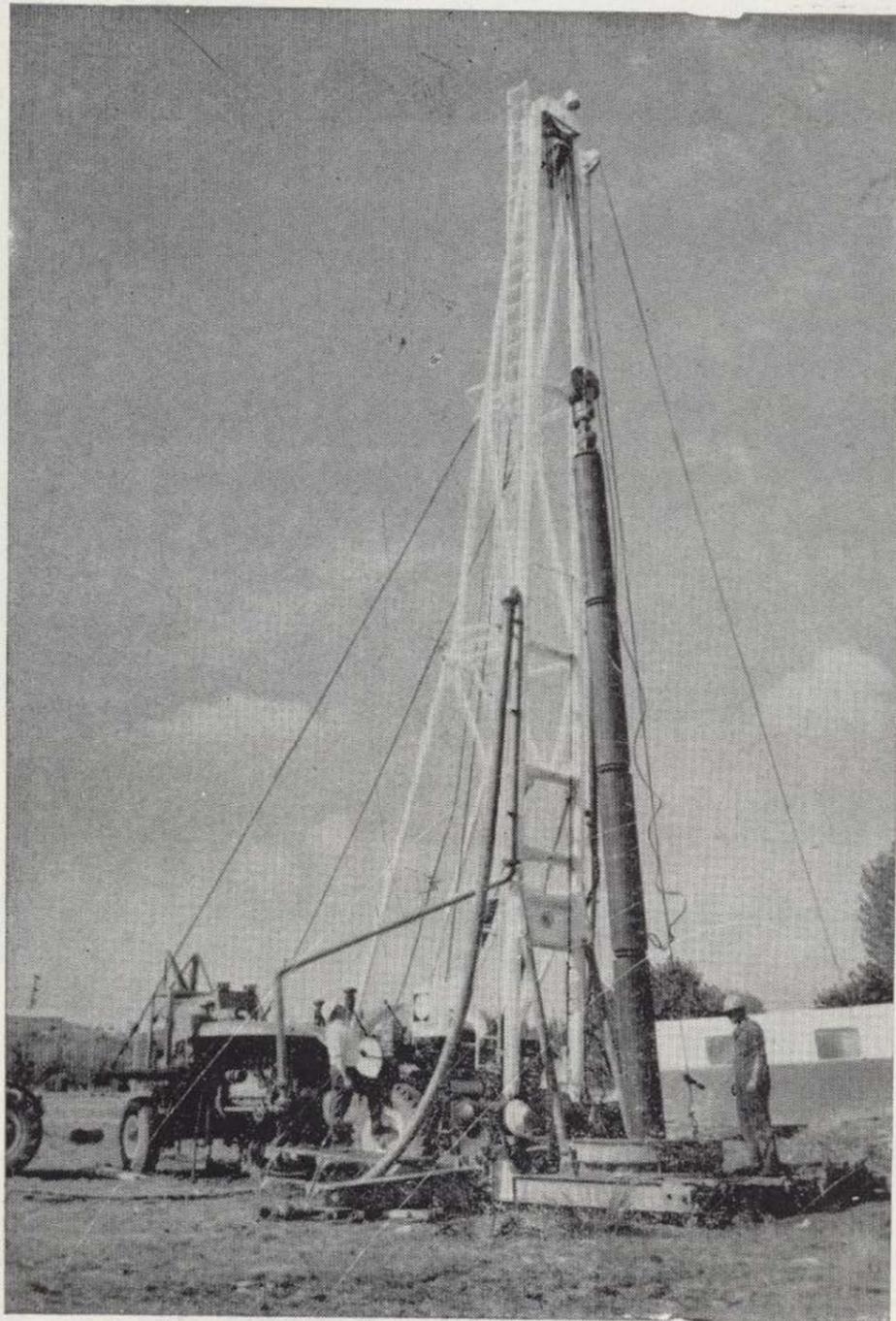
Con experiencia desde 1859



Distribuidor exclusivo para España:

TECNIX, S.A.

Guzmán el Bueno, 121
Edificio Germania, 7.º B
MADRID-3
Teléf. 234 74 00



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.